

**ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA
PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN,
KEKUATAN *IMPACT* DAN STRUKTUR
MIKRO BAJA AISI 4140**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : MOCHAMAD TAUFIQURRACHMAN

NIM : 1911143

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

2023

**ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA
PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN,
KEKUATAN *IMPACT* DAN STRUKTUR
MIKRO BAJA AISI 4140**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
Program Studi Teknik Mesin S-1

Disusun Oleh :

MOCHAMAD TAUFIQURRACHMAN

NIM.1911143

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

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA
PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN,
KEKUATAN *IMPACT* DAN STRUKTUR
MIKRO BAJA AISI 4140**

Disusun Oleh :

Nama : Mochamad Taufiqurrachman
NIM : 1911143
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri

Malang, 25 Juli 2023
Diperiksa dan Disetujui

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



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

NIP. Y. 1030400405

Dosen Pembimbing



Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng

NIP. P. 1031500492



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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 : Mochamad Taufiqurrachman
NIM : 1911143
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul skripsi : ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 4140

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Hari/Tanggal : Rabu, 16 Agustus 2023

Tempat : Lab. CNC dan Ruang 1.2.3

Dengan Nilai : 82.00 (A)

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

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

NIP.Y.1030400405

Sekretaris

Febi Rahmadiano, ST,MT.

NIP.P.1031500490

Anggota Penguji

Penguji I

Ir. Soeparno Djiwo, MT.
NIP.Y. 1018600128

Penguji II

Arif Kurniawan, S.T., MT.
NIP.P 1031500491

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mochamad Taufiqurrachman

NIM : 1911143

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul “**ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 4140**” adalah hasil karya saya sendiri dan bukan dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumber aslinya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 25 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



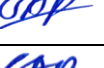
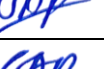
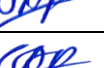
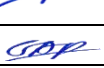



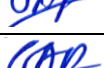
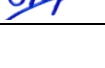
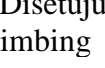


Mochamad Taufiqurrachman

NIM. 1911143

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Mochamad Taufiqurrachman
NIM : 1911143
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Dosen Pembimbing : Gerald Adityo Pohan ST., M.Eng
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Proses Quenching Terhadap Kekerasan, Kekuatan Impact Dan Struktur Mikro

No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Skripsi	10 Maret 2023	
2.	Konsultasi BAB I	13 Maret 2023	
3.	Konsultasi BAB II	18 Maret 2023	
4.	Konsultasi BAB III	28 Maret 2023	
5.	Daftar Seminar Proposal	4 April 2023	
6.	Seminar Proposal	10 April 2023	
10.	Konsultasi BAB IV	04 Mei 2023	
11.	Konsultasi BAB V	14 Mei 2023	
12.	Daftar Seminar Hasil	17 Juli 2023	
13.	Seminar Hasil	25 Juli 2023	
14.	Daftar Ujian Sidang Akhir	10 Agustus 20223	
15.	Sidang Akhir Skripsi	16 Agustus 20223	

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing



Gerald Adityo Pohan ST, M.Eng.
NIP. P. 1031500492

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Mochamad Taufiqurrachman
NIM : 1911143
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PADA PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 4140**
Dosen Pembimbing : Gerald Adityo Pohan, ST, M. Eng
Tanggal Pengajuan Skripsi : 10 Maret 2023
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 6 September 2023
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 80

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing



Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng

NIP. P. 1031500492

KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya. Saya, sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1 yang sedang menjalankan tugas akhir atau skripsi di Institut Teknologi Nasional Malang, ingin menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi ini :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng Selaku Dosen Pembimbing Skripsi, Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Dosen Penguji I dan Penguji II Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Kedua orang tua beserta keluarga yang telah memberi dukungan baik melalui Doa maupun kebutuhan finansial penyusunan.
7. Dan rekan-rekan mahasiswa Teknik mesin S-1 yang telah banyak membantu terkait dengan penyusunan skripsi maupun penelitian.

