

**PENGARUH TEMPERATUR DAN MEDIA
PENDINGIN TERHADAP KELELAHAN DAN
KEKERASAN PADA BAJA AISI 4340
SKRIPSI**



**AKBAR FAUZIANSYAH
2010816310012**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG
MANGKURAT BANJARBARU
2024**

HALAMAN IDENTITAS

JUDUL SKRIPSI :

**PENGARUH TEMPERATUR DAN MEDIA PENDINGIN
TERHADAP KELELAHAN DAN KEKERASAN PADA BAJA
AISI 4340**

Nama Mahasiswa/i : Akbar Fauziansyah

NIM : 2010816310012

KOMITE PEMBIMBING

Pembimbing I : Akhmad Syarief, S.T., M.T.

Pembimbing II (jika ada) :

KOMITE PENGUJI

Dosen Penguji I : Prof. Dr. Mastiadi Tamjidillah,
S .T.,. M.T.

Penguji II : Rudi siswanto S.T.,M.Eng

Dosen Penguji III : Andhy Nugroho S.T.,M.T.

Waktu dan Tempat Ujian Skripsi :

Seminar Proposal : Selasa, 30 April 2024

Seminar Hasil : Selasa, 2 Juli 2024

Ujian Akhir : Selasa, 16 Juli 2024

Tempat : Ruang Sidang PSTM FT ULM

SK Penguji :

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

**Pengaruh Temperatur Dan Media Pendingin Terhadap Nilai Kelelahan Dan
Kekerasan Pada Baja AISI 4340**

Oleh

Akbar Fauziansyah (201081631001)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 16 Juli 2024 dan dinyatakan

L U L U S

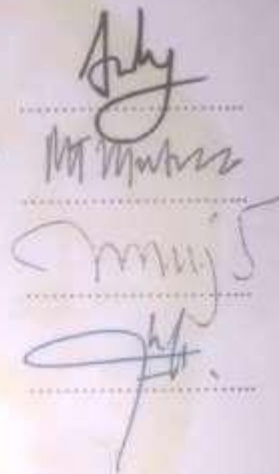
Komite Penguji :

Ketua : Andy Nugraha, S.T., M.T.
NIP 198906282022031008

Anggota 1 : Prof. Dr. Ir. Mastiadi Tamjidillah, S.T., M.T., IPM.
NIP 197003121995121002

Anggota 2 : Rudi Siswanto, S.T., M.Eng
NIP 196806072023211005

**Pembimbing
Utama** : Ir. Akhmad Syarief, S.T. M.T., IPP.
NIP 197105231999031004



Banjarbaru, 1 Oktober 2024
diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP 197401071998021001

**Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Mesin,**



Maruf S.T., M.T
NIP 197601282008121002

LEMBAR KONSULTASI
LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama Mahasiswa : AKBAR FAUZIANSYAH
NIM : 2010816310012
Judul Skripsi : Pengaruh temperatur dan media pendingin terhadap kelelahan dan kekerasan baja AISI 4340
Pembimbing : Ahmad Syarief, S.T.,M.T.
NIP : 197105231999031004

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1	30 Mei 2024	Diskusi Topik Penelitian	
2	2 Juni 2024	Pemilihan Material	
3	4 Juni 2024	Konsul Spesimen	
4	7 Juni 2024	Perbaikan Pembahasan	
5	10 Juni 2024	Perbaikan Table	
6	13 Juni 2024	Penambahan Grafik	
7	16 Juni 2024	Tambahkan Materi	
8	20 Juni 2024	Perbaikan Penulisan Error	
9	30 Ni 2024	Tambahkan Gambar Specimen	
10	5 Juli 2024	Perbaiki Metode Penelitian	
11	8 Juli 2024	Diagram Alir Perbaiki Kembali	
12	10 Juli 2024	Tambahkan Gambar Alat	
13	12 Juli 2024	Perbaikan Saran	
14	15 Juli 2024	Daftar Seminar Hasil	

Banjarbaru, 15 Juli 2024

Dosen Pembimbing



Ahmad Syarief, S.T.,M.T.

