

**ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA
PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN
IMPACT DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 1040**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH:

NAMA : ADAM FIKRI AL HIKAMI

NIM : 1911144

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

AGUSTUS 2023

**ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PROSES
QUENCHING TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN *IMPACT* DAN
STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 1040**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

ADAM FIKRI AL HIKAMI

NIM.1911144

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

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

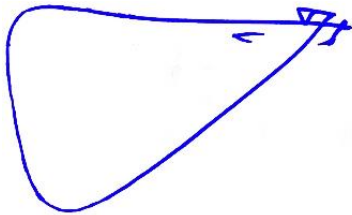
**ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PADA PROSES *QUENCHING*
TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN *IMPACT* DAN STRUKTUR
MIKRO BAJA AISI 1040**

Disusun Oleh :

Nama : Adam Fikri Al Hikami
Nim : 1911144
Progam Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri

Malang, 25 Juli 2023
Diperiksa dan Disetujui

Ketua Progam Studi Teknik Mesin S-1



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT
NIP. Y. 1030400405

Dosen Pembimbing



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



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Adam Fikri Al Hikami
NIM : 1911144
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul : ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PADA PROSES
QUENCHING TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN *IMPACT*
DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 1040
Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Studi Strata Satu (S-1)
Hari/Tanggal : Rabu, 16 Agustus 2023
Tempat : Lab. CNC dan Ruang I.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, ST., MT.
NIP.P. 1031500491

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Adam Fikri Al Hikami**

NIM : **1911144**

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 PADA PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 1040**” 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, 8 Agustus 2023

Yang Membuat Pernyataan,

A 10,000 Indonesian Rupiah stamp with a signature over it. The stamp is orange and yellow, featuring the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '10000', and 'METERAI TEMPEL'. The serial number '5A545AJX01204510' is visible at the bottom.

Adam Fikri Al Hikami

NIM. 1911144

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Adam Fikri Al Hikami










NIM : 1911144

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Dosen Pembimbing : Gerald Adityo Pohan, ST, M. Eng

Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Media Pada Proses *Quenching*

Terhadap Kekerasan, Kekuatan *Impact* Dan Struktur Mikro
Baja AISI 1040

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 : Adam Fikri Al Hikami
NIM : 1911144
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PADA PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 1040**
Dosen Pembimbing : Gerald Adityo Pohan, ST, M. Eng
Tanggal Pengajuan Skripsi : 3 Maret 2023
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 8 Agustus 2023
Telah Dievaluasi Dengan Nilai :

Diperiksa dan disetujui
Dosen Pembimbing



Gerald Adityo Pohan, ST, M. Eng
NIP. P. 1030400405

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Saya sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1 yang menempuh tugas akhir atau skripsi di Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam melaksanakan tugas skripsi ini, penulis banyak mengalami hambatan-hambatan dalam proses penyusunannya. Oleh karena itu, penulis banyak mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan dan bimbingan dari :

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, Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Kedua orang tua beserta keluarga, terima kasih atas doa dan dukungan demi terselesaikannya skripsi ini.
6. Dan rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri yang telah membantu dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

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, 8 Agustus 2023
Penulis



Adam Fikri Al Hikami

ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 1040

Adam Fikri Al Hikami¹, Gerald Adityo Pohan²

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : adamfikri020@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 1040. Baja AISI 1040 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 1040 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 1040 setelah proses quenching. Media pendingin air garam memiliki rata-rata kekerasan paling tinggi yaitu sebesar 368.2 VHN kemudian di ikuti dengan air dengan rata-rata kekerasan 334.7 VHN dan rata-rata kekerasan paling rendah adalah oli dengan rata-rata kekerasan 273.4 VHN. Selain itu, kekuatan impact baja AISI 1040 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 1040, Kekerasan, Kekuatan impact, Struktur mikro

ANALYSIS OF THE EFFECT OF COOLING MEDIA VARIATION IN THE QUENCHING PROCESS ON HARDNESS, IMPACT STRENGTH, AND MICROSTRUCTURE OF AISI 1040 STEEL

Adam Fikri Al Hikami¹, Gerald Adityo Pohan²
Mechanical Engineering S-1, Faculty of Industrial Technology
National Institute of Technology Malang
Email: adamfikri0206@gmail.com

ABSTRACT

Carbon steel is steel that contains less than 1.7% carbon while iron has a carbon content greater than 1.7%. The welding process is one of the metal joining techniques by melting some of the parent metal and filler metal using heat energy. The welding process requires heating and cooling. The heating speed depends on the welding process carried out, while the cooling of the weld depends on the cooling medium carried out. This study uses a quantitative method to find a comparison of the average value of hardness, tensile strength, and micro and macro structure of SMAW welding results with E7018 electrodes using salt water cooling media, coolant, and SAE 40 oil on AISI 1050 steel. For hardness testing, the highest value is in the SMAW welding process with the use of salt water cooling media with a value in the weld metal area of 84.33 HRB, HAZ area of 77 HRB, and base metal area of 73.67 HRB. In tensile testing, the highest maximum tensile strength value is obtained in the SMAW welding process with saltwater cooling media with a value of 444.17 MPa. The microstructure in the brine cooling SMAW welding process dominates pearlite rather than ferrite, for coolant cooling dominates ferrite and pearlite and for SAE 40 oil cooling dominates ferrite but still quite a lot of pearlites. The macrostructure in the SMAW welding process of the HAZ width of salt water cooling is higher with a value of 1.725 mm and has few porosity defects. Each use of cooling media has a different cooling process that affects the hardness value, tensile strength, microstructure, and macrostructure of the material, which is caused by the high and low viscosity and density. The heat input in the welding process can affect the welding results and the shape of the width of the HAZ area so it also affects the results of hardness and tensile strength.

