

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN
HOLDING TIME PADA PROSES LAKU PANAS
TEMPERING BAJA AISI 4340 TERHADAP SIFAT
MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO**



Disusun Oleh :

ALDY FAIZ TACHTA ZANY
1421800124

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2024

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN HOLDING TIME PADA PROSES LAKU PANAS TEMPERING BAJA AISI 4340 TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO



Disusun oleh:
ALDY FAIZ TACHTA ZANY
1421800124

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : ALDY FAIZ TACHTA ZANY
NBI : 1421800124
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR
DAN HOLDING TIME PADA PROSES LAKU
PANAS TEMPERING BAJA AISI 4340 TERHADAP
SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Hadi Santoso, S.T, M.T
NPP. 20420960485



Dekan
Fakultas Teknik

Dr. Ir. Salwa, S.T., M.Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410900197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Hadi Santoso, S.T, M.T
NPP. 20420960485

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:
**ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN HOLDING TIME PADA
PROSES LAKU PANAS TEMPERING BAJA AISI 4340 TERHADAP SIFAT
MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO**

yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 10 Desember 2024



Aldy Faiz Tacnta Zany
1421800124



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

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

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aldy Faiz Tachta Zany
NBI/ NPM : 1421800124
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi/ Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/Praktek*

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

**"ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN HOLDING
TIME PADA PROSES LAKU PANAS TEMPERING BAJA AISI 4340
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO"**

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 10 Desember 2024

Yang Menvatakan


(Aldy Faiz Tachta Zany)

*Coret yang tidak perlu

LEMBAR PERSEMBAHAN

Saya ucapkan terima kasih kepada ini kepada Tuhan yang Maha Esa karena dengan segala rahmat, kesehatan dan petunjuk yang telah di berikan kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir dengan baik. Tugas akhir ini di susun dengan penuh tanggung jawab dan saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga besar saya tercinta yang selalu mendukung, memotivasi, dan mendoakan kami dalam menyelesaikan pendidikan ini.
2. Bapak Edi Santoso, ST., MT, Selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiranya untuk selalu sabar membimbing saya dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini.
3. Bapak, Edi Santoso, ST., MT, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sajjiyo, M.Kes. selaku Dekan Fakultas Teknik, dan Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
5. Segenap jajaran dosen program studi Teknik Mesin.
6. Segenap jajaran karyawan dan staff program studi Teknik Mesin.
7. Teman-teman dan sahabat saya yang menerima saya dengan tangan terbuka untuk membantu, mendukung, dan memberi nasihat baik yang berdomisili di Surabaya, maupun di luar Surabaya.
8. Olivia , Mas Rafi, Mas Triawan dan seluruh pihak yang belum disebutkan yang telah memberikan dukungan bagi saya.

ABSTRAK

ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN HOLDING TIME PADA PROSES LAKU PANAS TEMPERING BAJA AISI 4340 TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO

Baja AISI 4340 merupakan baja paduan rendah dengan kekuatan tinggi yang banyak digunakan dalam industri otomotif, dirgantara, dan permesinan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana variasi temperatur dan durasi holding time pada proses tempering mempengaruhi sifat mekanis dan struktur mikro baja AISI 4340. Untuk meningkatkan sifat mekanisnya, baja ini umumnya menjalani proses hardening dan tempering. Tujuan utama dari proses ini adalah meningkatkan karakteristik material seperti kekuatan, kekerasan, ketangguhan, dan ketahanan terhadap keausan. Selanjutnya dilakukan proses tempering untuk mengurangi kerapuhan dengan memanaskan baja pada suhu yang lebih rendah. Selain itu, waktu tertentu dalam setiap tahapan penting untuk memastikan transformasi struktur berlangsung sempurna dan konsisten. Temperatur hardening yaitu 850°C waktu tahan 60 menit dilakukan pada semua material uji, dilanjutkan dengan tempering dengan variasi suhu yaitu 150°C 200°C 300°C dan waktu tahan 30 60 90 menit.

Dari pengaruh perlakuan hardening dengan suhu 850°C waktu tahan 60 menit pada material baja AISI 4340 media pendinginan air didapatkan nilai rata-rata kekerasan 45,6 HRC lebih tinggi di dibandingkan dengan material perlakuan tempering 150°C waktu tahan 90 menit menggunakan media pendingin suhu ruang yang memiliki nilai kekerasan paling tinggi 43,3 HRC di temperatur dan yang paling rendah 34,3 HRC dengan perlakuan tempering 250°C waktu tahan 90 menit. Pada pengujian tarik nilai tegangan dan regangan paling tinggi di dapat pada perlakuan hardening 850°C waktu tahan 60 menit menggunakan media pendingin air dengan nilai regangan sebesar 17,97% dan tegangan sebesar 87,64 N/mm² dan pada perlakuan tempering 150°C waktu tahan 30 menit dengan media pendingin suhu ruang diperoleh nilai tegangan paling tinggi sebesar 84,47 N/mm² dan regangan paling tinggi sebesar 16,29% serta yang paling rendah adalah tempering tegangan dengan nilai 58,79 N/mm² dan regangan dengan nilai 12,60%, Sedangkan untuk nilai elastisitas hardening 850°C waktu tahan 90 menit adalah 5,32 N/mm² dan untuk elastisitas terendah yaitu tempering 250°C waktu tahan 90 menit nilai 4,59 N/mm². Dapat disimpulkan bahwa material baja AISI 4340 dengan perlakuan Hardening suhu 850°C media pendingin air akan mengalami penurunan nilai kekerasan, tegangan, keuletan, serta regangan setelah mengalami perlakuan tempering.