NIP. 197105231999031004

PERNYATAAN ORISINALITAS
PENELITIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Penelitian Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis di kutip dari naskah ini dan di sebutkan dalam sumber kutipan dari daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan Skripsi, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diprotes sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Banjarbaru, 28 Juni 2024

Mahasiswa

Akbar Fauziansyah

NIM.2010816310012

RIWAYAT HIDUP

Akbar Fauziansyah lahir di Tabalong, 22 Desember 2001, Putra ke 1 dari ayah M.aliasyah dan ibu Aminah. Menyelesaikan Pendidikan di SDN 5 Asam-asam (2008-2014), SMPN 2 Jorong (2014-2017) SMKN 2 Pelaihari (2017-2020) dan Program Studi Teknik Mesin di Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, tahun angkatan 2020.

Banjarbaru, 28 Juni 2024

Mahasiswa

Akbar Fauziansyah

NIM.2010816310012

UCAPAN TERIMAKASIH

“Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang”. Puji dan Syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “ Pengaruh Temperatur Dan Media Pendingin Terhadap Kelelahan Dan Kekerasan Pada Baja Aisi 4340.”. Sholawat dan Salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Baginda Nabi besar Muhammad SAW, beserta sahabat, kerabat, serta pengikut beliau hingga akhir zaman. Selesaiannya penulisan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati saya menyampaikan rasa syukur kepada Allah SWT dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya khususnya kepada :

1. Ayah dan Ibu, M.Aliyah dan Aminah yang mana telah memberikan dukungan baik berupa doa, dana, semangat yang tak ada henti hentinya, sehingga saya dapat mengerjakan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Bapak Prof. Dr. Ahmad, SE., M.Si. selaku Rektor Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Prof. Dr. Ir Iphan Fitriani Radam, S.T., M.T., I.P.U selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Bapak Ir. Herry Irawansyah, S.T., M.Eng. selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Bapak Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng Selaku koordinator Skripsi.
6. Bapak Akhmad Syarief, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing dalam penyusunan Skripsi ini.

7. Bapak Rudi Siswanto S.T., M.Eng, Bapak Prof. Dr. Mastiadi Tamjidillah, S.T., M.T. dan Bapak Andy Nugroho S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Skripsi.
8. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
9. Seluruh kawan-kawan (MACROS 20) mesin angkatan 2020 yang telah mendukung hingga terselesaikannya Skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Dalam kesempatan ini juga saya ingin menyampaikan mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak sangatlah saya harapkan demi kemajuan kita Bersama.

Banjarbaru, 28 Juni 2024

Mahasiswa

Akbar Fauziansyah

NIM..2010816310012

Abstract

Material failure occurs due to cracks that develop into fractures, with most mechanical failures caused by fatigue. Shafts, which transmit rotation, often experience fatigue fractures due to repeated stress, making such failures more dangerous than static ones as they occur suddenly. Steel shafts are particularly prone to failure from repeated loads, and steel is crucial in the industry due to its susceptibility to fatigue. This study aims to analyze the effects of temperature variations and cooling media on the hardness and fatigue of AISI 4340 steel. Using fatigue and hardness tests, the study found that at 750°C with water cooling and a 120-minute holding time, the hardness was 69 HRB, while oil cooling reduced it to 58.6 HRB. At 800°C, water cooling resulted in a hardness of 58.3 HRB, and oil cooling drastically reduced it to 49.0 HRB. At 850°C, hardness increased to 64.2 HRB with water cooling and 63.6 HRB with oil cooling. Fatigue tests showed that at 750°C, water cooling resulted in 1071 cycles, while oil cooling drastically reduced it to 291 cycles. At 800°C, water cooling resulted in 1110 cycles, and oil cooling resulted in 1031 cycles. At 850°C, water cooling increased the cycles to 1484, and oil cooling increased them to 1275 cycles.

Keywords: *Cooling medium, holding time, hardness test, fatigue test, AISI 4340 steel.*

Abstrak

Kegagalan material terjadi karena retakan yang berkembang menjadi patah, dengan sebagian besar kegagalan mekanik disebabkan oleh kelelahan. Poros, yang menyalurkan putaran, sering mengalami patah lelah akibat tegangan berulang, membuat kegagalan ini lebih berbahaya daripada kegagalan statis karena terjadi tiba-tiba. Poros baja sangat rentan terhadap kegagalan akibat beban berulang, dan baja sangat penting dalam industri karena kerentanannya terhadap kelelahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur dan media pendingin