Saya berharap dengan membaca skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, dalam hal ini yang dapat menambah wawasan kita mengenai ilmu pengetahuan bagaimana berproses pada saat melaksanakan tugas akhir. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka penulis mengharapkan kritik dan saran dari Bapak/Ibu Dosen demi kebaikan menuju ke arah yang lebih baik

Malang, 25 Maret 2023



Mochamad Taufiqurrachman

NIM. 1911143

**ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA
PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN,
KEKUATAN *IMPACT* DAN STRUKTUR
MIKRO BAJA AISI 4140**

Mochamad Taufiqurrachman¹, Gerald Adityo Pohan²

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : taufiqurrachmanmuhammad@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi media pendingin pada proses quenching suhu 850 derajat dengan holding time 30 menit terhadap kekerasan, kekuatan impact, dan struktur mikro baja AISI 4140. Baja AISI 4140 dipilih karena memiliki kekuatan dan kekerasan yang baik, serta sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kekuatan tinggi. Pada penelitian ini, tiga jenis media pendingin yang digunakan adalah air garam, air, dan oli. Proses quenching dilakukan dengan memanaskan sampel baja AISI 4140 hingga suhu 850 derajat dan mempertahankan suhu tersebut selama 30 menit, kemudian sampel tersebut direndam dalam media pendingin yang sesuai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi media pendingin dengan kecepatan pendingin tinggi memiliki pengaruh signifikan terhadap baja AISI 4140 setelah proses quenching. Media pendingin air memiliki rata-rata kekerasan paling tinggi yaitu sebesar 924.2 VHN kemudian di ikuti dengan air garam dengan rata-rata kekerasan 900.3 VHN dan rata-rata kekerasan paling rendah adalah oli dengan rata-rata kekerasan 625.4 VHN. Selain itu, kekuatan impact baja AISI 4140 juga dipengaruhi oleh variasi media pendingin. Media pendingin dengan kecepatan pendinginan tinggi menghasilkan kekuatan impact yang lebih tinggi, menunjukkan bahwa baja memiliki ketangguhan yang lebih baik terhadap beban dinamis atau tumbukan. Analisis struktur mikro menunjukkan bahwa media pendingin dengan kecepatan pendinginan tinggi menghasilkan struktur mikro martensit, yang memiliki kekerasan yang tinggi. Sementara itu, media pendingin dengan kecepatan pendinginan rendah menghasilkan struktur mikro perlit atau ferit, yang memiliki kekerasan yang lebih rendah.

Kata kunci : *Quenching*, Baja AISI 4140, Kekerasan, Kekuatan impact, Struktur Mikro.

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF COOLING MEDIA
VARIATIONS IN THE QUENCHING PROCESS
ON HARDNESS, IMPACT STRENGTH,
AND MICROSTRUCTURE
OF AISI 4140 STEEL**

Mochamad Taufiqurrachman¹, Gerald Aditiyo Pohan²

Departement of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology
National Institute of Technology Malang

Email: taufiqurrachmanmuhammad@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyse the effect of variations in cooling media in the quenching process at 850 degrees with a holding time of 30 minutes on the hardness, impact strength, and microstructure of AISI 4140 steel. AISI 4140 steel was chosen because it has good strength and hardness and is often used in applications that require high strength. This study used three cooling media types: brine, water, and oil. The quenching process was done by heating the AISI 4140 steel sample to 850 degrees and maintaining this temperature for 30 minutes. The sample was immersed in a suitable cooling medium. The results showed that variations in cooling media with high cooling rates significantly affected AISI 4140 steel after the quenching process. The water-cooling media has the highest average hardness of 924.2 VHN, followed by salt water with an average hardness of 900.3 VHN, and the lowest average hardness is oil with an average hardness of 625.4 VHN. In addition, the impact strength of AISI 4140 steel is also affected by variations in cooling media. Cooling media with high cooling rates result in higher impact strength, indicating that the steel has better toughness against dynamic or impact loads. Microstructural analysis shows that the cooling medium with high cooling speed produces martensite microstructure, which has high hardness. Meanwhile, a cooling medium with a low cooling speed produces a pearlite or ferrite microstructure, which has a lower hardness.

