

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR DAN MEDIA
PENDINGIN PADA PROSES HARDENING
TERHADAP TINGKAT KEKERASAN BAJA ST 42 &
ST 60 MENGGUNAKAN UJI BRINELL DAN
STRUKTUR MIKRO**



Disusun Oleh :

KIKY KHAKIKY GHOZALI
NBI : 1421900077

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

2024

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR DAN MEDIA
PENDINGIN PADA PROSES HARDENING
TERHADAP TINGKAT KEKERASAN BAJA ST 42 &
ST 60 MENGGUNAKAN UJI BRINELL DAN
STRUKTUR MIKRO**



Disusun Oleh :

KIKY KHAKIKY GHOZALI
NBI : 1421900077

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

2024

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR DAN MEDIA PENDINGIN PADA PROSES HARDENING TERHADAP TINGKAT KEKERASAN BAJA ST 42 & ST 60 MENGGUNAKAN UJI BRINELL DAN STRUKTUR MIKRO

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1)

Pada Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Disusun oleh :

KIKY KHAKIKY GHOZALI

1421900077

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2024

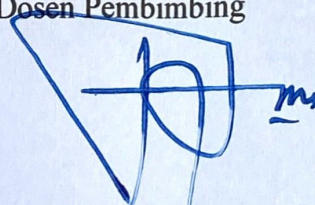
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

NAMA : KIKY KHAKIKY GHOZALI
NBI : 1421900077
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR DAN MEDIA PENDINGIN PADA PROSES HARDENING TERHADAP TINGKAT KEKERASAN BAJA ST 42 & ST 60 MENGGUNAKAN UJI BRINELL DAN STRUKTUR MIKRO

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing

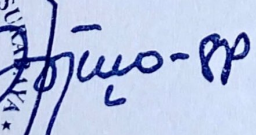


Ir. Ismail, MSc.

NPP. 20420.87.0116



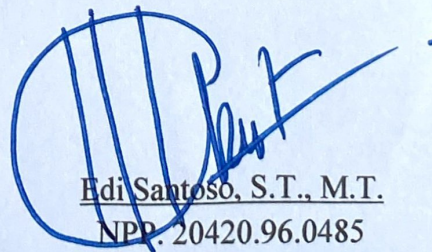
Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajyo, M.Kes, IPU., ASEAN Eng.

NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Edi Santoso, S.T., M.T.

NPP. 20420.96.0485

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul: **ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR DAN MEDIA PENDINGIN PADA PROSES HARDENING TERHADAP TINGKAT KEKERASAN BAJA ST 42 & ST 60 MENGGUNAKAN UJI BRINELL 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 Januari 2024




KY KHAKIKY GHOZALI

1421900077



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN

Jl. Semolowaru 45 Surabaya

Tlp. 031 593 1800 (ex.311)

Email: perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNT UK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Kiky Khakiky Ghozali
NBI/NPM : 1421900077
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : ~~Tugas Akhir/ 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:

**“ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR DAN MEDIA PENDINGIN
PADA PROSES HARDENING TERHADAP TINGKAT KEKERASAN
BAJA ST 42 & ST 60 MENGGUNAKAN UJI BRINELL 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 tercantumkan nama saya sebagai penulis,

Di buat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada Tanggal : 10 Januari 2024

Yang
Menyatakan,



(Kiky Khakiky Ghozali)

*Coret yang tidak perlu

LEMBAR PERSEMBAHAN

PERSEMBAHAN :

Saya ucapkan terima kasih banyak kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua serta segenap keluarga, yang telah memberikan semangat doa yang tiada henti sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Ir. Ismail, MSc Selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu sabar membimbing saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng selaku Dekan Fakultas Teknik
4. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. Selaku Ketua Progam Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak/Ibu Dosen mata kuliah di prodi Teknik Mesin UNTAG Surabaya
6. Oktavia Putri Ambarwati yang selalu menemani dan selalu mendukung dalam mengerjakan tugas akhir ini.
7. M. Michel Fajar selaku sahabat seperjuangan dalam kondisi apapun.
8. Dhoni Waloyo sebagai teman seperjuangan yang telah mendampingi saya dalam mengerjakan tugas akhir
9. Seluruh saudara – saudara seperjuangan khususnya saudara Teknik Mesin Angkatan 2019 yang telah banyak sekali membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

“Ingatlah Bahwa Tak Ada Yang Abadi Di Dunia Ini, Termasuk Masalah Yang Ada Dalam Hidupmu.”

