

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN
PROSES *HEAT TREATMENT* PADA BAJA AISI 4140
TERHADAP KETAHANAN KOROSI DAN KEKERASAN
UNTUK APLIKASI *HYDRAULIC CYLINDER RODS***



**PENDIDIKAN VOKASIONAL TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN I

Judul : Analisis Pengaruh Variasi Media Pendingin Proses *Heat Treatment* Pada Baja AISI 4140 Terhadap Ketahanan Korosi dan Kekerasan untuk Aplikasi *Hydraulic Cylinder Rods*

Penyusun : Tegar Firman Pamungkas

NIM : 1502621032

Pembimbing 1 : Drs. Sopiyan, M.Pd.

Pembimbing 2 : Drs. Syaripuddin, M.Pd.

Tanggal ujian : 21 Juli 2025

Disetujui Oleh,

Pembimbing 1



Drs. Sopiyan, M.Pd.

NIP. 196412231999031002

Pembimbing 2

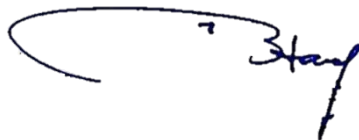


Drs. Syaripuddin, M.Pd.

NIP. 196703211999031001

Mengetahui,

Koorpordi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta



Dr. Phil. Imam Mahir, M.Pd.

NIP. 198404182009121002

LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : Analisis Pengaruh Variasi Media Pendingin Proses *Heat Treatment* Pada Baja AISI 4140 Terhadap Ketahanan Korosi dan Kekerasan untuk Aplikasi *Hydraulic Cylinder Rods*

Penyusun : Tegar Firman Pamungkas

NIM : 1502621032

Pembimbing 1 : Drs. Sopiyan, M.Pd.

Pembimbing 2 : Drs. Syaripuddin, M.Pd.

Tanggal ujian : 21 Juli 2025

Disetujui Oleh,

Pembimbing 1



Drs. Sopiyan, M.Pd.

NIP. 196412231999031002

Pembimbing 2



Drs. Syaripuddin, M.Pd.

NIP. 196703211999031001

Pengesahan Panitia Seminar Proposal

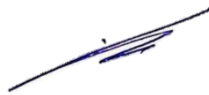
Ketua Sidang



Dr. Imam Basori, M.T.

NIP. 197906072008121003

Sekretaris Sidang



Dr. Ferry Budhi S., M.T., M.Si.

NIP. 198202022010121002

Dosen Ahli



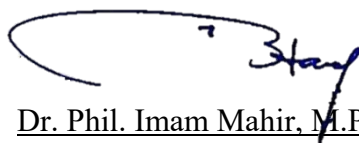
Ir. Yunita Sari, M.T., M.Si.

NIP. 196806062005012001

Mengetahui,

Koorprodi Pendidikan Teknik Mesin

Universitas Negeri Jakarta



Dr. Phil. Imam Mahir, M.Pd.

NIP. 198404182009121002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Tegar Firman Pamungkas
No Registrasi : 1502621032
Tempat,tanggal lahir : Jakarta, 04 Juli 2003
Alamat : Jl. Otto Iskandardinata 18, Rt/Rw 002/013 No.6,
Bidara Cina, Jatinegara, Jakarta Timur, DKI Jakarta
13330

Dengan ini saya menyatakan bahwa,

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Tegar Firman Pamungkas

NIM. 1502621032



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Tegar Firman Pamungkas
NIM : 1502621032
Fakultas/Prodi : Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : tegarfirmanpamungkas@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

“ANALISIS PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PROSES *HEAT TREATMENT* PADA BAJA AISI 4140 TERHADAP KETAHANAN KOROSI DAN KEKERASAN UNTUK APLIKASI *HYDRAULIC CYLINDER RODS*”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 29 Juli 2025

(Tegar Firman Pamungkas)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga skripsi dengan judul **“Analisis Pengaruh Variasi Media Pendingin Proses *Heat Treatment* Pada Baja AISI 4140 Terhadap Ketahanan Korosi dan Kekerasan untuk Aplikasi *Hydraulic Cylinder Rods*”** dapat diselesaikan dengan baik dan benar. Skripsi ini merupakan syarat guna mendapatkan gelar sarjana pendidikan di Universitas Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, Penulis mendapat banyak bantuan, pengarahan, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