Keywords: Quenching, AISI 4140 Steel, Hardness, Impact Strength, Microstructure

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	v
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.2 Penelitian Terdahulu.....	7
2.3 Pengertian Baja AISI 4140.....	9
2.4 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	11
2.5 <i>Hardening</i>	13
2.6 <i> Holding Time</i>	15
2.7 <i>Quenching</i>	17
2.8 Media Pendingin.....	22
2.9 Uji Struktur Mikro.....	25
2.10 Uji Kekerasan (<i>Vickers</i>)	27
2.11 Uji Impact.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	30
3.2 Penjelasan Diagram Alir.....	31

3.2.1 Studi Literatur.....	31
3.2.2 Tahap Persiapan Bahan dan Alat-alat.....	31
3.2.3 Pembuatan Spesimen Pengujian.....	33
3.2.4 Proses Perlakuan Panas <i>Hardening</i>	37
3.2.5 Proses Perlakuan Panas Metode <i>Quenching</i>	38
3.2.6 Proses Pengujian Spesimen	40
3.2.7 Analisa Data	43
3.2.8 Kesimpulan Hasil Penelitian	44
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Data Hasil Pengujian	45
4.1.1. Data Hasil Pengujian Struktur Mikro	45
4.1.2. Data Hasil Pengujian Kekerasan	47
4.1.3. Data Hasil Pengujian Kekuatan Impak.....	48
4.2 Pengolahan Data dan Pembahasan Hasil Pengujian.....	50
4.2.1 Pengolahan Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro..	50
4.2.2 Pengolahan Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan	62
4.2.3 Pengolahan Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekuatan Impak	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Perlakuan Panas Baja AISI 4140	13
Gambar 2.2 Proses Hardening Baja AISI 4140	15
Gambar 2.3 Diagram Temperatur Terhadap Waktu	16
Gambar 2.4 Proses Quenching Spesimen Baja AISI 4140	18
Gambar 2.5 Isothermal Transformation Diagram	19
Gambar 2.6 Continuous Cooling Transformation Diagram.....	21
Gambar 2.7 Media Pendingin Air, Air Garam dan Oli	25
Gambar 2.8 Proses Pengujian Struktur Mikro Baja AISI 4140	27
Gambar 2.9 Proses Pengujian Kekerasan Vickers Baja AISI 4140	28
Gambar 2.10 Proses Pengujian Kekuatan Impak Baja AISI 4140.....	29
Gambar 3.1 Diagram Alir	30
Gambar 3.2 Bentuk Spesimen Pengujian Struktur Mikro.....	34
Gambar 3.3 Bentuk spesimen pengujian Kekerasan.....	35
Gambar 3.4 Bentuk Spesimen Pengujian Kekerasan.....	36
Gambar 3.5 Proses Hardening Spesimen Baja AISI 4140	37
Gambar 3.6 Proses Quenching Spesimen Baja AISI 4140	39
Gambar 3.7 Proses Pengujian Struktur Mikro	40
Gambar 3.8 Proses Pengujian Kekerasan Vickers	41
Gambar 3.9 Proses Pengujian Kekuatan Impak.....	42
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja AISI 4140 Tanpa Perlakuan <i>Quenching</i>	45
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Struktur Mikro Media Pendingin Air Garam.....	46
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Struktur Mikro Media Pendingin Air	46
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Struktur Mikro Media Pendingin Oli.....	47
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Media Pendingin Air,Air Garam dan Oli.....	48
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Kekuatan Impak Media Pendingin Air,Air Garam dan Oli	49
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Kekuatan Impak Media Pendingin Air,Air Garam dan Oli	49
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja AISI 4140 Tanpa Perlakuan ..	51
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Struktur Mikro Media Pendingin Air	53
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Struktur Mikro Media Pendingin Air Garam.....	55
Gambar 4.11 Hasil Pengujian Struktur Mikro Media Pendingin Oli.....	56

Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Media Pendingin Air,Air Garam dan Oli.....	62
Gambar 4.13 Grafik Hasil Pengujian Kekuatan Impak Media Pendingin Air,Air Garam dan Oli.....	67
Gambar 4.14 Grafik Hasil Pengujian Kekuatan Impak Media Pendingin Air,Air Garam dan Oli.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sertifikat Baja AISI 4140.....	10
Tabel 2.2 Jenis baja dan waktu tahan yang dibutuhkan pada proses perlakuan panas.....	16
Tabel 4.1 Hasil Data Kekerasan Media Pendingin Air, Air Garam dan Oli	47
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Impak Media Pendingin Air, Air Garam dan Oli	48