Kata kunci: hardening, tempering, holding time, baja AISI 4340

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF TEMPERATURE AND HOLDING TIME VARIATIONS IN THE HEAT TREATING PROCESS OF TEMPERING AISI 4340 STEEL ON MECHANICAL PROPERTIES AND MICRO STRUCTURE

AISI 4340 steel is a low alloy steel with high strength that is widely used in the automotive, aerospace and machinery industries. This research aims to analyze how variations in temperature and duration of holding time in the tempering process affect the mechanical properties and microstructure of AISI 4340 steel. To improve its mechanical properties, this steel generally undergoes a hardening and tempering process. The main goal of this process is to improve material characteristics such as strength, hardness, toughness, and resistance to wear. Next, a tempering process is carried out to reduce brittleness by heating the steel to a lower temperature. In addition, a certain time in each stage is important to ensure the structural transformation takes place perfectly and consistently. The hardening temperature, namely 850°C, with a holding time of 60 minutes, was carried out on all test materials, followed by tempering with temperature variations, namely 150°C 200°C 300°C and a holding time of 30 60 90 minutes.

From the effect of hardening treatment with a temperature of 850°C with a holding time of 60 minutes on AISI 4340 steel material with a water cooling medium, it was found that the average hardness value was 45,6 HRC which was higher compared to the material with a tempering treatment of 150°C with a holding time of 90 minutes using a temperature cooling medium. chamber which has the highest hardness value of 43,3 HRC at temperature and the lowest 34,3 HRC with a tempering treatment of 250°C holding time 90 minutes. In the tensile test the highest stress and strain values were obtained in the hardening treatment of 850°C with a holding time of 60 minutes using water cooling media with a strain value of 17,97% and a stress of 87.64 N/mm² and in the tempering treatment of 150°C the time withstanding 30 minutes with room temperature cooling media, the highest stress value was 84.47 N/mm² and the highest strain was 16,29% and the lowest was tempering stress with a value of 58.79 N/mm² and a strain value of 12.60%. Meanwhile, for the hardening elasticity value of 850°C, the holding time of 90 minutes is 5.32 N/mm² and for the lowest elasticity, namely tempering 250°C, the holding time of 90 minutes is 4,59 N/mm². It can be concluded that AISI 4340 steel material treated with hardening at a temperature of 850°C with water cooling media will experience a decrease in hardness, stress, ductility and strain after undergoing tempering treatment.

Key words: hardening, tempering, holding time, AISI 4340 steel

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN HOLDING TIME PADA PROSES LAKU PANAS TEMPERING BAJA AISI 4340 TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO”. Penulis sangat menyadari bahwa keberhasilan dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini antara lain:

1. Bapak Edi Santoso, ST., MT, Selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu sabar membimbing saya dalam penulisan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Edi Santoso, ST., MT, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak dan Ibu dosen mata kuliah Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang memberikan wawasan.
4. Para orang tua dan keluarga yang selalu berdoa dan memberikan dukungan moral dan materi serta nasehat agar selalu bersemangat dan pantang menyerah. Terimakasih atas motivasi dan kasih sayang yang selalu diberikan demi kesuksesan penulis.
5. Olivia, Pak Deni, Mas Rafi, Mas Triawan dan seluruh pihak yang belum disebutkan yang memberikan dukungan bagi penulis.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan dari semua pihak. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan pengetahuan.

Surabaya, 10 Desember 2024

Aldy Faiz Tachta Zany

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja Karbon dan Baja Paduan Rendah.....	3
2.2 Baja AISI 4340	4
2.3 Perlakuan Panas	7
2.3.1 Pemanasan Hingga Temperature Austenisasi	8
2.3.2 <i>Quench and Tempered</i>	10
2.4 <i>Hardenability</i>	12
2.5 Tempering	13
2.6 Holding Time	13
2.7 Sifat Mekanis	13
2.8 Pengujian Kekerasan	14
2.8.1 Uji Kekerasan Rockwell.....	14
2.9 Pengujian Tarik	14
2.10 Pengujian Metallografi	15

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir	17
3.2 Desain Penelitian	18
3.3 Metode Penelitian	18
3.4 Material Yang Digunakan	18
3.5 Peralatan	18
3.6 Tahapan Penelitian	19