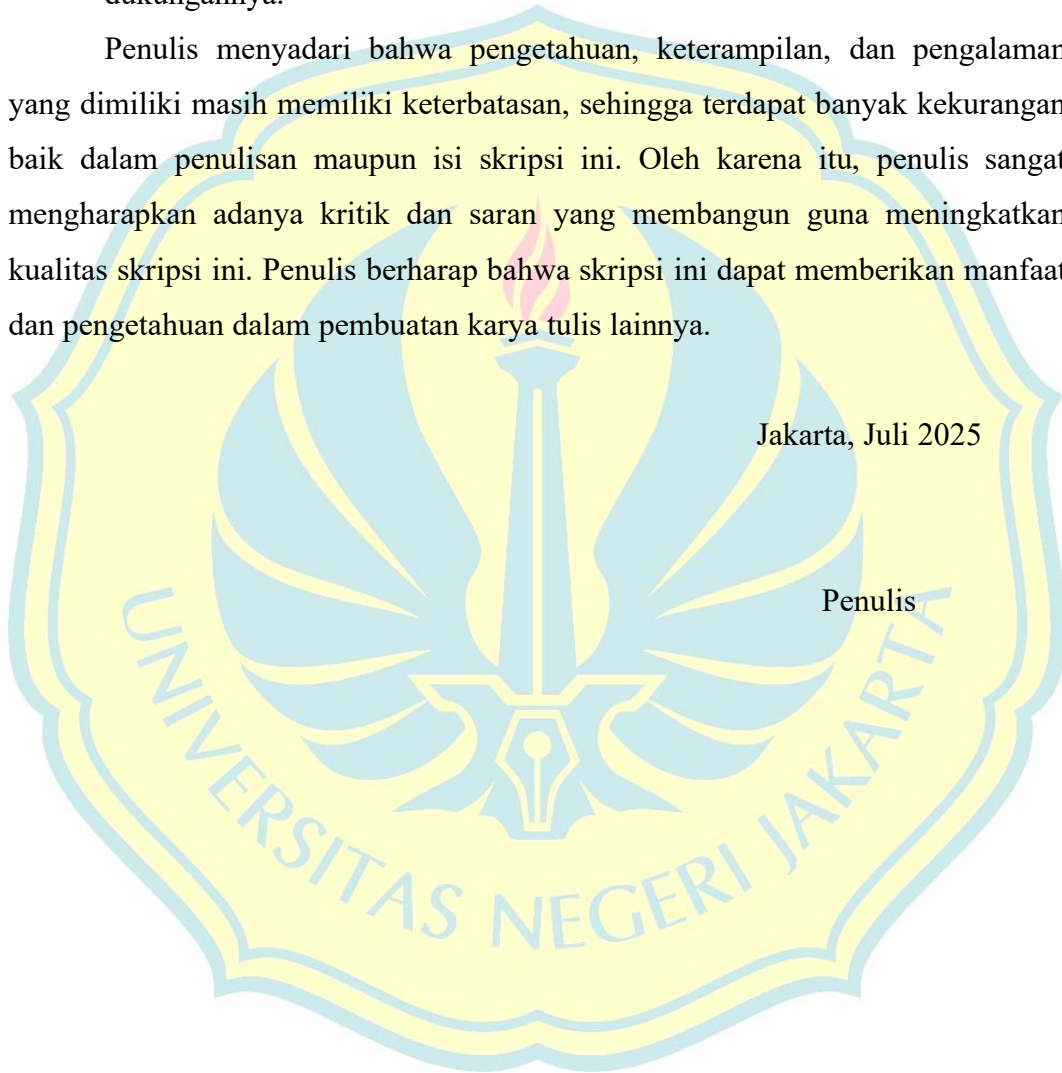
1. Bapak Dr. Phil. Imam Mahir, M.Pd., selaku Koordinator Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta,
2. Bapak Drs. Sopiyan, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis,
3. Bapak Drs. Syaripuddin, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis,
4. Ibu Ir. Yunita Sari, M.T., M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis.
5. Bapak Dr. Ferry Budhi S, M.T., M.Si. atas saran dan dukungan yang diberikan selama membimbing penulis menyelesaikan proposal ini,
6. Ibu Rani Anggrainy, S.Pd., M.T., atas saran dan dukungan yang diberikan selama membimbing penulis menyelesaikan proposal ini,
7. Seluruh Dosen, Staf Tata Usaha, Staf Laboratorium, serta Karyawan Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan perkuliahan, dan bimbingan serta bantuan secara langsung maupun tidak langsung,
8. Kedua orang tua tercinta bapak Suparlan dan ibu Siti Khofsotun dengan penuh kasih sayang, doa, dukungan, dan motivasi tanpa henti, baik secara moral maupun material, telah memberikan penulis kekuatan untuk menyelesaikan pendidikan dan proposal ini dengan baik,
9. Saudara tercinta terima kasih atas segala doa, perhatian, serta motivasi yang diberikan menjadi sumber semangat, dukungan, serta panutan dalam kehidupan penulis,

