

SKRIPSI

**ANALISA KEDALAMAN Pengerasan dan Struktur Mikro
pada Baja AISI 1052 terhadap Variasi Temperatur Gas
Karburiisasi dan Waktu dengan Pendingin Coolant**



Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Chaidir

NIM : 2011057

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2024

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISA KEDALAMAN Pengerasan dan Struktur Mikro pada Baja AISI 1052 terhadap Variasi Temperatur Gas Karburiisasi dan Waktu dengan Pendingin Coolant

Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Chaidir
NIM : 2011057
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1

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

Diperiksa dan disetujui,
Dosen Pembimbing

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



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

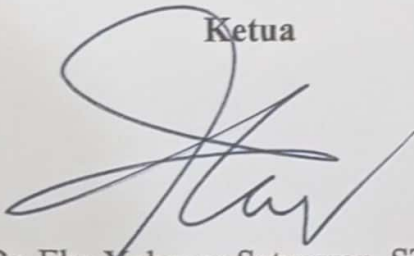
Nama : Muhammad Chaidir
NIM : 2011057
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul : Analisa Kedalaman Pengerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja Aisi 1052 Terhadap Variasi Temperatur Gas Karburisasi Dan Waktu Dengan Pendingin Coolant

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

Pada Hari : Kamis
Tanggal : 15 Agustus 2024
Nilai :

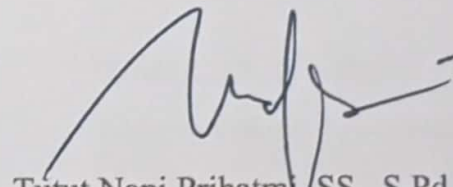
ANGGOTA TIM PENGUJI

Ketua




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

Sekretaris



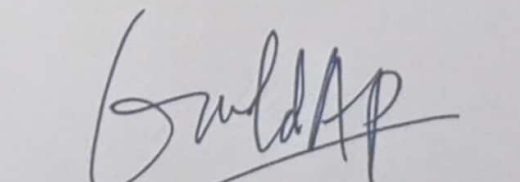
Tutut Nani Prihatmi, SS., S.Pd., M.Pd
NIP. P. 1031500493

PENGUJI I,



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

PENGUJI II,



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Chaidir
NIM : 2011057
Program Studi : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul “Analisa Kedalaman Pengerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja Aisi 1052 Terhadap Variasi Temperatur Gas Karburisasi Dan Waktu Dengan Pendingin Coolant” adalah skripsi hasil karya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumber aslinya.

Malang, 15 Juli 2024

Yang membuat pernyataan,



















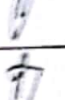
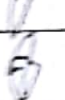


Muhammad Chaidir

NIM. 2011057

LEMBAR ASISTENSI
LOG BOOK ASISTENSI

Nama : Muhammad Chaidir
 NIM : 2011057
 Program Studi : Teknik Mesin S-1
 Judul : Analisa Kedalaman Pengerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja Aisi 1052 Terhadap Variasi Temperatur Gas Karburisasi Dan Waktu Dengan Pendingin Coolant
 Dosen Pembimbing : Dr.I Komang Astana Widi S.T., M.T.

NO	HARI/ TANGGAL	ASISTENSI	PARAF
1	Senin/ 19 Februari 2024	• Konsultasi judul skripsi	
2	Selasa/ 20 Februari 2024	• Konsultasi topik penelitian	
3	Kamis/ 24 Februari 2024	• Konsultasi penyusunan seminar proposal	
4	Jumat/ 01 Maret 2024	• Melengkapi metodologi penelitian	
5	Jumat/ 07 Maret 2024	• Melengkapi pengumpulan data pada metodologi penelitian	
6	Jumat/ 14 Maret 2024	• Desain spesimen pengujian kekerasan • Tabel jadwal kegiatan	
7	Kamis/ 20 Maret 2024	• Konsultasi pemilihan tempat pelaksanaan penelitian	
8	Jumat/ 21 Maret 2024	• Konsultasi pemilihan media pendingin dan jumlah sampel spesimen	
9	Senin/ 29 April 2024	• Konsultasi hasil pengujian Mikro Vickers	
10	Jumat/ 3 Mei 2024	• Arahkan mengenai pengujian struktur mikro	
11	Kamis/ 06 Juni 2024	• Konsultasi Hasil Struktur Mikro dan SEM EDX	
12	Rabu/05 Juni 2024	• Seminar Proposal	
13	Kamis/ 13 Juni 2024	• BAB IV sub bab 4.1 bagian (1.1) Penambahan Gambar pada spesimen Raw Material • Lanjutkan BAB IV sub bab 4.1 bagian (1.2) data hasil struktur mikro setelah Karburizing	

