



**ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO
PADA PENGELASAN GESEK BAJA AISI 4140 DENGAN
VARIASI WAKTU GESEK**

SKRIPSI



**DISUSUN OLEH:
MOSES MAPAREYAU
1811003**

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

2023

**ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO
PADA PENGELASAN GESEK BAJA AISI 4140 DENGAN
VARIASI WAKTU GESEK**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH:

MOSES MAPAREYAU

1811003

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

2023

**ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGELASAN GESEK
BAJA AISI 4140 DENGAN VARIASI WAKTU GESEK**

SKRIPSI



Disusun Oleh:

MOSES MAPAREYAU

1811003

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

2023

**ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGELASAN GESEK
BAJA AISI 4140 DENGAN VARIASI WAKTU GESEK**

SKRIPSI

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

DISUSUN OLEH:

NAMA : MOSES MAPAREYAU

1811003

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGELASAN GESEK
BAJA AISI 4140 DENGAN VARIASI WAKTU GESEK**



DISUSUN OLEH:

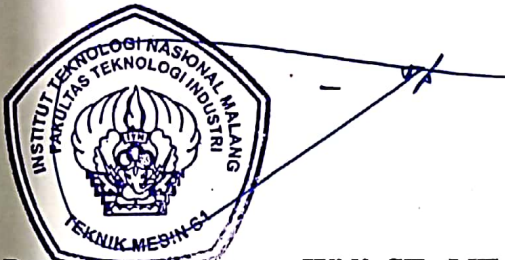
NAMA : MOSES MAPAREYAU

NIM : 1811003

Diperiksa / Disetujui

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



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

NIP. P. 1030400405

Dosen Pembimbing

Gerald Adityo Pohna, ST., M. Eng

NIP. P. 1031500492



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 : **Moses Mapareyau**
NIM : **18.11.003**
Jurusan : **Teknik Mesin S-1**
Judul Skripsi : **Analisis Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Pengelasan Gesek Baja AISI 4140 Dengan Variasi Waktu Gesek.**

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

Hari/Tanggal : **Selasa 31 Januari 2023**

Dengan Nilai :

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Prodi Teknik Mesin S-1

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

NIP.Y.1030400405

Sekretaris

Prodi Teknik Mesin S-1

Febi Rahmadianto, ST., MT.

NIP.Y.1031500490

Anggota Penguji,

Penguji 1

Bagus Setyo Widodo, ST., M.MT.

NIP.P.1032100599

Penguji 2

Tito Arif Sutrisno, S.Pd., MT.

NIP. P. 1032100589

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Moses Mapareyau

Nim : 1811003

Mahasiswa 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.

Malang,

Yang Membuat Pernyataan,

Moses Mapareyau

NIM. 1811003

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Moses Mapareyau
NIM : 1811003
Program Studi : Teknologi Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisis Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Pengelasan Gesek Baja AISI 4140 Dengan Variasi Waktu Gesek.

Dosen Pembimbing: Gerald Adityo Pohan, ST., M. Eng

No	Materi Bimbingan	Waktu	Parf
1	Pengajuan Judul Skripsi	Rabu 23 Maret 2022	
2	Konsultasi BAB I, II dan III	Selasa 12 April 2022	
3	Konsultasi Revisi BAB I, dan BAN II	Selasa 19 April 2022	
4	Konsultasi Revisi BAB II dan BAB III	Rabu 27 April 2022	
5	Daftar Seminar Proposal	Rabu 18 Mei 2022	
6	Seminar Proposal	Selasa 24 Mei 2022	
7	Persiapan Alat dan Bahan	Rabu 20 Juli 2022	
8	Proses Pengambilan Data	Senin 15 Agustus 2022	
9	Konsultasi BAB IV dan V	Kamis 15 September 2022	
10	Konsultasi Revisi BAB IV	Selasa 27 September 2022	
11	Revisi Tabel dan Gambar	Selasa 11 Oktober 2022	
12	Revisi Grafik WELD, HAZ, dan BASE	Senin 17 Oktober 2022	
13	Revisi Isi Tulisan Skripsi	Senin 24 Oktober 2022	
14	Daftar Seminar Hasil	Kamis 27 Oktober 2022	
15	Seminar Hasil	Rabu 2 September 2022	
16	Daftar Ujian Skripsi	Kamis 5 Januari 2023	
17	Ujian Skripsi	Jumat 17 Februari 2023	

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Moses Mapareyau
NIM : 1811003
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisis Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Pengelasan Gesek
Baja AISI 4140 Dengan Variasi Waktu Gesek.

