

**ANALISIS PENGARUH VARIASI VISKOSITAS OLI
PADA PROSES *HEAT TREATMENT* TERHADAP
NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO SCM 440**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik Program
Pendidikan Strata Satu



Oleh:

HILAL HINDRALOKA

41187001180087

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM 45

BEKASI

2025

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH VARIASI VISKOSITAS OLI PADA PROSES *HEAT TREATMENT* TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO SCM 440

Dipersiapkan dan disusun oleh

HILAL HINDRALOKA

41187001180087

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
pada tanggal 16 Mei 2025

Disetujui oleh

Pembimbing I



Aep Surahito, S.T., M.T.
45114082009025

Pembimbing II



Fatimah Dian Ekawati, S.T., M.T.
45102012018001

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Bekasi, 16 Mei 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng.
45101032013007

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Dipertahankan di depan tim penguji sidang skripsi dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi

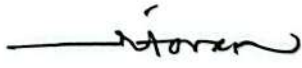
ANALISIS PENGARUH VARIASI VISKOSITAS OLI PADA PROSES *HEAT TREATMENT* TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO SCM 440

Nama : HILAL HINDRALOKA
NPM : 41187001180087
Program Studi : Mesin S-1
Fakultas : Teknik

Bekasi, 16 Mei 2025

Tim Penguji

Anggota Dewan Penguji:

- | Nama | Tanda Tangan |
|---|--|
| 1. Yopi Handoyo, S. Si., M.T.
45101102010017 | 
..... |
| 2. Paridawati, S.T., M.T.
45114082009024 | 
..... |
| 3. H Ahsan, S Pd, MT
45502012018051 | 
..... |

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hilal Hindraloka
NPM : 41187001180087
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknik
Email : hilalhindraloka25@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul **“Analisis Pengaruh Variasi Viskositas Oli Pada Proses Heat Treatment Terhadap Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro Scm 440”** bebas dari plagiarisme. Rujukan penulis sudah dengan teknik penulisan karya ilmiah yang berlaku umum.

Apabila dikemudian hari dapat di buktikan adanya unsur plagiarisme tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Bekasi, 14 Mei 2025



Hilal Hindraloka

41187001180087

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulisan panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, sebagai salah satu syarat akademis yang wajib ditempuh mahasiswa dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Mesin di fakultas teknik Universitas Islam "45" Bekasi.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberi bimbingan, bantuan, dan dukungan moril maupun materiil sehingga memudahkan penulisan dalam penyelesaiannya. Dan skripsi ini tidak terwujud tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Riri Sadiana, S.Pd., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi.
2. Bapak R.Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S1 Universitas Islam "45" Bekasi.
3. Bapak Aep Surahto, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu dan memberikan pengarahan pada penulisan dalam penyusunan laporan ini.
4. Ibu Fatimah Dian Ekawati, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dan memberikan pengarahan pada penulisan dalam penyusunan laporan ini.
5. Kedua Orang Tua saya atas dukungan dan doa yang tiada henti-hentinya diberikan sepanjang perjalanan perkuliahan hingga penulisan skripsi ini. Tanpa bantuan dan dorongan mereka, saya mungkin tidak akan mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Seluruh teman-teman Teknik Mesin 18.
7. Diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih karena terus berusaha dan tidak menyerah, serta senantiasa menikmati setiap

prosesnya yang bisa dibilang tidak mudah. Terima kasih sudah berjuang.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi semua pihak yang membutuhkan.

Bekasi, 14 Mei 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of several vertical strokes followed by a horizontal line and a small flourish.