NO	HARI/ TANGGAL	ASISTENSI	PARAF
14	Jumat/ 21 Juni 2024	• Lanjutkan BAB IV sub bab 4.1 bagian (4.1.3) perbaiki data SEM EDX	
15	Senin/ 15 Juli 2024	• BAB IV sub bab 4.2 bagian (1.1) menambahkan grafik pada grafik Viktors	
16	Kamis/ 25 Juli 2024	• BAB IV sub bab 4.2 bagian Analisa SEM EDX	
17	Senin/ 5 Agustus 2025	• Perbaiki Lampiran	
18	Senin/ 12 Agustus 2024	• Pengecekan ulang skripsi	
19	Rabu/ 14 Agustus 2024	• Pembekalan Sebelum Sidang Skripsi	
20	Kamis/ 15 Agustus 2024	• Sidang Skripsi	

Malang, 05 September 2024
Dosen Pembimbing



Dr. I Komang Astana Widi S.T., M.T.
NIP. Y. 1030400405

ANALISA KEDALAMAN Pengerasan dan Struktur Mikro pada Baja AISI 1052 terhadap Variasi Temperatur Gas Karburiisasi dan Waktu dengan Pendingin Coolant

Muhammad Chaidir¹ Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.²

Jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email: chaidirm20@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh proses karburizing pada baja AISI 1052 dengan variasi suhu karburizing pada 700°C, 800°C, dan 900°C menggunakan pendingin coolant. Metode karburizing dilakukan untuk meningkatkan kekerasan permukaan baja dengan memperkaya karbon pada lapisan permukaan. Proses pendinginan dengan menggunakan coolant dipilih untuk mengontrol laju pendinginan dan mencegah perubahan struktural yang tidak diinginkan.

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis terhadap struktur mikro dan kekerasan permukaan baja setelah proses karburizing selesai. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan uji kekerasan Vickers, sementara struktur mikro diamati menggunakan mikroskop optik dan SEM EDX. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu karburizing berpengaruh signifikan terhadap kedalaman lapisan karburisasi dan kekerasan permukaan. Pada suhu 900°C, terjadi peningkatan signifikan dalam kedalaman lapisan karburisasi dan kekerasan permukaan baja. Sementara itu, suhu 700°C dan 800°C menunjukkan hasil yang lebih rendah, meskipun juga menghasilkan peningkatan kekerasan dibandingkan dengan baja tanpa perlakuan karburizing.

Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pengaruh suhu karburizing terhadap sifat-sifat mekanis baja AISI 1052 dengan menggunakan coolant sebagai pendingin. Temuan ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan proses karburizing yang lebih efektif dalam meningkatkan performa mekanis baja dalam berbagai aplikasi teknik.

Kata Kunci: Baja AISI 1052, Carburizing, Coolant, Mikro Vickers, SEM-EDX

**ANALYSIS DEPTH OF HARDENING AND MICROSTRUCTURE OF
AISI 1052 STEEL TO VARIATIONS IN CARBURIZATION GAS
TEMPERATURE AND TIME WITH COOLANT ANALYSIS OF DEPTH
OF HARDENING AND MICROSTRUCTURE OF AISI 1052 STEEL TO
VARIATIONS IN CARBURIZATION GAS TEMPERATURE AND TIME
WITH COOLANT**

Muhammad Chaidir¹ Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.²

Jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Email: chaidirm20@gmail.com

This research aims to investigate the effect of the carburizing process on AISI 1052 steel with varying carburizing temperatures at 700°C, 800°C, and 900°C using a coolant. The carburizing method is used to increase the surface hardness of steel by enriching carbon in the surface layer. The cooling process using coolant was chosen to control the cooling rate and prevent undesirable structural changes.

In this experiment, an analysis of the microstructure and surface hardness of steel was carried out after the carburizing process was completed. Hardness testing was carried out using the Vickers hardness test, while the microstructure was observed using an optical microscope and SEM EDX. The research results show that carburizing temperature has a significant effect on the depth of the carburizing layer and surface hardness. At 900°C, there is a significant increase in the depth of the carburization layer and the surface hardness of the steel. Meanwhile, temperatures of 700°C and 800°C showed lower results, although they also resulted in increased hardness compared to steel without carburizing treatment.