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR DAN MEDIA PENDINGIN PADA PROSES HARDENING TERHADAP TINGKAT KEKERASAN BAJA ST 42 & ST 60 MENGGUNAKAN UJI BRINELL DAN STRUKTUR MIKRO

Pengujian kekerasan adalah metode untuk menentukan efek perlakuan panas atau dingin pada material yang telah mengalami perlakuan panas dan perlakuan dingin dapat menunjukkan perumaterial kekuatan dengan mengukur kekerasan permukaan material. Pada pengujian ini menggunakan material ST 42 dan ST 60 dimana material ini umum digunakan dalam konstruksi - konstruksi alat berat dan poros. Perumusan masalah pada penelitian ini yaitu mengetahui seberapa besar pengaruh proses hardening pada masing – masing spesimen. Pengujian ini dilakukan dengan masing-masing material dengan jumlah 9 spesimen, ukuran Ø 30 mm dan panjang 20 mm pada setiap benda akan diuji panas dengan suhu berbeda yaitu 850°C menggunakan pendinginan air, 950°C menggunakan pendinginan oli SAE10, dan 1050°C menggunakan pendinginan udara. Selanjutnya benda tersebut akan diuji kekerasannya dengan uji *brinell* menggunakan indentor bola dengan diameter 2,5 mm sehingga dapat mengetahui perlakuan yang tepat untuk mendapatkan sifat material yang sesuai dengan kebutuhan khususnya dalam konstruksi alat berat. Pada pengujian keras ini dilanjutkan dengan uji struktur mikro. Demikian penelitian diperoleh bahwa media pendingin yang menghasilkan nilai kekerasan paling tinggi dari proses perlakuan panas adalah media pendingin campuran air ST 42 sebesar 585,8 kg/mm².

Keywords: Hardening, Quenching, Holding time

Kata kunci: *Hardening, Quenching, Holding time*

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF TEMPERATURE AND COOLING MEDIA IN THE HARDENING PROCESS ON THE HARDNESS LEVEL OF ST 42 & ST 60 STEEL USING THE BRINELL TEST AND MICROSTRUCTURE

Hardness testing is a method for determining the effect of hot or cold treatment on materials that have undergone heat treatment and cold treatment can show the change in material strength by measuring the surface hardness of the material. In this test using ST 42 and ST 60 materials where these materials are commonly used in the construction of heavy equipment and shafts. The formulation of the problem in this study is to find out how much influence the hardening process has on each specimen. This test was carried out with each material with a total of 9 specimens, size Ø 30 mm and length 20 mm on each object to be tested heat at different temperatures, namely 850 °C using water cooling, 950 °C using oil cooling SAE 10, and 1050°C using air cooling. Furthermore, the object will be tested for hardness by testbrinell using a spherical indenter with a diameter of 2,5 mm so that you can find out the right treatment to get material properties that suit your needs, especially in heavy equipment construction. This hard test is followed by a microstructure test. Thus the study obtained that the cooling media that produces the highest hardness value from the heat treatment process is ST 42 water mixture cooling media of 585.8 kg / mm².

Keywords: *Hardening, Quencing, Holding time*

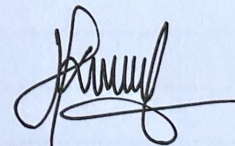
KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR DAN MEDIA PENDINGIN PADA PROSES HARDENING TERHADAP TINGKAT KEKERASAN BAJA ST 42 & ST 60 MENGGUNAKAN UJI BRINELL 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 Ir. Ismail, MSc, Selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiranya untuk selalu sabar membimbing saya dalam penulisan laporan 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 Serta 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 Januari 2024



Kiky Khakiky Ghozali

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
PUBLIKASI	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Baja.....	5
2.2 Struktur Baja.....	5
2.3 Klasifikasi Baja.....	6
2.4 Pengaruh Unsur Paduan Terhadap Baja	7
2.5 Komposisi Baja ST 42 dan ST 60.....	8
2.6 Sifat- Sifat Baja	8
2.7 Perlakuan Panas	9
2.8 Hardening	10
2.9 <i> Holding time </i>	12
2.10 <i> Quenching </i>	13
2.11 Media <i> Quenching </i>	13
2.12 Pengujian kekerasan	14
2.13 Diagram Fe-Fe ₃ C	16
2.14 Diagram TTT	17
2.15 Pengujian Struktur Mikro	18
2.16 Mikroskop Digital.....	22
2.17 Profil Proyektor	23
BAB III METODE PENELITIAN	25