3.6.1 Proses Hardening	20
3.6.2 Proses Tempering	20
3.6.3 Uji Kekerasan	20
3.6.4 Uji Tarik	20
3.6.5 Pengujian Metallografi	21
3.7 Rancangan Penelitian	21

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data	23
4.1.1 Hasil Analisa Pengujian Tarik pada Baja AISI 4340	24
4.1.2 Hasil Analisa Modulus Elastisitas Baja AISI 4340.....	44
4.1.3 Hasil Pengujian Kekerasan Pada Baja AISI 4340.....	44
4.1.4 Hasil Pengujian Struktur Mikro Pada Baja AISI 4340	46

BAB V

5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51

DAFTAR PUSTAKA	53
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	55
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

2.1 Diagram Fase Fe – Fe ₃ C.....	3
2.2 Pengaruh unsur paduan 6	6
2.3 Rentang temperature austenisasi pada perlakuan panas.....	7
2.4 Pemanasan Hingga Temperature Austenisasi	9
2.5 Diagram CCT untuk baja AISI 4340.....	10
2.6 Hubungan antara kekerasan, kadar karbon, dan jumlah mertensit.....	12
3.1 Flowchart Alur Penelitian	17
3.2 Spesimen Mesin Oven Furnance	19
3.3 Mesin Uji Kekerasan.....	19
3.4 Mesin Uji Tarik.....	19
3.5 Gambar Spesimen Uji Tarik ASTM E8.....	20
4.1 Dimensi Ukuran Spesimen Uji Tarik.....	24
4.2 Grafik Tegangan Regangan Hardening 850°C Waktu Tahan 60 Menit.....	29
4.3 Grafik Tegangan Regangan Tempering 150°C Waktu Tahan 30 Menit	29
4.4 Grafik Tegangan Regangan Tempering 150°C Waktu Tahan 60 Menit	30
4.5 Grafik Tegangan Regangan Tempering 150°C Waktu Tahan 90 Menit	30
4.6 Grafik Tegangan Pengujian Tarik Spesimen	31
4.7 Grafik Regangan Pengujian Tarik Spesimen	31
4.8 Grafik Tegangan Regangan Tempering 200°C Waktu Tahan 30 Menit	35
4.9 Grafik Tegangan Regangan Tempering 200°C Waktu Tahan 60 Menit	36
4.10 Grafik Tegangan Regangan Tempering 200°C Waktu Tahan 90 Menit	36
4.11 Grafik Tegangan Pengujian Tarik Spesimen	37
4.12 Grafik Regangan Pengujian Tarik Spesimen	37
4.13 Grafik Tegangan Regangan Tempering 250°C Waktu Tahan 30 Menit	41
4.14 Grafik Tegangan Regangan Tempering 250°C Waktu Tahan 60 Menit	42
4.15 Grafik Tegangan Regangan Tempering 250°C Waktu Tahan 90	42
4.16 Grafik Tegangan Pengujian Tarik Spesimen	43
4.17 Grafik Regangan Pengujian Tarik Spesimen	43
4.18 Grafik Modulus Elastisitas Spesimen Pada Uji Tarik	44
4.19 Grafik Kekerasan Rockwell C Spesimen Uji.....	45
4.20 Foto Struktur Mikro Hardening 850°C.....	46
4.21 Foto Struktur Mikro Tempering 150°C Waktu Tahan 30 Menit.....	46
4.22 Foto Struktur Mikro Tempering 150°C Waktu Tahan 60 Menit.....	47
4.23 Foto Struktur Mikro Tempering 150°C Waktu Tahan 90 Menit.....	47
4.24 Foto Struktur Mikro Tempering 200 Waktu Tahan 30 Menit.....	47
4.25 Foto Struktur Mikro Tempering 200 Waktu Tahan 60 Menit.....	47
4.26 Foto Struktur Mikro Tempering 200 Waktu Tahan 90 Menit.....	48
4.27 Foto Struktur Mikro Tempering 250 Waktu Tahan 30 Menit.....	48
4.28 Foto Struktur Mikro Tempering 250 Waktu Tahan 60 Menit.....	48
4.29 Foto Struktur Mikro Tempering 250 Waktu Tahan 90 Menit.....	48

DAFTAR TABEL

2.1 Komposisi Kimia Baja AISI 4340 (ASTM A29).....	4
2.2 <i>Mechanical Properties</i> AISI 4340 setelah <i>quenching</i>	5
3.1 Rancangan Penelitian	21
4.1 Kode Spesimen	23
4.2 Data Uji Tarik Material	24
4.3 Data Hasil Perhitungan Tegangan Regangan Pada Uji Tarik	28
4.4 Data Hasil Uji Tarik Material	32
4.5 Data Hasil Perhitungan Tegangan Regangan Pada Uji Tarik	35
4.6 Data Uji Tarik Material	38
4.7 Data Hasil Perhitungan Tegangan Regangan Pada Uji Tarik	41
4.8 Data Hasil Nilai Modulus Elastisitas Pada Uji Tarik	44
4.5 Tabel Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell C Spesimen Uji	45