Dosen Pembimbing : Gerald Adityo Pohan, ST., M. Eng.

Tanggal Pengajuan Skripsi : Rabu 23 Maret 2022
Tanggal Penyelesaiannya Skripsi : 21 Februari 2023
Tanggal Dievaluasi Dengan Nilai :

Diperiksa / Disetujui

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1

Dosen Pembimbing



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

NIP. P. 1030400405

Gerald Adityo Pohan, ST., M. Eng

NIP. P. 1031500492

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat Rahmat, Hidayah, serta Karunia-Nya sehingga penulisan ini dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGELASAN GESEK BAJA AISI 4140 DENGAN VARIASI WAKTU GESEK.

Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Strata S-1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari adanya bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Ibu Dr. Eliysa Nursanti, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Bapak Dr. I Komang Astana widi, ST., MT.
4. Dosen Pembimbing Skripsi Institut Teknologi Nasional Malang
Gerald Adityo Pohan, ST, M. Eng.
5. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materi dan spiritual.
6. Seluruh teman-teman mahasiswa mesin S-1 yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dari pembaca demi tercapainya laporan ini dengan baik kedepannya.

Malang,

Peneliti,

Moses Mapareyau

NIM. 1811003

ABSTRAK

ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGELASAN GESEK

BAJA AISI 4140 DENGAN VARIASI WAKTU GESEK

Moses Mapareyau, Gerald Adityo Pohan, ST, M. Eng. Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas
Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Pendahuluan: Manusia membuat kreasi dan inovasi untuk mengembangkan dan memenuhi kebutuhan perkembangan teknologi yang ada. Mereka memperbaiki sifat mekanik dan fisik dari logam yang dipakai sebagai kebutuhan pengembangan industri. Jenis logam yang biasa dipakai adalah baja karena jenisnya yang bervariasi, bersifat kuat, ketahanan aus yang tinggi dan sifat mampu bentuk yang tinggi, sehingga dengan sendirinya akan meningkatkan umur pakai komponen. Tujuan untuk menganalisis sifat kekerasan dan struktur mikro baja AISI 4140 akibat proses hardening pada material. Metode Penelitian yang bersifat pengembangan dan untuk mengetahui apakah ada pengaruh dari kombinasi berupa carburizing dan nitriding yang dilakukan pada spesimen uji baja paduan rendah AISI 4140 Hasil, Kesimpulan, Penambahan temperatur saat proses karbursi dan juga menggunakan media pendingin udara menambah kekerasan yang sangat spesifik dan nilai kekerasan permukaan lapisan yang paling tepi semakin tinggi.

Kata kunci: Kekerasan, Struktur, baja AISI 4140, Variasi Waktu Gesek.

DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN.....	i
LEMBARAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBARAN PERNYATAAN KEALIAN ISI SKRIPSI.....	iv
LEMBARAN BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	v
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GRAFIK.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Pengelasan Gesek.....	6
2.2. Proses Dasar Pengelasan.....	7
2.2.1. Las Gesek (<i>Friction Welding</i>).....	8
2.2.2. Prinsip Kerja Las Gesek.....	8
2.2.3. Kelebihan Dan Kekurangan Las Gesek (<i>Frictio Welding</i>).....	9
2.2.4. <i>Friction Stir Welding</i>	10