10. Fuad Ansori dan Zulfah Indriasti selaku teman seperjuangan dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi, yang telah memberikan dukungan, semangat, dan kerja sama yang sangat berarti selama masa penyelesaian tugas akhir ini,
11. Seluruh teman-teman Pendidikan Teknik Mesin 2021, baik yang masih aktif maupun yang sudah menjadi alumni yang telah memberikan bantuan serta dukungannya.

Penulis menyadari bahwa pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman yang dimiliki masih memiliki keterbatasan, sehingga terdapat banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun isi skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun guna meningkatkan kualitas skripsi ini. Penulis berharap bahwa skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan dalam pembuatan karya tulis lainnya.

Jakarta, Juli 2025

Penulis



ANALISIS PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PROSES *HEAT TREATMENT* PADA BAJA AISI 4140 TERHADAP KETAHANAN KOROSI DAN KEKERASAN UNTUK APLIKASI *HYDRAULIC CYLINDER RODS*

Tegar Firman Pamungkas

Dosen Pembimbing: Drs. Sopiyan, M.Pd. dan Drs. Syaripuddin, M.Pd.

ABSTRAK

Baja AISI 4140 merupakan baja paduan yang banyak digunakan dalam aplikasi teknik karena memiliki kombinasi kekuatan dan ketahanan aus yang baik. Salah satu metode untuk meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan korosi baja ini adalah melalui proses perlakuan panas (*heat treatment*), khususnya *quenching*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan dan ketahanan korosi baja AISI 4140 untuk aplikasi *hydraulic cylinder rods*. Proses perlakuan panas dilakukan dengan pemanasan pada suhu 850°C selama 60 menit menggunakan tungku listrik, kemudian dilanjutkan dengan proses *quenching* menggunakan tiga jenis media pendingin, yaitu aquadest, oli SAE 10W-40, dan larutan garam 5%. Setelah proses *quenching*, dilakukan pengujian struktur mikro menggunakan mikroskop optik, pengujian kekerasan menggunakan metode Vickers, serta uji korosi dengan metode *weight loss* dalam larutan NaCl 3,5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media larutan garam 5% menghasilkan kekerasan tertinggi sebesar 762,4 HV dan laju korosi terendah sebesar 76,03 mpy. Hal ini disebabkan oleh laju pendinginan yang lebih cepat sehingga membentuk struktur martensit yang lebih banyak dan merata. Dengan demikian, larutan garam 5% dinilai sebagai media pendingin paling efektif untuk meningkatkan sifat kekerasan dan ketahanan korosi baja AISI 4140 pada aplikasi *hydraulic cylinder rods*.

Kata Kunci: Air suling, air garam, oli mesin, tungku listrik

***THE EFFECT OF COOLING MEDIA VARIATIONS DURING HEAT
TREATMENT ON THE CORROSION RESISTANCE AND HARDNESS OF
AISI 4140 STEEL FOR HYDRAULIC CYLINDER ROD APPLICATIONS***

Tegar Firman Pamungkas

Supervisors: Drs. Sopiyan, M.Pd. and Drs. Syaripuddin, M.Pd.