Hilal Hindraloka

41187001180087

ABSTRAK

Stud bolt pada part yang digunakan untuk aplikasi penyambungan pipa besi diperlukan perlakuan panas khusus penggunaan penyambungan pipa minyak dan gas, SCM440 biasa diaplikasikan sebagai *spare part* mesin dan *stud bolt* karena kekerasannya. Tujuan penelitian ini ingin mengetahui pengaruh media *quenching* variasi viskositas oli terhadap kekerasan dan struktur mikro material baja SCM 440. Dalam penelitian ini, baja SCM440 diberikan perlakuan *hardening* pada suhu 850°C dengan penahanan waktu 1 jam, dan di *quenching* menggunakan variasi viskositas oli SAE 40w, SAE 50w, SAE 80w, dan di tempering pada suhu 600°C selama 1 jam. Hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh secara linier antara tingkat kekerasan dengan tinggi nilai viskositas oli. Kekerasan baja SCM440 meningkat dengan semakin tinggi nilai viskositas pada oli, secara berurutan besar nilai kekerasan pada viskositas oli SAE 40w, SAE50w, SAE80w diperoleh nilai kekerasan 267,07 HV, 286,52 HV, 329,84 HV, dan diikuti analisis struktur mikro yang cenderung mengalami perubahan dari *pearlite* menjadi *cementite* dan banyaknya unsur *martensite* dengan semakin besar nilai viskositas oli.

Kata Kunci : Stud bolt, SCM440, Viskositas oli, Struktur mikro

ABSTRAK

Stud bolt on the part used for iron pipe connection applications requires special heat treatment use of oil and gas pipeline connection, SCM440 is commonly applied as a spare part of the machine and the stud bolt due to its toughness. The purpose of this research is to know the influence of the quenching media variations in the viscosity of the oil on the strength and microstructure of the steel material SCM 440. In this study, the steel SCM440 was treated with hardening at a temperature of 850°C with a retention time of 1 hour, and was quenched using variations in SAE 40w, SAE 50w, and SAE 80w oil viscosity, and tempered at 600°C for 1 hour. The strength of SCM440 steel increases with the higher viscosity of the oil, in a large sequence the strength of the SAE 40w, SAE50w and SAE80w oil viscosities obtained strength values 267,07 HV, 286,52 HV, 329,84 HV, and followed by the analysis of micro structures that tend to change from pearlite to cementite and the abundance of martensite elements with increasing values of oil viscosity.

Key Words : Stud bolt, SCM440, Viscosity of the oil, Micro structures

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Baja	6
2.2 Klasifikasi Baja.....	6
2.2.1 Baja Paduan (<i>Alloy Steel</i>)	6
2.2.2 Baja Karbon	7
2.3 Pengaruh Unsur Terhadap Baja	8
2.4 Baja SCM 440	9
2.5 Sifat Mekanik Baja	11
2.6 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	13
2.7 Transformasi fasa Fe ₃ C.....	15
2.8 <i>Heat Treatment</i>	19
2.8.1 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	20
2.8.2 Tujuan Proses <i>Heat Treatment</i>	26
2.9 Media Pendingin.....	27
2.9.1 Viskositas Oli.....	27
2.10 Pengujian Sifat Mekanik dan Metalografi.....	34

