

**ANALISA KEDALAMAN Pengerasan dan Struktur Mikro pada Baja AISI
4140 terhadap Variasi Waktu Temperatur Karburisasi dengan
Pendinginan Asam Cuka**

SKRIPSI



Oleh :

NAMA : AHMAD JABBAR ALI HAMZAH

NIM : 2011079

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

2024

LEMBAR PERSETUJUAN
ANALISA KEDALAMAN Pengerasan dan Struktur Mikro pada
BAJA AISI 4140 terhadap Variasi Waktu Temperatur
KARBURISASI dengan Pendinginan Asam Cuka

SKRIPSI



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik (ST)
Program Studi Teknik Mesin

Disusun Oleh:


Nama	: Ahmad Jabbar Ali Hamzah
NIM	: 2011079
Program Studi	: Teknik Mesin -1
Fakultas	: Teknologi Industri

Mengetahui,
Program Studi Teknik Mesin S-1

Diperiksa/Disetujui
Dosen Pembimbing



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



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



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Ahmad Jabbar Ali Hamzah
NIM : 2011079
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **ANALISA KEDALAMAN PENGKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA AISI 4140 VARIASI WAKTU TEMPERATUR KARBURISASI DENGAN PENDINGINAN ASAM CUKA**

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

Hari / Tanggal : Kamis, 15 Agustus 2024

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 89.15 (A)

Panitia Ujian 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 I

Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.

NIP. P. 1031400477

Penguji II

Bagus SetyonWidodo ST.,MT.

NIP.P.1032100599

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Jabbar Ali Haamzah
NIM : 2011079
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Tempat/ Tanggal Lahir : Kefamenanau, 16 April 2001
Alamat Asal : J.l El Tari RT/RW 052/006 Kefamenanu Sekatan
Kota kefamenanu.

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

Menyatakan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul “ **ANALISA KEDALAMAN Pengerasan dan Struktur Mikro pada Baja AISI 4140 terhadap variasi waktu temperatur karburisasi dengan pendinginan asam cuka**” adalah hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya.

Malang, 20 Juli 2024



Ahmad Jabbar Ali Haamzah

NIM. 2011079










LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Ahmad Jabbar Ali Hamzah

NIM : 2011079

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Judul Skripsi : ANALISA KEDALAMAN Pengerasan dan Struktur Mikro pada Baja AISI 4140 terhadap variasi waktu temperatur karburisasi dengan pendinginan asam cuka

NO	Materi Bimbingan	Waktu	Paraf
1	Pengajuan Judul Skripsi	29 Maret 2024	
2	Konsultasi Proposal BAB I, II, Dan III	13 April 2024	
3	Perbaikan Rumusan Masalah	16 April 2024	
4	Perbaikan Penulisan Tinjauan Pustaka, Tata Letak Gambar dan Tabel	17 April 2024	
5	Seminar Proposal	24 April 2024	
6	Perbaikan Penulisan Alat dan Bahan	26 April 2024	
7	Perbaikan Penulisan Struktur Proses Carburizing	27 April 2024	
8	Konsultasi Hasil Pengujian Struktur Mikro	13 Mei 2024	
9	Perbaikan Hasil Pengujian Struktur Mikro	20 Mei 2024	

10	Konsultasi Hasil Pengujian Titik Kedalaman Pengerasan	25 Mei 2024	
11	Perbaikan Posisi Titik Kedalaman Struktur Mikro	15 Juni 2024	
12	Konsultasi Hasil Pengujian Struktur SEM-EDX	8 Juli 2024	
13	Konsultasi Laporan Skripsi BAB IV Dan V	30 Juli 2024	
14	Pebaikan Data Struktur Mikro	2 Agustus 2024	
15	Perbaikan Keterangan Gambar Hasil Pengujian	2 Agustus 2024	
16	Seminar Hasil dan Revisi	4 Agustus 2024	
17	Perbaikan Lampiran Data Pengujian	6 Agustus 2024	
18	Konsultasi Hasil Akhir Skripsi	8 Agustus 2024	

Dosen Pembimbing



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

NIP. Y. 1030400405

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Ahmad Jabbar Ali Hamzah
NIM : 20.11.079
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : ANALISA KEDALAMAN Pengerasan dan Struktur Mikro pada Baja AISI 4140 terhadap Variasi Waktu Temperatur Karburisasi dengan Pendinginan Asam Cuka
Dosen Pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT
Tanggal Pengajuan Skripsi : 20 Maret 2024
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 28 Agustus 2024
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 92

Dosen Pembimbing



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

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya Skripsi dapat terselesaikan dengan baik sesuai dengan waktu yang ditentukan. Dengan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang membantu dan memberi dorongan baik secara jasmani dan rohani sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan, terutama 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 Material Tito Arif Sutrisno SPd., MT.
4. Kedua orang tua Ibu Haja Sumartin dan KH. M. Ismail Jazuli yang telah memberi doa, dukungan materil dan spiritual.
5. Kakak Pertama Intan Dwi Rahayu S,H. Juga adik saya Hamim Hazuli 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. Kawan-kawan HMJ Mesin S-1 ITN Malang & yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi.
8. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis mengharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan laporan ini di masa yang akan datang.

