

# **TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh :**

**BAGAS ANGKOSO**  
**NBI : 1421900058**

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

**2023**

# **TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh :**

**BAGAS ANGKOSO**  
**NBI : 1421900058**

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

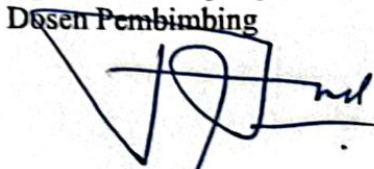
**2023**

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

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

NAMA : BAGAS ANGKOSO  
NBI : 1421900058  
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

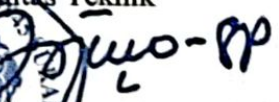
Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing



Ir. Ismail, M.Sc  
NPP. 20420.87.0116



Dekan  
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajyo, M. Kes., IPU., ASEAN Eng.  
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin



Edy Santoso, ST., 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.** 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, Juni 2023



Bagas Angkoso  
1421900058



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 : Bagas Angkoso  
NBI : 1421900058  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Tugas Akhir

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”

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 : 15 Juni 2023

Yang Menyatakan,

  
Bagas Angkoso  
NBI. 1421900058

## **LEMBAR PERSEMBAHAN DAN KATA MUTIARA**

Dengan mengucap rasa syukur yang mendalam atas terselesaikannya Tugas Akhir ini kepada Tuhan Yang Maha Esa beserta:

1. Keluarga besar saya yang telah senantiasa memberikan bantuan dan dorongan agar saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Segenap Civitas akademika kampus Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, staff pengajar, dan seluruh karyawan kampus Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Teman-teman seperjuangan yang turut membantu berjalannya Tugas Akhir sampai dengan selesai.

**“OJO DUMEH MENYANG ING SARONO, SURODIROJOYO  
HADININGRAT LEBURDENING PANGASTUTI”**

## **ABSTRAK**

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

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 kontruksi - kontruksi 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 kontruksi alat berat. Jenis penelitian ini merupakan penelitian jenis eksperimen, penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan utuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang dikendalikan, dalam pengujian ini didapatkan data uji brinell pada baja ST 42 dengan tingkat kekerasan 585,864 kg/mm<sup>2</sup> sebagai nilai kekerasan tertinggi dalam pengujian ini.

***Kata kunci: Hardening, Quencing, Holding time***

## **ABSTRACT**

### ***ANALYSIS OF THE EFFECT OF TEMPERATURE AND COOLING MEDIA IN THE HARDENING PROCESS ON THE HARDNESS LEVELS OF ST 42 & ST 60 USING THE BRINELL TEST***

*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 SAE10, and 1050 °C using air cooling . Furthermore, the hardness of the object will be tested with the brinell test using a spherical indenter with a diameter of 2.5 mm so that the appropriate treatment can be determined to obtain material properties that meet the needs, especially in heavy equipment construction. This type of research is an experimental type research, experimental research can be interpreted as a research method used to find the effect of certain treatments on others under controlled conditions, in this test the brinell test data was obtained on ST 42 steel with a hardness level of 585.864 kg/mm<sup>2</sup> as a value highest hardness in this test.*

***Keywords: Hardening, Quencing, Holding time***



## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Pernyataan Keaslian .....	iii
Publikasi .....	iv
Lembar Persembahan .....	v
Abstrak.....	vi
Kata Pengantar .....	viii
Daftar Isi .....	xiii
Daftar Gambar .....	x
Daftar Tabel .....	xi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.4.1 Tujuan Umum .....	2
1.4.2 Tujuan Khusus .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Baja .....	5
2.2 Struktur Baja .....	5
2.3 Klasifikasi Baja.....	6
2.3.1 Baja Karbon dan Paduan Baja.....	6
2.4 Pengaruh unsur paduan terhadap baja .....	7
2.5 Sifat-sifat Baja.....	8
2.6 Perlakuan Panas .....	9
2.7 Hardening.....	10
2.8 <i>Normalizing</i> .....	12
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
2.12.1 Uji kekerasan brinell .....	15
2.13 Diagram Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	17

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	19
3.2 Jenis Penelitian.....	21

3.3 Variabel Penelitian .....	21
3.3.1 Tempat .....	21
3.3.2 Waktu .....	21
3.4 Alat dan Bahan .....	21
3.4.1 Alat yang Digunakan .....	21
3.4.2 Bahan yang Digunakan .....	24
3.5 Prosedur Penelitian .....	25
3.5.1 Persiapan Spesimen .....	25
3.5.2 Proses heat treatment pada baja ST 42 dan ST 60 Percobaan I .....	25
3.5.3 Proses heat treatment pada baja ST 42 dan ST 60 Percobaan II .....	26
3.5.4 Proses heat treatment pada baja ST 42 dan ST 60 Percobaan III .....	26
3.5.5 Pengujian Kekerasan Metode Brinell .....	27
3.6 Analisis Data .....	28

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	47
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	49
-----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Komposisi Paduan Baja ST 42.....	8
2.2	Komposisi Paduan Baja ST 60.....	8
2.3	Diagram Suhu terhadap Waktu .....	10
2.4	Waktu Tahan.....	13
2.5	Pengujian Brinell .....	15
2.6	Parameter-parameter Dasar Pada Pengujian Brinell .....	16
2.7	Diagram Fe <sub>3</sub> C .....	17
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	19
3.2	Kawat.....	22
3.3	Tang.....	22
3.4	Dapur Pemanas .....	22
3.5	Alat uji Kekerasan Brinell.....	23
3.6	Profil Proyektor.....	23
3.7	Amplas .....	23
3.8	Ragum .....	24
3.9	Jangka Sorong .....	24
3.10	Tipe-X .....	24
4.1	Dapur Pemanas .....	33
4.2	Data sheet ST 42 dan ST 60 .....	35

## DAFTAR TABEL

3.1	Mesin uji Brinell .....	29
3.2	Penentuan Diameter rata-rata .....	29
3.3	Penentuan Diameter Lekukan .....	30
3.4	Penentuan Data Hasil Uji Keras .....	30
4.1	Diameter rata-rata .....	35
4.2	Diameter Lekukan .....	36
4.3	Data Hasil Uji Keras .....	37

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini yang berjudul “Analisis Pengaruh Temperatur Dan Media Pendingin Pada Proses Hardening Terhadap Tingkat Kekerasan Baja ST 42 & ST 60 Menggunakan Uji Brinell” sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Tuhan yang maha esa, berkat limpahan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Edi Santoso, ST., MT Selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
4. Bapak Ir. Ismail, MSc selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
5. Kepada staf dan Dosen Fakultas Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, yang telah mendidik dan mengajarkan ilmu pengetahuan tentang perkuliahan jurusan mesin, dengan ilmu tersebut sangat bermanfaat atas terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.
6. Kedua orang tua saya dan guru SMK saya terima kasih yang sebesar-besarnya saya ucapkan karena sudah mendukung dan memotivasi saya dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
7. Kepada Witri rodiva dan Oktavia Putri Ambarwati, yang selalu mendukung memberi semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Kepada MOONTON dan Tencent yang telah membantu penulis menghilangkan rasa lelah dan beratnya Tugas Akhir.
9. Teman-teman dan yang telah banyak memberikan do'a dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat mengerjakannya dengan lancar tanpa terkendala.

Surabaya, Juni 2023

Penulis