terhadap kekerasan dan kelelahan baja AISI 4340. Menggunakan uji kelelahan dan kekerasan, penelitian ini menemukan bahwa pada suhu 750°C dengan pendinginan air dan waktu tahan 120 menit, kekerasan mencapai 69 HRB, sementara pendinginan dengan oli menguranginya menjadi 58,6 HRB. Pada suhu 800°C, pendinginan air menghasilkan kekerasan 58,3 HRB, dan pendinginan oli secara drastis menguranginya menjadi 49,0 HRB. Pada suhu 850°C, kekerasan meningkat menjadi 64,2 HRB dengan pendinginan air dan 63,6 HRB dengan pendinginan oli. Uji kelelahan menunjukkan bahwa pada suhu 750°C, pendinginan air menghasilkan 1071 siklus, sementara pendinginan oli secara drastis menguranginya menjadi 291 siklus. Pada suhu 800°C, pendinginan air menghasilkan 1110 siklus, dan pendinginan oli menghasilkan 1031 siklus. Pada suhu 850°C, pendinginan air meningkatkan siklus menjadi 1484, dan pendinginan oli meningkatkannya menjadi 1275 siklus.

Kata kunci: Media Pendingin, *Holding time* , Uji Kekerasan, Uji Kelelahan, Baja AISI 4340.

KATA PENGANTAR

“Dengan menyebut nama Allah yang maha pengesih lagi maha penyayang”. Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan penelitian skripsi yang berjudul “Pengaruh Temperatur Dan Media Pendingin Terhadap Kelelahan Dan Kekerasan Pada Baja Aisi 4340” ini dapat tersusun dan terselesaikan dengan baik. Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam penyusunan Skripsi ini, akan tetapi dengan adanya bantuan berbagai pihak, maka Skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya.

Dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dorongan yang berupa materi maupun moral.
2. Bapak Bapak Ir. Herry Irawansyah, S.T., M.Eng. selaku Koordinator program Studi Teknik mesin Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Akhmad Syarief, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing dalam penyelesaian Proposal Skripsi, yang telah mendorong, membimbing dan memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan Proposal Skripsi ini.
4. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan yang tidak disengaja. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya penelitian lebih lanjut. Akhir kata, semoga Skripsi ini berguna bagi pengembangan ilmu dan teknologi khususnya dalam bidang material teknik mesin.

Banjarbaru, 28 Juni 2024

Mahasiswa

DAFTAR ISI

HALAMAN IDENTITAS	i
LEMBAR KONSULTASI	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
UCAPAN TERIMAKASIH	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Baja	19
2.2.1 Baja karbon rendah (low carbon steel).....	19
2.2.2 Baja karbon menengah (medium carbon steel).....	20
2.2.3 Baja karbon tinggi (high carbon steel)	20
2.3 Perlakuan Panas	21
2.3.1 Diagram fasa	22
2.3.2 Klasifikasi perlakuan panas (heat treatment)	24
2.3.3 Tahap proses perlakuan panas.....	29
2.3.4 Gangguan Pada proses Perlakuan Panas (Heat Treatment)	34
2.4 Kekerasan.....	35
2.5 Kelelahan (Fatigue).....	37
BAB III	45
METODE PENELITIAN	45
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	45
3.2 Alat Dan Bahan	45

