

**ANALISIS PENGARUH WAKTU TAHAN PROSES
HARDENING TERHADAP KEKERASAN BAJA
SCM440 DENGAN MEDIA PENDINGIN OLI**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana
teknik Program Pendidikan Strata Satu**



Oleh:

ARDA DYAN PRAMUDYA

41187001180058

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK

MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS

ISLAM "45" BEKASI

2025

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH WAKTU TAHAN PROSES *HARDENING* TERHADAP KEKERASAN BAJA SC440 DENGAN MEDIA PENDINGIN OLI

Dipersiapkan dan disusun oleh

ARDA DYAN PRAMUDYA

41187001180058

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
pada tanggal 20 Mei 2025

Disetujui oleh

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Novi Laura Indrayani, ST., M.Eng.
45104052015010

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

Bekasi, 20 Mei 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



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

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

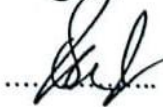
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian sidang Skripsi
sebagai jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas “45” Bekasi

ANALISIS PENGARUH WAKTU TAHAN PROSES HARDENING TERHADAP KEKERASAN BAJA SC440 DENGAN MEDIA PENDINGIN OLI

Nama : Arda Dyan Pramudya
NPM : 41187001180058
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Fakultas Teknik

Bekasi, 20 Mei 2025

Tim penguji

	Nama	Tanda tangan
Penguji I	: <u>Riri Sadiana, S Pd., M.Si</u> 45104052015009	
Penguji II	: <u>Yopi Handoyo, S. Si., M.T.</u> 45101102010017	
Penguji III	: <u>Paridawati, ST., M.T.</u> 45114082009024	

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arda Dyan Pramudya
NPM : 41187001180058
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknik
Email : ardadyanp@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul **“Analisis Pengaruh Waktu Tahan Proses Hardening Terhadap Kekerasan Baja SC440 Dengan Media Pendingin OLI ”** 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, 20 Mei 2025

Yang membuat pernyataan,

The image shows an official stamp of the Faculty of Engineering (Fakultas Teknik) with the text 'METERAI TEMPEL' and 'FBAMX412240623'. Overlaid on the stamp is a handwritten signature in black ink.

Arda Dyan Pramudya

(41187001180058)

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. Selaku Dosen Pembimbing **Fatimah Dian Ekawati, ST., M.T.** yang telah membantu dan memberikan pengarahan pada penulisan dalam penyusunan laporan ini.
4. Selaku Dosen Pembimbing **Novi Laura Indrayani, ST., M.T.** 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.

8. Kepada seseorang yang tidak kalah penting kehadirannya, Jihan Ananda Chaerunnisa, Terimakasih telah menjadi bagian dalam proses perjalanan penulis menyusun skripsi, Berkontribusi baik tenaga, waktu, menemani, mendukung, serta menghibur penulis dalam kesedihan. Mendengarkan keluh kesah dan menyakinkan penulis untuk pantang menyerah hingga penyusunan skripsi ini terselesaikan.

Bekasi, 20 Mei 2025



Arda Dyan Pramudya

41187001180058

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>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 Sertifikat Baja SCM 440	69
Lampiran 1.2 Laporan Pengujian.....	70
Lampiran 1.3 Hasil Pengujian Sample raw material dan sample A.....	71
Lampiran 1.4 Hasil Pengujian Sample B.....	72
Lampiran 1.5 Data Pengujian Kekerasan Brinell.....	73
Lampiran 1.6 Hasil Pengujian Brinell Dan Metalografi.....	74

Lampiran 7. Kartu Bimbingan



KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM "45" BEKASI

Nama Mahasiswa : Arda Dyan Pramudya
 NPM : 91187001180058
 Program Studi : Teknik Mesin S1
 Judul Tugas Akhir / Skripsi : Analisis Pengaruh Tahan Proses Hardening Terhadap Kekerasan Baja SPM440 dengan media oli
 Dosen Pembimbing I : Fatimah Dian Ekawati, S.T., M.T
 Dosen Pembimbing II : Novi Laura Indrayoni

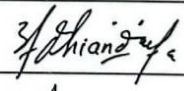
NO	HARI, TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
1	14 April 2023	Mencari Referensi Penelitian	<i>[Signature]</i>
2	Rabu / 16	Perbaikan Bab I	<i>[Signature]</i>
3	Kemis / 17	Perbaikan Bab II	<i>[Signature]</i>
4	Jumat / 18	Pemantaban Referensi bab II	<i>[Signature]</i>
5	Selasa / 22	Perbaikan Penulisan Bab III	<i>[Signature]</i>
6	Rabu / 23	Perbaikan Grafik	<i>[Signature]</i>
7	Jumat / 25	Perbaikan Bab IV	<i>[Signature]</i>
8	Senin / 28	Perbaikan Bab V	<i>[Signature]</i>
9	Selasa / 29	Perbaikan Penulisan V	<i>[Signature]</i>
10	Rabu / 30	Perbaikan Letter Binding	<i>[Signature]</i>

Lampiran 8. Kartu Bimbingan

NO	HARI, TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
11	Senin /5	Perbaikan Tujuan Penelitian	Mu
12	Kemis /8	Perbaikan penulisan Bab <u>IV</u>	Mu
13	Jum'at /9	Bab <u>II</u> Penambahan Referensi	Mu
14	Rabu /14	Bab <u>III</u> penulisan	Mu
15	Jum'at /16	Bab <u>IV</u> penulisan Perbaikan	Mu
16	Senin /19	Bab <u>V</u> Perbaikan Kesimpulan	Mu
17			
18			

Catatan : 1. Bimbingan Laporan Tugas Akhir / Skripsi Minimal 8 kali.
2. Buku Referensi minimal 5 diambil dari perpustakaan Fakultas atau Universitas dan ditunjukkan saat sidang Tugas Akhir / Skripsi.

Disetujui Untuk Mengikuti Ujian Sidang

	Tanggal	Tanda Tangan
Pembimbing I	Fatimah Plan Fikawati	
Pembimbing II	Novi Larra Indrayani	

Bekasi, 20-5-2025
Ketua Program Studi,


R. Hengki R. ST MEy