

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING*
TERHADAP KEKERASAN DAN KETANGGUHAN
BAJA AISI 4340**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan
Program Diploma-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Jurusan Teknik Mesin**

**Oleh:
MUHAMMAD REZA AKHIRUDIN
061740211761**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2021**

***The Effect of Variations in Tempering Temperature on The
Hardness and Toughness of Steel AISI 4340***

FINAL REPORT



***Submitted to Comply with Terms of
Completion
Study Program of Mechanical Engineering Production and
Maintenance Mechanical Engineering Departement***

***By:
MUHAMMAD REZA AKHIRUDIN
061740211761***

***STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA
PALEMBANG
2021***

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING*
TERHADAP KEKERASAN DAN KETANGGUHAN
BAJA AISI 4340**



TUGAS AKHIR

**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Laporan Tugas Akhir
Program Studi Diploma-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Jurusan Teknik Mesin**

Pembimbing Utama,

Taufikurrahman, S.T., M.T.
NIP 196910042000031001

Pembimbing Pendamping,

Karmin, S.T., M.T.
NIP 195907121985031006

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**

Ir. Saiful Effendi, M.T.
NIP 196309121989031005

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini diajukan oleh

Nama : Muhammad Reza Akhirudin
NIM : 061740211761
Program Studi : D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi Temperatur Tempering Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Baja AISI 4340.

telah selesai diuji, direvisi dan diterima
sebagai
bagian persyaratan yang diperlukan untuk
menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Sriwijaya

Penguji:

- Tim Penguji: 1. Karmin, S.T., M.T.
2. Muhammad Rasid, S.T., M.T.
3. Fatahul Arifin, Ph.D
4. Eka Satria M., B.Eng., M.T

(PRD)
(MR)
(Fatahul Arifin)
(Eka Satria) 21/08/21

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Mesin : Ir. Saiful Effendi, M. T. (9)

Ditetapkan di : Palembang

Tanggal : Agustus 2021

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Reza Akhirudin
NIM : 061740211761
Tempat/Tanggal Lahir : Palembang, 2 Desember 1999
Alamat : Jl. Sultan Agung 111ir Palembang
Nomor Telp/HP : 081369490315
Jurusan/Prodi : Teknik Mesin/Perawatan dan Produksi
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi Temperatur Tempering Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Baja AISI 4340

Menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat merupakan hasil karya sendiri dengan didampingi oleh Tim Pembimbing dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Apabila ditemukan unsur plagiat dalam Tugas Akhir ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dari Jurusan Teknik Mesin dan Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar, kondisi sehat dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 25 Juli 2021



Muhammad Reza Akhirudin

MOTTO

“Hiduplah seakan-akan kamu akan mati besok, belajarlh seakan-akan kamu akan hidup selamanya”. (Mahatma Gandhi).

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain”. (H.R Ath-Thabrani).

“Kalau aku tidak ada disaat dia menderita, aku tidak pantas lagi disebut sebagai temannya”. (Ussop “One Piece”).

ABSTRAK

Pengaruh Variasi Temperatur *Tempering* Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Baja AISI 4340
(2021: xii + 51 Hal. + 23 Daftar Gambar + 13 Daftar Tabel + 5 Lampiran)

MUHAMMAD REZA AKHIRUDIN

061740211761

D4 TMPP JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adakah pengaruh temperatur tempering terhadap kekerasan dan ketangguhan *axle shaft* AISI 4340, dengan temperatur tetap dan *holding time* tetap pada proses *hardening*, setelahnya menggunakan variasi suhu dan *holding time* tetap. Penelitian ini melakukan *heat treatment hardening* dan *tempering*. Guna mendapatkan hasil kekerasan dengan menggunakan uji kekerasan *Rockwell* dan hasil ketangguhan dengan menggunakan uji *Impact*. Analisa data hasil uji menggunakan Anova. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa nilai kekerasan menurun setelah dilakukan proses *tempering* dengan nilai kekerasan terendah pada suhu 650°C dengan nilai 29 HRC, sedangkan nilai ketangguhan meningkat setelah dilakukan proses tempering pada suhu 650°C dengan nilai 0,1483 J/mm².