2.2.5. <i>Linier Friction Welding</i>	10
2.2.6. <i>Rotary Friction Welding</i>	11
2.3. Baja.....	11
2.3.1. Baja AISI 4140.....	12
2.4. Pengujian Kekerasan	14
2.4.1. Mesin <i>Rockwell</i>	14
2.4.2. Langkah Pengujian <i>Rockwell</i>	15
2.4.3. Uji Kekerasan.....	16
2.4.4. Metode Pengujian.....	16
a. Metode Goresan.....	16
b. Metode Pantulan.....	16
c. Metode Indentasi.....	16
2.4.5. Metode <i>Rockwell</i>	17
2.4.6. Proses Variasi Waktu Uji Kekerasan.....	18
2.5. Pembahasan Struktur Mikro.....	18
a. Analisis Mikroskopi.....	18
b. Analisis Mikroskopi.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
1.1. Diagram Alir Penelitian.....	20
3.1.1 Penjelasan Diagram Alir.....	21
a. Studi Literatur.....	21
b. Persiapan Spesimen Baja AISI 4140.....	21
c. Pengujian Variasi.....	21
1.2. Waktu Dan Tempat Penelitian.....	21
a. Pengujian Kekerasan.....	21
b. Pengujian Struktur Mikro.....	21
c. Pengolahan Data.....	21

d. Pembahasan.....	21
e. Penarikan Kesimpulan.....	22
1.2.1. Tahap Penelitian.....	22
1.2.2. Komponen Penelitian.....	22
1.3. Bahan Dan Alat.....	22
1.3.1. Bahan yang Digunakan.....	22
1.3.2. Alat Yang Digunakan.....	23
a. Kompresor.....	23
b. <i>Tacometer</i>	23
c. Gerinda.....	24
d. Mesin Bubut.....	24
e. <i>Air Chuck Inflator</i>	24
f. Jangka Sorong.....	25
g. Baja AISI 4140.....	25
1.3.3. Proses Pengelasan Gesek.....	25
1.3.4. Motor Listrik.....	26
1.4. Proses Uji Kekerasan.....	27
a. <i>Mesin Rockwell</i>	27
b. Mikro Struktur.....	28
1.4.1. Bahan.....	28
a. Ukuran Spesimen Pengujian.....	28
b. Titik Pengujian Struktur Mikro.....	29
c. Spesimen Uji Setengah Jadi.....	29
d. Spesimen Jadi.....	30
1.5. Prosedur Penelitian.....	30
1.5.1. Sampel Penelitian.....	30
1.6. Variabel Penelitian.....	30
1.6.1. Variabel Bebas.....	30
1.6.2. Variabel Terikat.....	30

1.6.3. Variabel Kontrol.....	30
1.7. Proses Pengelasan.....	31
1.7.1. Proses Pengujian.....	31
1.7.2. Pengujian Kekerasan.....	32
1.7.3. Pengujian Struktur Mikro.....	33
1.8. Pengertian Pengelasan Gesek Dan <i>Rockwell</i>	34
a. Pengelasan Gesek(<i>Friction Welding</i>).....	34
b. Metode <i>Rockwell</i>	34
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
1.1. Hasil Pengujian Pengelasan Gesek Pada Material.....	35
1.2. Hasil Pengelasan Gesek.....	36
1.3. Pengolahan Data Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	36
1.3.1. Data Hasil Uji Struktur Mikro.....	36
a. Foto Pengamatan Struktur Mikro.....	37
1. Daerah <i>Weld</i> kiri.....	37
2. Daerah <i>Weld</i> Kanan.....	38
b. Foto Pengamatan Struktur Mikro.....	39
1. Daerah <i>HAZ</i> Kiri.....	39
2. Daerah <i>HAZ</i> Kanan.....	40
c. Foto Pengamatan Struktur Mikro.....	41
1. Daerah <i>Base</i> Kiri.....	41
2. Daerah <i>Base</i> Kanan.....	42
1.3.2. Pembahasan Foto Pengamatan Struktur Mikro.....	43
a. Martenst (<i>Martensite</i>).....	43
b. Ferrit (<i>ferrite</i>).....	44
c. Perlit (<i>Perlte</i>).....	44
1.3.3. Analisa Dan Pembahasan Pengujian Struktur Mikro.....	44
1.4. Pengolahan Data Uji Kekerasan.....	46
1.4.1. Data Kekerasan <i>Rockwell</i>	46