ABSTRACT

AISI 4140 steel is a widely used alloy steel in engineering applications due to its excellent combination of strength and wear resistance. One effective method to enhance its mechanical properties and corrosion resistance is through heat treatment, particularly quenching. This study aims to analyze the effect of different quenching media on the hardness and corrosion resistance of AISI 4140 steel for hydraulic cylinder rod applications. The heat treatment process was conducted by heating the samples at 850°C for 60 minutes using an electric furnace, followed by quenching in three types of media: distilled water, SAE 10W-40 oil, and 5% saline solution. After quenching, the microstructure was examined using an optical microscope, hardness was tested using the Vickers method, and corrosion resistance was evaluated using the weight loss method in 3.5% NaCl solution. The results showed that the 5% saline solution produced the highest hardness value of 762.4 HV and the lowest corrosion rate of 76.03 mpy. This is attributed to the faster cooling rate, which led to a greater and more uniform formation of martensitic structure. Therefore, the 5% saline solution is considered the most effective quenching medium to improve both hardness and corrosion resistance of AISI 4140 steel for hydraulic cylinder rod applications.

Keywords: Distilled Water, Saline Water, Engine Oil, Electric Furnace

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	i
LEMBAR PENGESAHAN II	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.6.1 Manfaat Teoritis	4
1.6.2 Manfaat Praktis	5
BAB II KAJIAN TEORI	6
2.1 Baja	6
2.2 Baja AISI 4140	6
2.3 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	7
2.3.1 Media Pendingin	9
2.4 Diagram Fasa Fe-C	10
2.5 Diagram <i>Continuous Cooling Transformation</i> (CCT)	11
2.6 Pengujian Weight Loss	13
2.7 Pengujian <i>Vickers</i>	14
2.8 Pengamatan Struktur Mikro	15
2.9 Penelitian Relevan	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18

3.1	Waktu dan Tempat	18
3.2	Alat dan Bahan	18
3.3	Diagram Alir Penelitian	20
3.4	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	21
3.4.1	Studi Literatur	21
3.4.2	Persiapan Material	21
3.4.3	Perlakuan Panas.....	22
3.4.4	Pengujian Sampel	23
3.5	Teknik Analisis Data.....	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1	Hasil Struktur Mikro AISI 4140.....	27
4.2	Hasil Uji Kekerasan AISI 4140.....	28
4.3	Hasil Uji Korosi AISI 4140.....	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran	33
DAFTAR PUSTAKA		35
LAMPIRAN		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Diagram Fasa Fe-C.....	11
Gambar 2. 2	Diagram Continuous Cooling Transformation (CCT).....	12
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 3. 2	Bentuk Spesimen AISI 4140.....	21
Gambar 3. 3	Grafik Proses Heat Treatment.....	23
Gambar 3. 4	Tungku Elektrik.....	23
Gambar 3. 5	Alat Uji Kekerasan Vickers.....	24
Gambar 3. 6	Penimbangan Berat Spesimen Uji Korosi	25
Gambar 4. 1	Hasil Pengamatan Struktur Mikro AISI 4140 RM (Raw Material), Q-O (Quenching Oli), Q-A (Quenching Aquadest), Q-G (Quenching 5% Garam) ..	27
Gambar 4. 2	Rata-rata kekerasan AISI 4140 RM (Raw Material), Q-O (Quenching Oli), Q-A (Quenching Aquadest), Q-G (Quenching 5% Garam)	29
Gambar 4. 3	Pengurangan Massa AISI 4140 RM (Raw Material), Q-O (Quenching Oli), Q-A (Quenching Aquadest), Q-G (Quenching 5% Garam)	30
Gambar 4. 4	Laju Korosi AISI 4140 RM (Raw Material), Q-O (Quenching Oli), Q-A (Quenching Aquadest), Q-G (Quenching 5% Garam)	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Bahan Penelitian	18
Tabel 3. 2 Alat Penelitian.....	19
Tabel 3. 3 Rincian Spesimen Penelitian	22
Tabel 3. 4 Parameter Perlakuan Panas Baja AISI 4140.....	22
Tabel 4. 1 Nilai Pengurangan Massa berkala 24 Jam AISI 4140 RM (Raw Material), Q-O (Quenching Oli), Q-A (Quenching Aquadest), Q-G (Quenching 5% Garam)	30



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sertifikat Material Komposisi AISI 4140	39
Lampiran 2 Dokumentasi Proses Penelitian.....	40
Lampiran 3 Daftar Riwayat Hidup.....	41