Kata Kunci: *Hardening*, *Tempering*, AISI 4340, Oli, Uji Kekerasan Metode *Rockwell*, Uji Impak.

ABSTRACT

The Effect of Variations in Tempering Temperature on The Hardness and Toughness of Steel AISI 4340
(2021: xii + 51 pp. + 23 List of Figure + 13 List of Tables + 5 Attachments)

MUHAMMAD REZA AKHIRUDIN

061740211761

D4 TMPP MECHANICAL ENGINEERING DEPARTEMENT

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

This study aims to identify any effects of temperature temperatures on the toughness and the hardness axle shaft of AISI 4340 steel, by steady temperatures and holding time to the hardenning process, thereafter using variations in temperature and holding time. This research administered heat treatment hardening and tempering. In ordet to get hardness results by using rockwell's hardness test and toughness by using the impact test. Analysis of the test data was using Anova. From the results of this study it was found that the hardness value decreased after the process tempering with the lowest hardness value at a temperature of 650C with a value of 29 HRC, while the value of toughness increased after the tempering process was carried out at a temperature of 650°C with a value of 0.1483 J/mm².

Keywords: Hardening, Tempering, AISI 4340, Oil, Rockwell Method Hardness Test, Impact Test.

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil' alamin, penulis ucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT, serta shalawat dan salam selalu kita curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat, karena berkat rahmat dan ridho-Nya penyusun dapat menyelesaikan laporan ini yang berjudul **“Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Baja AISI 4340”**

Adapun terwujudnya laporan akhir ini berkat bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak yang tak ternilai harganya. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak tersebut yaitu kepada

Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua yang telah memberi dukungan dan doa.
2. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., Selaku direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Bapak Ir. Sairul Effendi, M.T., Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
4. Ibu Ella Sundari, S.T., M.T., Selaku Ketua Program Studi Produksi dan Perawatan
5. Ibu Fenoria Putri, S.T., M.T., Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
6. Bapak Taufikurrahman, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Utama.
7. Bapak Karmin, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
8. Teman-teman kelas 8 PPB yang telah banyak membantu dalam banyak hal.
9. Devy Puspita Sari, S.Psi. yang telah banyak meluangkan waktu serta memberikan doa dan dukungan dalam berbagai hal.
10. Sahabat-sahabat Noname telah memberikan dukungannya.
11. Jadido *Entertainment* yang telah menghibur dan memberikan tawa dalam pengerjaan laporan ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karenanya penulis menerima kritik dan saran dari pembaca agar penulis dapat membuat tulisan yang lebih baik lagi.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas bantuannya, semoga kebaikan menjadi ibadah yang mendapat ridho dari Allah SWT.

Palembang, Juli 2021

Penulis,

Muhammad Reza Akhirudin

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pengesahan Ujian Tugas akhir.....	iii
Abstrak	v
<i>Abstract</i>	vi
Prakata.....	vii
Daftar isi.....	viii
Daftar gambar	x
Daftar tabel	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Rumusan Masalah	2
1.5 Tujuan	2
1.6. Manfaat	3
1.7. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Kajian Pustaka.....	5
2.2. Pengertian Baja	13
2.2.1. Baja Karbon (<i>Carbon Steel</i>)	13
2.2.2. Baja Paduan (<i>Alloy Steel</i>).....	14
2.2.3. Definisi Poros Baja Karbon	14
2.3. <i>Axle Shaft</i>	15
2.3.1. Jenis <i>Axle Shaft</i>	16
2.4. Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	16
2.4.1. Pembentukan <i>Martensit</i>	17
2.4.2. Diagram Fasa.....	18
2.4.3. Diagram CCT (<i>Continous Cooling Temperature</i>).....	20
2.4.4. <i>Tempering</i>	21
2.4.5. Media Pendingin.....	23
2.4.6. <i> Holding Time</i>	25
2.5. Pengujian Impak.....	26
2.5.1. Pengujian Impak Metode <i>Charpy</i>	26
2.6. Pengujian Kekerasan	27
BAB III METODOLOGI	
3.1. Diagram Alir Pengujian	28
3.2. Material.....	30