1.4.2. Analisa Dan Pembahan Pengujian Kekerasan.....	49
1.4.3. Analisa Kekerasan Pada Setiap Spesimen.....	50
a. Daerah <i>WELD</i>	50
b. Daerah <i>HAZ</i>	50
c. Daerah <i>BASE</i>	51
1.5. Nilai Pebanding Rata-Rata <i>Rockwell</i>	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1. Kesimpulan.....	53
5.2. Saran.....	53
5.3. DAFTAR PUSTAKA.....	55
5.4. Lampiran.....	57
A. Bio Data Penulis.....	57
B. Riwayat Pendidikan.....	57
LAMPIRAN A TABEL PENGUJIAN KEKERASAN <i>ROCKWELL</i>	58
LAMPIRAN B GAMBAR MATERIAL BAJA AISI 4140.....	60
LAMPIRAN C ALAT DAN BAHAN.....	61
LEMBAR DATA STRUKTUR MIKRO A.....	62
LEMBAR DATA STRUKTUR MIKRO B.....	63
LEMBAR DATA STRUKTUR MIKRO C.....	64
LEMBARA DATA PENGUJIAN KEKERASAN <i>ROCKWELL</i>	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Sistem Pengelasan Gesek.....	9
Gambar 2.2. <i>Friction Stir Welding</i>	10
Gambar 2.3. <i>Linier friction welding</i>	10
Gambar 2.4. Proses Pengelasan.....	11
Gambar 2.5. Mesin Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	15
Gambar 2.6. Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	17
Gambar 3.1. Diagram Alir.....	20
Gambar 3.2. Kompresor.....	23
Gambar 3.3. <i>Tacometer</i>	23
Gambar 3.4. Gerinda.....	24
Gambar 3.5. <i>Air Chuck Inflator</i>	24
Gambar 3.6. Jangka Sorong.....	25
Gambar 3.7. Baja AISI 4140.....	25
Gambar 3.8. Mesin Pengelasan Gesek.....	26
Gambar 3.9 Motor Listrik.....	27
Gambar 3.10. Mesin <i>Rockwell</i>	27
Gambar 3.11. A Mikroskop Logam.....	28
Gambar 3.12. Ukuran Spesimen Pengujian.....	28
Gambar 3.13. Titik Pengujian Struktur Mikro.....	29
Gambar 3.14. Spesimen Setenga Jadi.....	29
Gambar 3.15. Spesimen Jadi.....	30
Gambar 3.16. Skema Alat <i>Direct Drive Frition Welding</i>	31

Gambar 3.17. Daerah Pengujian Kekerasan.....	32
Gambar 3.18. Spesimen Uji Struktur Mikro.....	33
Gambar 4.1. Hasil Pengelasan Gesek.....	36
Gambar 4.2. Foto Pengamatan Struktur Mikro <i>Weld Kiri</i>	37
Gambar 4.3. Foto Pengamatan Struktur Mikro <i>Weld Kanan</i>	38
Gambar 4.4. Foto Pengamatan Struktur Mikro <i>HAZ Kiri</i>	39
Gambar 4.5. Foto Pengamatan Struktur Mikro <i>HAZ Kanan</i>	40
Gambar 4.6. Foto Pengamatan Struktur Mikro <i>Base Kiri</i>	41
Gambar 4.7. Foto Pengamatan Struktur Mikro <i>Base Kanan</i>	42

DAFTAR TABEL

Gambar Tabel 2.1 Komposisi Kimia Baja AISI 4140.....	13
Gambar Tabel 3.1 Parameter Pengujian.....	31
Gambar Tabel 3.2 Data Uji Kekerasan.....	32
Gambar Tabel 4.1. Spesifikasi Yang Di Pakai Pengelasan Gesek.....	35
Gambar Tabel 4.2. Faktor Setting Level Rata Tengah.....	36
Gambar Tabel 4.3. Data Hasil Uji Kekerasan.....	44

DAFTAR GRAFIK

Gambar Grafik 4.1. Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	47
Gambar Grafik 4.2. Daerah <i>Weld</i>	48
Gambar Grafik 4.3. Daerah <i>HAZ</i>	48
Gambar Grafik 4.4. Daerah <i>Base</i>	49