Malang, Agustus 2024

Ahmad Jabbar Ali Hamzah

2011079

ANALISA KEDALAMAN Pengerasan dan Struktur Mikro pada Baja AISI 4140 terhadap Variasi Temperatur Karburisasi dengan Pendinginan Asam Cuka

Ahmad Jabbar Ali Hamzah¹ Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

Jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email: jabarahmad431@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh proses karburizing pada baja AISI 4140 dengan variasi suhu karburizing pada 700°C, 800°C, dan 900°C menggunakan pendingin collant. Metode karburizing dilakukan untuk meningkatkan kekerasan permukaan baja dengan memperkaya karbon pada lapisan permukaan. Proses pendinginan dengan menggunakan asam cuka dipilih untuk meningkatkan kekerasan sehingga permukaan logam menjadi tahan aus..

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menemukan kedalaman pengerasan, tebal lapisan dan juga komposisi yang terkandung pada lapisan yang terbentuk dari proses peningkatan temperatur karburasi. Maka dari itu dilakukan tiga pengujian berupa pengujian Struktur Mikro untuk mengamati ketebalan dari spesimen dan struktur spesimen dari permukaan/tepi hingga menemukan kekerasan asli dari material tanpa perlakuan kemudian dilakukan pengujian Mikro Vickers dilakukan untuk mendapatkan hasil dari kedalaman pengerasan yang terbentuk dari proses peningkatan temperatur karburasi dengan satuan mm atau μm , dan terakhir pengujian SEM-EDX untuk mengetahui komposisi yang terjadi pada saat proses karburasi. Melalui pengujian SEM-EDX dapat diketahui komposisi yang tercipta setelah di lakukan carburising.

Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pengaruh suhu karburizing terhadap sifat-sifat mekanis baja AISI 4140 dengan menggunakan pendinginan asam cuka. 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 4140, Asam Cuka, Carburizing, Mikro Vickers, SEM-EDX

ANALYSIS OF HARDENING DEPTH AND MICROSTRUCTURE OF AISI 4140 STEEL AGAINST CARBURIZATION TEMPERATURE VARIATIONS BY VINEGAR ACID COOLING

Ahmad Jabbar Ali Hamzah¹ Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

Department of Mechanical Engineering S-1, Faculty of Industrial Technology

National Institute of Technology Malang

Email: jabarahmad431@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to investigate the effect of the carburizing process on AISI 4140 steel with variations in carburizing temperature at 700°C, 800°C, and 900°C using a coolant collant. The carburizing method is carried out to increase the surface hardness of steel by enriching the carbon on the surface layer. The cooling process using vinegar acid is chosen to increase the hardness so that the metal surface becomes wear-resistant.

The main purpose of this study is to find the hardening depth, layer thickness and also the composition contained in the layer formed from the process of increasing the carburizing temperature. Therefore, three tests were carried out in the form of Micro Structure testing to observe the thickness of the specimen and the specimen structure from the surface/edge to find the original hardness of the material without treatment, then a Micro Vickers test was carried out to obtain the results of the hardening depth formed from the process of increasing the carburetor temperature in mm or μm , and finally the SEM-EDX test to determine the composition that occurred during the process carburization. Through SEM-EDX testing, it can be known that the composition is created after carburising.

This study provides a better understanding of the effect of carburizing temperature on the mechanical properties of AISI 4140 steel by using vinegar acid cooling. These findings can be used as a basis for the development of a more effective carburizing process in improving the mechanical performance of steel in various engineering applications.

Keywords: AISI 4140 Steel, Vinegar Acid, Carburizing, Micro Vickers, SEM-EDX

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	2
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	3
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	4
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	5
KATA PENGANTAR	8
ABSTRAK	9
BAB I.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
PENDAHULUAN	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.1 Latar Belakang	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.2 Rumusan Masalah	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.3 Batasan Masalah.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.4 Tujuan Penelitian.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.5.1 Bagi Mahasiswa	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.5.2 Bagi Institut Teknologi Nasional Malang.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.5.3 Bagi Khalayak Umum.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.6 Metode Pengumpulan Data	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.7 Sistematika Penulisan.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
BAB II.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
TINJAUAN PUSTAKA	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.1 Kajian Pustaka.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.2 Landasan Teori.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.2.1 Pengertian Baja	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.3 Baja AISI 4140.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.