This research provides a better understanding of the effect of carburizing temperature on the mechanical properties of AISI 1052 steel using coolant as a coolant. These findings can be used as a basis for the development of carburizing processes that are more effective in improving the mechanical performance of steel in various engineering applications.

Keywords: AISI 1052 Steel, Carburizing, Collant, Micro Vickers, SEM-EDX

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga dalam penyusunan skripsi dapat terselesaikan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi S-1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari adanya bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang bapak Dr. EkoYohanes Setiawan S.T., MT.
2. Dosen Pembimbing Skripsi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
3. Kepala Laboratorium Matrial bapak Tito Arif Sutrisno SPd., MT.
4. Kedua orang tua ibu Mamah Korimah dan bapak Lukman Karim yang telah memberi dukungan materil dan spiritual.
5. Kedua Kakak yaitu saudari Fauziah A.Md.K.G. dan saudari Husnul Fadhillah S.Tr. yang telah memberi dukungan materil dan spiritual.
6. Seluruh mahasiswa Bimbingan bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT. Teknik Mesin S-1 yang telah membantu pengerjaan skripsi.
7. Bapak Ir.Soeparno Djiwo M.T selaku dosen Penguji 1 dan bapak Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng selaku dosen penguji 2
8. Segenap Dosen Teknik Mesin S-1 yang telah memberikan ilmu pengetahuan, berbagai pengalaman, serta nasihat selama perkuliahan
9. Kawan-kawan HMJ Mesin S-1 ITN Malang & yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi.
10. Seluruh *staff* tenaga kependidikan Teknik Mesin S-1 yang telah membantu dalam hal administrasi perkuliahan.
11. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga kritik dan saran yang membangun diperlukan untuk me-

nyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pembaca.

Malang 15 Juli 2024

Penulis

Muhammad Chaidir

NIM 2011057

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	iv
LEMBAR ASISTENSI	v
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Hipotesis	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II DASAR TEORI.....	7
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Perlakuan Panas Baja.....	10
2.2.1 Perlakuan Panas Anil (<i>Annealing</i>)	12
2.2.2 Perlakuan Panas Normalisasi (<i>Normalizing</i>)	13
2.2.3 Perlakuan Panas Pengerasan (<i>Hardening</i>)	15
2.2.4 Perlakuan Panas Temper (<i>Tempering</i>).....	20
2.3 Struktur Mikro.....	23
2.3.1 Persiapan Spesimen Struktur Mikro.....	23
2.3.2 Fasa yang Terkandung dalam Struktur Mikro Baja.....	30
2.3.3 Metode Perhitungan Struktur Mikro Baja.....	36
2.4 Sifat Mekanis Baja	37
2.5 Baja Paduan AISI 1052.....	37

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Diagram Alir Penelitian	41
3.2 Penjelasan Diagram Alir	42
3.2.1 Studi Literatur	42
3.2.2 Persiapan Alat dan Bahan	45
3.2.3 Pembuatan Spesimen Pengujian	50
3.2.4 Proses perlakuan Karburizing	51
3.2.5 Proses Pengujian	52
3.2.6 Pengumpulan Data	55
3.2.7 Analisa Data dan Pembahasan	55
3.2.8 Kesimpulan	56
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	57
4.1 Data Hasil Penelitian.....	57
4.1.1 Data Hasil Uji Struktur Mikro.....	57
4.1.2 Data Hasil Uji Mikro Vickers.....	60
4.1.3 Data Hasil Uji SEM EDX.....	65
4.2 Analisa Data dan Pembahasan	73
4.2.1 Analisa Uji Struktur Mikro	73
4.2.2 Analisa Kekerasan Mikro Vickers.....	78
4.2.3 Analisa Uji SEM EDX.....	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
DAFTAR LAMPIRAN	87

