

**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:

MUHAMMAD ALFAHREZY DAFFA

41187001190061

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM "45"

BEKASI

2024

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Analisis Pengaruh Variasi Viskositas Oli Pada Proses Heat Treatment Terhadap Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro Scm 440
Nama : Muhammad Alfahrezy Daffa
NPM : 41187001190061
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknik

Bekasi, 28 Oktober 2024

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Novi Laura Indrayani, S.Si., M.Eng.

45104052015010

Ahsan, S.Pd., M.T.

45502012018051

Mengetahui,

Ketua Program Studi

R. Hengki Raimanto S.T., M.Eng

45101032013007

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian sidang Skripsi
sebagai jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas "45" Bekasi

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

Nama : Muhammad Alfahrezy Daffa
NPM : 41187001190061
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Fakultas Teknik

Bekasi, 28 Oktober 2024

Tim penguji

	Nama	Tanda tangan
Penguji I	: Aep Surahto, S.T., M.T 4514082009024	
Penguji II	: R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng 45101032013007	
Penguji III	: Riri Sadiana, S.Pd., M.Si 45104052015009	

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Alfahrezy Daffa
NPM : 41187001190061
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknik
Email : alrezzydaffa@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, 28 Oktober 2024

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Alfahrezy Daffa

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. Ibu Novi Laura Indrayani, S.Si., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu dan memberikan pengarahan pada penulisan dalam penyusunan laporan ini.
4. Bapak Ahsan, S.Pd., 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 19 dan Mesin Boston yang telah membantu serta mendukung dalam pembuatan skripsi ini.

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, 28 Oktober 2024

Muhammad Alfahrezy Daffa

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 60w, 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, SAE60w, 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 60w, 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, SAE60w 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>Vickers</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	Error! Bookmark not defined.
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 60	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 ₃ C.....	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 1.2 Form 02.....	70
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