2.5	Surface Hardening.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.6	Carburizing.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.6.1	Macam-macam Proses Carburizing	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.6.2	Hal Yang Mempengaruhi Carburizing	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.7	Fluidized Bed Furnace	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.6.1	Mekanisme <i>Fluidized Bed Furnace</i>	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.6.2	Keuntungan <i>Fluidized Bed Furnace</i>	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.6.3	Kekurangan <i>Fluidized Bed Furnace</i>	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.6.4	Karakteristik <i>Fluidized Bed Furnace</i>	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.8	Asam Cuka	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
BAB III		Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
METODOLOGI PENELITIAN.....		Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
3.1	Konsep Penelitian.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
3.2	Hipotesa.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
3.3	Diagram Alir Penelitian	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
3.4	Alat dan Bahan Penelitian	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
3.5	Waktu dan Tempat Penelitian	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
3.6	Prosedur Penelitian.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
3.6.1	Sampel Penelitian.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
3.6.2	Proses Perlakuan Panas <i>Carburizing</i>	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
3.7	Spesifikasi Baja AISI 4140	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
BAB IV		Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
4.1	Data Hasil Penelitian.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
4.2	Data Hasil Uji Struktur Micro	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.

4.3 Data Hasil Uji Kedalaman Pengerasan **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

4.4 Data Hasil SEM EDX **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

BAB V **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

KESIMPULAN DAN SARAN..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

DAFTAR PUSTAKA **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1 Diagram Fe₃C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2. 2 Skema Fluidized Bed Furnace **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3. 2 Fluidized Bed Furnace **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3. 3 Mesin wire Cutting..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3. 4 Mesin Poles **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3. 5 Alat Uji Struktur Mikro..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3. 6 Alat Uji Micro-vickers **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3. 7 Alat Uji SEM EDX **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3. 8 Cairan Etsa **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3. 9 Ukuran Spesimen Pengujian . **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3. 10 Spesimen Sebelum Pengujian **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3. 12 Spesimen Sesudah Pengujian **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 1 Sampel Raw Material Baja AISI 4140 **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 2 Sampel Spesimen 700°C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 3 Sampel Spesimen 800°C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 4 Sampel Spesimen 800°C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 6 Sampel Raw Material..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 7 Sampel SEM EDX 700°C..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 8 Sampel SEM EDX 800°C..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 9 Sampel SEM EDX 900°C..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

DAFTAR TABEL

- Tabel 2. 1 Unsur Baja Paduan AISI 4140.. **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 2. 2 Sifat Mekanik Baja Paduan AISI 4140 **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 1 Presentase Baja Paduan AISI 4140 **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 1 Lapisan Karbon Baja AISI 4140 700°C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 2 Lapisan Karbon Baja AISI 4140 800°C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 3 Lapisan Karbon Baja AISI 4140 900°C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 4 Distribusi Kekerasan Sebelum Proses Carburizing **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 5 Distribusi Kekerasan Proses Carburizing 700°C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 6 Tabel Distribusi Kekerasan 800°C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 7 Distribusi Kekerasan Setelah Proses Carburizing 900°C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 8 Jumlah Komposisi Spesimen Tanpa Perlakuan. **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 9 Komposisi Material Specimen 800°C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 10 Komposisi Spesimen Temperatur 900°C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 12 Perlakuan Tanpa Perlakuan, 700°C, 800°C, dan 900°C **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

DAFTAR GRAFIK

- Grafik 4. 1 Grafik Jarak Kedalaman Pengerasan Pada Base Material **Kesalahan!** **Bookmark tidak ditentukan.**
- Grafik 4. 2 Grafik Jarak Kedalaman Pengerasan Pada Material 700°C **Kesalahan!** **Bookmark tidak ditentukan.**
- Grafik 4. 3 Grafik Jarak Kedalam Pengerasan Baja AISI 4140 800°C **Kesalahan!** **Bookmark tidak ditentukan.**
- Grafik 4. 4 Grafik Jarak Kedalaman Pengerasan Baja AISI 900°C **Kesalahan!** **Bookmark tidak ditentukan.**
- Grafik 4. 5 Hubungan Jarak Dengan Kekerasan Pada Semua Spesimen **Kesalahan!** **Bookmark tidak ditentukan.**
- Grafik 4. 6 Grafik Komposisi Spesimen Tanpa Perlakuan **Kesalahan!** **Bookmark tidak ditentukan.**
- Grafik 4. 7 Grafik Komposisi Spesimen Temperatur 700°C **Kesalahan!** **Bookmark tidak ditentukan.**
- Grafik 4. 8 Komposisi Spesimen Temperatur 800°C **Kesalahan!** **Bookmark tidak ditentukan.**
- Grafik 4. 9 Komposisi Spesimen Temperatur 900°C **Kesalahan!** **Bookmark tidak ditentukan.**
- Grafik 4. 10 Grafik Tinggi Kadar Karbon **Kesalahan!** **Bookmark tidak ditentukan.**