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Proses Heat Treatment	13
Gambar 2. 2 Suhu Proses Normalizing	14
Gambar 2. 3 Kurva Prosedur Proses Normalizing dan Annealing.....	14
Gambar 2. 4 Urutan Perlakuan Panas untuk Baja Konstruksi	15
Gambar 2. 5 Diagram Transformasi-Isotermal	16
Gambar 2. 6 Diagram Media Pendingin	20
Gambar 2. 7 Isothermal Transformation Diagram.....	21
Gambar 2. 8 Continuous Cooling Transformation Diagram.....	22
Gambar 2. 9 Batas Butir Ferit Perbesaran 500x.....	32
Gambar 2. 10 Sementit Perbesaran 1000x	32
Gambar 2. 11 Lath Martensite Perbesaran 500x	33
Gambar 2. 12 Acicular Martensite Perbesaran 1000x	33
Gambar 2. 13 Pearlite (Dark) Perbesaran 500x	34
Gambar 2. 14 Upper Bainite Perbesaran 550x.....	35
Gambar 2. 15 Lower Bainite Perbesaran 500x	36
Gambar 2. 16 Garis Bantu Perhitungan Persentase Fasa dalam Struktur Mikro ..	36
Gambar 3. 1 Fluidized bed furnance	45
Gambar 3. 2 Mesin wire cutting.....	46
Gambar 3. 3 Mesin poles	46
Gambar 3. 4 Struktur Mikro.....	47
Gambar 3. 5 Alat uji Mikro-vickers.....	47
Gambar 3. 6 Alat uji SEM-EDX.....	48
Gambar 3. 7 Ukuran Spesimen	49
Gambar 3. 8 Baja Paduan AISI 1052	49
Gambar 3. 9 Collant Shell longlife plus.....	50
Gambar 4. 1 Sebelum Perlakuan Karburizing.....	58
Gambar 4. 2 Sampel Spesimen 700°C	58
Gambar 4. 3 Sampel Spesimen 800°C	59
Gambar 4. 4 Sampel Spesimen 900°C	60
Gambar 4. 5 Hasil Uji Mikro Vikers 700°C.....	61

Gambar 4. 6 Hasil Uji Mikro Vickers 800°C.....	62
Gambar 4. 7 Kekerasan carburizing 900°C.....	64
Gambar 4. 8 Hasil Uji SEM EDX Raw Material.....	66
Gambar 4. 9 Hasil Uji SEM EDX 700°C.....	68
Gambar 4. 10 Hasil Uji SEM EDX 800°C.....	69
Gambar 4. 11 Hasil Uji SEM EDX 900°C.....	71

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Suhu Pengerasan untuk Baja Kelas Pearlitic Utama dari Kelas Standar	17
Tabel 2. 2 Jenis Baja dan Kebutuhan Waktu Tahan pada Perlakuan Panas	18
Tabel 2. 3 Metallographic Reagents for Iron and Steel	25
Tabel 2. 4 Compositions of AISI Carbon and Alloy Steels	30
Tabel 2. 5 Kategori Digit Awal Spesifikasi Baja AISI	38
Tabel 2. 6 Kategori Digit Kedua Spesifikasi Baja AISI	38
Tabel 2. 7 Ekuivalen Baja AISI 1052	39
Tabel 2. 8 Unsur Paduan Baja AISI 1052	39
Tabel 4. 1 Distribusi Kekerasan sebelum proses carburizing	60
Tabel 4. 2 Distribusi Kekerasan Temperatur 700°C	62
Tabel 4. 3 Distribusi Kekerasan setelah proses carburizing 800°C	63
Tabel 4. 4 Distribusi Kekerasan setelah proses carburizing 900°C	64
Tabel 4. 5 Jumlah komposisi spesimen tanpa perlakuan.	67
Tabel 4. 6 Jumlah Komposisi Spesimen temperatur 700°C	69
Tabel 4. 7 Komposisi spesimen temperatur dengan 800°C	70
Tabel 4. 8 Jumlah komposisi spesimen temperatur 900°C	72
Tabel 4. 9 Tebal Lapisan Karbon Pada Spesimen 700°C	73
Tabel 4. 10 Tebal Lapisan Karbon Pada Spesimen 700°C	75
Tabel 4. 11 Tebal Lapisan Karbon Pada Spesimen 900°C	76
Tabel 4. 13 Perbandingan Komposisi	79

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4. 1 Hubungan Antara Jarak dengan Distribusi Kekerasan pada Raw Material	61
Grafik 4. 2 Hubungan Antara Jarak dengan Distribusi Kekerasan pada 700°C....	62
Grafik 4. 3 Distribusi Kekerasan pada Carburizing 800°C	63
Grafik 4. 4 Distribusi Kekerasan pada Carburizing 900°C	65
Grafik 4. 5 Komposisi spesimen tanpa perlakuan.....	67
Grafik 4. 6 Komposisi spesimen temperatur 700°C dengan penahanan 3 jam.....	68
Grafik 4. 7 Komposisi spesimen temperatur dengan 800°C	70
Grafik 4. 8 Komposisi spesimen temperatur dengan 900°C	71
Grafik 4. 9 Grafik Ketebalan Lapisan Karbon	76
Grafik 4. 10 Hubungan Peningkatan Karbon dengan Perbandingan Spesimen....	79