3.2.1 Mesin Bubut	45
3.2.2 Mesin Furnace	46
3.2.3 Portable Hardness Tester.....	47
3.2.4 Alat bantu	48
3.2.5 Perlengkapan alat keselamatan kerja	48
3.3 Prosedur Penelitian.....	49
3.3.1 Proses Pembuatan Spesimen	49
3.3.2 Proses Perlakuan Panas	50
3.3.3 Variabel Penelitian	50
3.3.4 Uji kekerasan.....	51
3.3.5 Uji kelelahan (fatigue).....	51
3.4 Analisis Data	51
3.5 Diagram Alir Penelitian	54
3.6 Timeline Penelitian	55
BAB IV	56
HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Data Hasil Penelitian.....	56
4.1.1 Data Nilai Kekerasan (HRB)	57
4.1.2 Nilai Kekerasan Dengan Media Pendingin Air.....	57
4.1.3 Nilai Kekerasan Dengan Media Pendingin Oli.....	58
4.1.4 Perbandingan Nilai Kekerasan	58
4.2 Hasil Pengujian Kelelahan Baja AISI 4340	59
4.2.1 Perhitungan Batas Pengujian Kelelahan Baja AISI 4340	59
4.2.2 Pembahasan Pengujian Kelelahan Baja AISI 4340	60
4.3 Pembahasan.....	63
BAB V.....	65
KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik perbandingan kekerasan	6
Gambar 2.2. Grafik tengangan stres kelelahan.....	7
Gambar 2.3 Mekanisme Proses Perlakuan Panas	9
Gambar 2.4 Grafik hasil pengujian kekerasan menggunakan Rockwell dikonversi ke Vickers (VHN) sebelum dan sesudah carburizing	10
Gambar 2.5 tabel perhitungan lentur.....	11
Gambar 2.6. Grafik hubungan kekerasan dengan temperatur austemper.....	11
Gambar 2.7. Grafik hubungan kekerasan dengan variasi selisih	12
Gambar 2.8. Grafik tingkat keausan <i>pin</i> dengan variasi pelumas	14
Gambar 2.9 Perbandingan media pendingin air dan oli.....	14
Gambar 2.10 tabel kurva S-N uji fatigue.....	16
Gambar 2.11 Perpatahan permukaan spesimen uji	17
Gambar 2.12 spesifikasi material Baja AISI 4340.....	19
Gambar 2.13 Diagram fasa	22
Gambar 2.14 Diagram suhu waktu untuk proses normalizing	26
Gambar 2.15 Diagram suhu waktu untuk proses normalizing	27
Gambar 2.16 Proses <i>hardening- tempering</i> baja	29
Gambar 2.17. Diagram temperatur terhadap waktu	30
(Bagas Bayu Prasetyo, 2022).....	30
Gambar 2.18. Mesin <i>furnace</i>	31
Gambar 2.19. Perilaku pendinginan logam pada proses <i>quenching</i>	32
Gambar 2.20. Alat uji kekerasan <i>portable hardness tester</i>	36
Gambar 2.21 <i>hardness tester</i>	37
Gambar 2.22 Siklus kelelahan	38
Gambar 2.23 Kegagalan secara perlahan akibat <i>fatigue</i>	39
Gambar 2.24. Perkembangan <i>crack fatigue</i> pada baja dengan kekuatan tinggi ..	39
Gambar 2.25 Kurva S-N	40
Gambar 2.26 Grafik S/N: (a) Siklus tegangan sempurna bolak-balik, (b) Siklus tegangan berulang dengan $\sigma_{maks} = \sigma_{min}$, dan (c) Siklus tegangan acak	42
Gambar 3.1. Mesin Bubut	46
Gambar 3.2. Mesin Furnace	46
Gambar 3.3. Mesin <i>Rotary Bending</i>	47
Gambar 3.4. Portable Hardness Tester.....	47
Gambar 3.5 tool box mesin bubut	48

Gambar 3.6 alat perlengkapan keselamatan diri	48
Gambar 3.7. Standar spesimen ASTM E466	49
Gambar 3.8 Diagram Alur Penelitian	54
Gambar 3.9 <i>Timeline</i> Penelitian.....	55
Gambar 4.1 Sketsa Pengambilan Titik Uji Kekerasan.....	56
Gambar 4.2 diagram pengaruh temperature terhadap media pendingin air	57
Gambar 4.3 diagram pengaruh temperature dan media pendingin oli terhadap kekerasan.	58
Gambar 4.4 diagram hubung variasi temperature dan media pendingin terhadap nilai kekerasan baja AISI 4340.....	59
Gambar 4.5 Diagram hubung variasi temperature dan media pendingin terhadap nilai siklus (N) baja AISI 4340 dengan beban 20 kg.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Data Hasil Pengujian Sampel Dengan Uji Kekerasan	4
Tabel 2.2 pengujian baja karbon	15
Tabel 2.3. komposisi kimia dari baja AISI 4340	21
Tabel 3.1 Tabel jumlah spesimen media pendingin air	51
Tabel 3.2 Tabel jumlah spesimen media pendingin oli	52
Tabel 3.3 Tabel kode spesimen dengan media pendingin air	52
Tabel 3.4 Tabel kode spesimen dengan media pendingin oli	53
Tabel 4.1 hasil data nilai kekerasan	57
Tabel 4.2 data pengujian kelelahan (<i>fatigue</i>) dengan beban 20 kg	61

DAFTAR LAMPIRAN

Dokumentasi pembuatan spesimen	63
Dokumentasi Heat Treatment	64
Dokumentasi media pendingin.....	65
Dokumentasi Uji kekerasan	66
Dokumentasi Uji kelelahan (<i>fatigue</i>)	67
Dokumentasi hasil uji kelelahan (<i>fatigue</i>)	68
Dokumentasi hasil uji fatigue ditemperatur 750°C Oli	69