Keywords : Quenching, AISI 1040 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	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Pengertian Baja	9
2.3 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	11
2.4 <i>Hardening</i>	12
2.5 <i> Holding Time</i>	14

2.6	<i>Quenching</i>	15
2.7	Media Pendingin	18
2.8	Uji Struktur Mikro	21
2.9	Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	22
2.10	Uji Impact	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1	Diagram Alir Penelitian	26
3.2	Penjelasan Diagram Alir	27
3.2.1	Studi Literatur	27
3.2.2	Tahap Persiapan Bahan dan Alat-alat.....	27
3.2.3	Pembuatan Spesimen Pengujian	29
3.2.4	Proses Perlakuan Panas <i>Hardening</i>	32
3.2.5	Proses Perlakuan Panas Metode <i>Quenching</i>	33
3.2.6	Proses Pengujian Spesimen.....	34
3.2.7	Analisa Data	38
3.2.8	Kesimpulan Hasil Penelitian	39
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		40
4.1	Data Hasil Pengujian.....	40
4.1.1	Data Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	40
4.1.2	Data Hasil Pengujian Kekerasan	42
4.1.3	Data Hasil Pengujian Kekuatan Impak	43
4.2	Pengolahan Data dan Pembahasan Hasil Pengujian	45
4.2.1	Pengolahan Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro ..	45
4.2.2	Pengolahan Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan.....	51
4.2.3	Pengolahan Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekuatan Impak	53
BAB V.....		56

KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN.....	60
LAMPIRAN 1	61
LAMPIRAN 3	63
LAMPIRAN 4.....	64
LAMPIRAN 5	65
LAMPIRAN 6.....	67
LAMPIRAN 7.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sertifikat Baja AISI 1040	10
Gambar 2. 2 Proses Perlakuan Panas Baja AISI 1040	12
Gambar 2. 3 Proses Hardening Baja AISI 1040.....	14
Gambar 2. 4 Diagram Temperatur Terhadap Waktu	15
Gambar 2. 5 Proses Quenching Spesimen Baja AISI 1040	16
Gambar 2. 6 Isothermal Transformation Diagram	17
Gambar 2. 7 Continuous Cooling Transformation Diagram.....	18
Gambar 2. 8 Media Pendingin Air, Air Garam, dan Oli.....	21
Gambar 2. 9 Proses Pengujian Struktur Mikro Baja AISI 1040	22
Gambar 2. 10 Proses Pengujian Kekerasan Vickers Baja AISI 1040	24
Gambar 2. 11 Proses Pengujian Kekuatan Impact Baja AISI 1040	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	26
Gambar 3. 2 Bentuk Spesimen Pengujian Struktur Mikro.....	30
Gambar 3. 3 Bentuk Spesimen Pengujian Kekerasan.....	31
Gambar 3. 4 Bentuk Spesimen Pengujian Kekerasan.....	32
Gambar 3. 5 Proses Hardening Spesimen Baja AISI 1040	33
Gambar 3. 6 Proses Quenching Spesimen Baja AISI 1040	34
Gambar 3. 7 Proses Pengujian Struktur Mikro	35
Gambar 3. 8 Proses Pengujian Kekerasan Vickers	36
Gambar 3. 9 Proses Pengujian Kekuatan Impact Baja AISI 1040	37
Gambar 4. 1 Hasil Pengujian Struktur Mikro tanpa perlakuan quenching (Etsa, Nital 5 ml HNO ₃ + 95 Alcohol) (Perbesaran×150)	40
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Struktur Mikro media pendingin air garam (Etsa, Nital 5 ml HNO ₃ + 95 Alcohol) (Perbesaran×150)	41
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Struktur Mikro media pendingin air garam (Etsa, Nital 5 ml HNO ₃ + 95 Alcohol) (Perbesaran×150)	41
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Struktur Mikro media pendingin oli (Etsa, Nital 5 ml HNO ₃ + 95 Alcohol) (Perbesaran×150)	42
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Media Pendingin Air, Air Garam dan Oli.....	43

Gambar 4. 6 Grafik Hasil Pengujian Kekuatan Impak Media Pendingin Air, Air Garam dan Oli.....	44
Gambar 4. 7 Grafil Hasil Pengujian Kekuatan Impak Media Pendingin Air, Air Garam dan Oli.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Material AISI 1040	11
Tabel 2. 2 Jenis Baja dan Waktu Tahan Yang Dibutuhkan Pada Proses Perlakuan Panas	15
Tabel 4. 1 Hasil Data Kekerasan Media Pendingin Air, Air Garam dan Oli.....	42
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Impact Media Pendingin Air, Air Garam dan Oli	43