2.10.1 Struktur micro.	34
2.10.2 Pengujian Kekerasan (<i>Brinell</i>)	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	40
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	40
3.2 Tempat Penelitian	41
3.3 Bahan Penelitian	41
3.4 Alat Penelitian.....	43
3.5 Spesimen Penelitian	46
3.6 Variabel Penelitian	46
3.7 Tahap Penelitian.....	47
3.7.1 Tahapan Pembentukan Spesimen Uji	47
3.7.2 Proses <i>Hardening</i>	48
3.7.3 Proses <i>Quenching</i> Viskositas Oli	49
3.7.4 Proses <i>Tempering</i>	50
3.8 Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik.....	50
3.8.1 Pengujian Kekerasan	51
3.8.2 Pengujian Struktur Micro.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Hasil Proses Heat treatment.....	53
4.2 Hasil Pengujian Kekerasan.....	54
4.2.1 Analisis Pengujian kekerasan.....	55
4.2.2 Analisis Perhitungan Pengujian Kekerasan	57
4.3 Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	58
4.4 Pembahasan`	62
4.4.1 Pembahasan hasil pengujian kekerasan.....	62
4.4.2 Pembahasan hasil pengujian Struktur mikro.....	63
BAB V PENUTUP	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia Pada Material SCM 440.....	10
Tabel 2. 2 Catalog SCM 440.....	11
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kekerasan Spesimen Tanpa Perlakuan.	55
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kekerasan Spesimen Oli SAE 40.....	56
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Quenching Oli SAE 50	56
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kekerasan Spesimen Oli SAE 80.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Aplikasi Stud Bold Pada Pipa Besi	2
Gambar 2.1 Diagram Fe_3C	14
Gambar 2.2 (BCC) Struktur Mikro Baja Pada Fasa Ferrite	16
Gambar 2.3 Struktur Mikro Baja FCC Pada Fasa Austenite	17
Gambar 2.4 Susunan Atom Fase Cementite Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah (0,25% C).....	17
Gambar 2.5 Struktur Mikro Fasa Perlite	18
Gambar 2.6 Mikro Struktur Fasa Martensite.....	19
Gambar 2.7 Mekanisme Salt Bath Furnace.....	22
Gambar 2.8 Hubungan Waktu Terhadap Temperatur Tempering.	25
Gambar 2.9 Mesin Mounting Dan Hasil Mounting	34
Gambar 2.10 Mesin Grinda Dan Poles Permukaan Sampel.....	35
Gambar 2.11 Alat Mikroskop Dan Hasil Pengamatan Uji	35
Gambar 2.12 Mekanisme Pengujian Vickers E92.....	36
Gambar 2.13 Jarak Uji Dalam Hardness Vickers Test E92.	38
Gambar 3.1 Tungku Salt Bath	43
Gambar 3.2 Mesin Bubut	43
Gambar 3.3 Mikro Vickers Tester.....	44
Gambar 3.4 Struktur Mikro Test.....	44
Gambar 3.5 Viskositas Oli SAE40, SAE60, SAE80.....	44
Gambar 3.6 Termometer Digital	45
Gambar 3.7 Jig Pipa Besi Untuk Quenching Oli	45
Gambar 3.8 Sarung Tangan Anti Panas	45
Gambar 3.9 Stopwatch	45
Gambar 3.10 Tang Penjepit	46
Gambar 3.11 Spesimen Baja SCM440.....	46

Gambar 3.12 Bentuk Spesimen Uji Baja SCM440.....	47
Gambar 3.13 Proses Hardening Menggunakan Salt Bath Furnace, Dengan Suhu 850C	48
Gambar 3.14 Proses Quenching Baja SCM440 Dengan Variasi Viskositas Oli....	50
Gambar 3. 15 micro structure cutting area dan pembuatan mounting	52
Gambar 4.1 Spesimen Hasil Heat Treatment Dengan Variasi Viskositas Oli.....	53
Gambar 4.2 Spesimen Uji Kekerasan, Dengan Jarak Minimum 2,9dv.....	54
Gambar 4.3 Sempel Baja Pengujian Struktur Mikro	59
Gambar 4.4 Spesimen Baja SCM440 Tanpa Perlakuan, Dengan Perbesaran X500	59
Gambar 4.5 Spesimen Baja SCM440 Heat Treatment Suhu 850c Quenching Oli SAE 40, Tampering Suhu 600, Waktu Penahanan 60 Menit	60
Gambar 4.6 Spesimen Baja SCM440 Heat Treatment Suhu 850c Quenching Oli SAE 60, Tampering Suhu 600, Waktu Penahanan 60 Menit	60
Gambar 4.7 Spesimen Baja SCM440 Heat Treatment Suhu 850c Quenching Oli SAE 80, Tampering Suhu 600, Waktu Penahanan 60 Menit	61
Gambar 4.8 Grafik Data Pengujian Kekerasan.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Formulir Pendaftaran Sidang Skripsi	69
Lampiran 1.3 sertifikat Baja SCM 440/ Aisi 4140.....	70
Lampiran 1.4 Data Hasil Pengujian Kekerasan.....	70
Lampiran 1.5 Data hasil pengujian struktur mikro	70