3.3. Persiapan Spesimen	30
3.4. Peralatan.....	31
3.5. Proses <i>Heat Treatment</i>	34
3.5.1. Proses <i>Hardening</i>	34
3.5.2. Proses <i>Tempering</i>	34
3.6. Proses Pengujian.....	34
3.6.1. Pengujian <i>Rockwell</i>	34
3.6.2. Pengujian <i>Impact</i>	35
3.7. Metode Analisa Data Penelitian	35
3.8. Perhitungan Hasil Pengujian	37
3.9. Hipotesa	38
3.10. Jadwal Penelitian	38
3.11. Tempat Penelitian	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian <i>Rockwell</i>	40
4.1.1. Data Hasil Pengujian <i>Rockwell</i>	40
4.2. Pengujian Ketangguhan (<i>Impact</i>).....	42
4.2.1. Data Hasil Pengujian Ketangguhan	43
4.3. Analisa Uji Kekerasan Dengan Analisa Anova	44
4.4. Analisa Uji Impak Dengan Analisa Anova	46
4.5. Pembahasan.....	47

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran	51

Daftar Pustaka	xii
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. <i>Axle Shaft</i>	15
Gambar 2.2. Diagram Pembentukan <i>Martensit</i>	16
Gambar 2.3. Diagram Fasa Fe – Fe ₃ C	18
Gambar 2.4. Diagram CCT (<i>Continuous Cooling Temperature</i>).....	21
Gambar 2.5. Proses <i>Quenching</i> dan <i>Tempering</i>	22
Gambar 2.6. Pengaruh Kadar <i>Chrom</i> Terhadap Penurunan Kekerasan Setelah <i>Tempering</i>	23
Gambar 2.7. Pembebanan Metode <i>Charpy</i>	26
Gambar 2.8. Mesin Uji Impak	27
Gambar 2.9. Mesin Uji Kekerasan	27
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3.2 Dimensi Spesimen Metode <i>Charpy</i>	31
Gambar 3.3 Dapur pemanas	31
Gambar 3.4 Jangka Sorong	31
Gambar 3.5 Kamera dan stopwatch.....	32
Gambar 3.6 Gerinda.....	32
Gambar 3.7 Sarung Tangan.....	32
Gambar 3.8 Oli dan Wadah Oli	33
Gambar 3.9 Mesin Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	33
Gambar 3.10 Mesin Uji <i>Impact</i>	33
Gambar 4.1 Titik Pengujian <i>Rockwell</i>	40
Gambar 4.2 Grafik Data Kekerasan.....	41
Gambar 4.3 Spesimen Uji Impak.....	42
Gambar 4.4 Grafik Data Ketangguhan	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi Kimia Baja AISI 4340	15
Tabel 2.2. Standar Material <i>Axle Shaft</i> Dalam Kondisi Hardned dan <i>Tempering</i>	16
Tabel 2.3. Jenis dan Waktu Tahan Bahan	25
Tabel 3.1. Komposisi Kimia Baja AISI 4340	30
Tabel 3.2. Rancangan Data Hasil Uji Kekerasan Metode <i>Rockwell</i>	36
Tabel 3.3. Rancangan Data Hasil Uji Impak.....	37
Tabel 3.4. Rancangan perhitungan ANOVA.....	37
Tabel 3.5. Jadwal Penelitian.....	39
Tabel 4.1. Data Hasil Uji <i>Rockwell</i>	41
Tabel 4.2. Data Hasil Uji Impak.....	43
Tabel 4.3. Hasil Uji Kekerasan Menggunakan Analisa Anova.....	45
Tabel 4.4. Hasil Uji Impak Menggunakan Analisa Anova	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rekomendasi Ujian Tugas Akhir.
Lampiran 2	Kesepakatan Bimbingan Pembimbing I.
Lampiran 3	Kesepakatan Bimbingan Pembimbing II..
Lampiran 4	Lembar Bimbingan.
Lampiran 5	Pelaksanaan Revisi Tugas Akhir
Lampiran 6	Surat Hasil Pengujian.