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	26
3.2 Jenis Penelitian	27
3.3 Variabel Penelitian	27
3.3.1 Tempat.....	27
3.3.2 Waktu	27
3.4 Alat dan Bahan	28
3.4.1 Alat Yang Digunakan.....	28
3.4.2 Bahan Yang Digunakan.....	32
3.5 Prosedur Penelitian.....	32
3.5.1 Persiapan Spesimen.....	32
3.5.2 Proses <i>heat treatment</i> pada baja ST 42 dan ST 60 Percobaan I.....	32
3.5.3 Proses <i>heat treatment</i> pada baja ST 42 dan ST 60 Percobaan II.....	33
3.5.4 Proses <i>heat treatment</i> pada baja ST 42 dan ST 60 Percobaan III	34
3.5.5 Pengujian Kekerasan Metode Brinell.....	35
3.6 Analisis Data.....	36
3.7 Uji Struktur Mikro	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
BAB V PENUTUP.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komposisi Baja ST 42	7
Gambar 2. 2 Komposisi Baja ST 60	7
Gambar 2. 3 Diagram Suhu Terhadap Waktu.....	9
Gambar 2. 4 Pengujian Brinell.....	13
Gambar 2. 5 Parameter-Parameter Dasar Pada Pengujian Brinell.....	14
Gambar 2. 6 Diagram Fe-Fe ₃ C.....	15
Gambar 2. 7 Diagram TTT	16
Gambar 2. 8 Struktur Mikro Ferit.....	18
Gambar 2. 9 Struktur Mikro Sementit	19
Gambar 2. 10 Struktur Mikro Perlit.....	19
Gambar 2. 11 Struktur Mikro Austenit.....	20
Gambar 2. 12 Struktur Mikro Martensit	20
Gambar 2. 13 Mikroskop Olympus B2.....	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3. 2 Kawat	26
Gambar 3. 3 Tang Kombinasi.....	26
Gambar 3. 4 Dapur Pemanas Warmebau Hofmann.....	27
Gambar 3. 5 Alat Uji Kekerasan Brinell Carson Model MOPAO3	27
Gambar 3. 6 Profil Proyektor.....	27
Gambar 3. 7 Ragum	28
Gambar 3. 8 Jangka Sorong.....	28
Gambar 3. 9 Tipe Ex.....	28
Gambar 3. 10 Amplas	29
Gambar 3. 11 Autosol.....	29
Gambar 3. 12 Mital 2%.....	30
Gambar 3. 13 Mikroskop Olympus B2.....	35
Gambar 3. 14 Angka Brinell.....	38
Gambar 3. 15 Proses Amplas.....	38
Gambar 3. 16 Pegolesan menggunakan Autosol	39
Gambar 3. 17 Proses Etsa	39
Gambar 3. 18 Proses Pengamatan Struktur Mikro.....	40
Gambar 4. 1 Dapur Pemanas	41
Gambar 4. 2 Proses Pendinginan Spesimen.....	41
Gambar 4. 3 Alat Uji Kekerasan Spesimen	42
Gambar 4. 4 Indentasi Bola Baja	46
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Uji Kekerasan.....	48
Gambar 4. 7 Struktur Mikro ST 42 Pendinginan Media Air	49
Gambar 4. 8 Struktur Mikro ST 42 Pendinginan Media Oli.....	50

Gambar 4. 9 Struktur Mikro ST 42 Pendinginan Media Udara 51
Gambar 4. 10 Struktur Mikro ST 60 Pendinginan Media Air 52
Gambar 4. 11 Struktur Mikro ST 60 Pendinginan Media Oli..... 53
Gambar 4. 12 Struktur Mikro ST 60 Pendinginan Media Udara 54

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Suhu Awal 41
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Suhu Akhir 41
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Laju Aliran 42
Tabel 4. 4 Data Hasil Uji Korelasi 43

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Contoh Tabel Diameter Rata-Rata.....	35
Tabel 3. 2 Contoh Tabel Diameter Lekukan.....	35
Tabel 3. 3 Contoh Tabel Data Uji Keras.....	36
Tabel 4. 1 Hasil Diameter Rata-Rata	41
Tabel 4. 3 Hasil Diameter Lekukan	42
Tabel 4. 4 Data Hasil Uji Keras.....	43