

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI WAKTU PENAHANAN
(*HOLDING TIME*) PADA PROSES *NORMALIZING*
MATERIAL BAJA ST 60 DAN ST 42 TERHADAP UJI
KEKERASAN DAN UJI TARIK**



Disusun Oleh :

SONNY PAMBUDI
NBI : 1421900146

MOCHAMAD LUKMAN
NBI : 1421900081

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

2023

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI WAKTU PENAHANAN
(*HOLDING TIME*) PADA PROSES *NORMALIZING*
MATERIAL BAJA ST 60 DAN ST 42 TERHADAP UJI
KEKERASAN DAN UJI TARIK**



Disusun Oleh :

SONNY PAMBUDI

NBI : 1421900146

MOCHAMAD LUKMAN

NBI : 1421900081

**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 : 1. Sonny Pambudi
 2. Mochamad Lukman
NBI : 1. 1421900146
 2. 1421900081
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA PENGARUH VARIASI WAKTU
 PENAHANAN (*HOLDING TIME*) PADA PROSES
 NORMALIZING MATERIAL BAJA ST 60 DAN ST
 42 TERHADAP UJI KEKERASAN DAN UJI TARIK

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



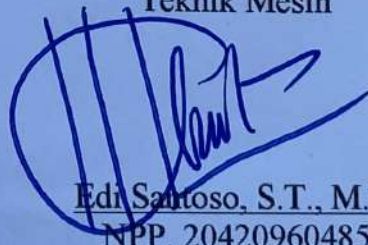
Ir. Ismail, M.Sc.
NPP. 20420870116



Dekan
Fakultas Teknik

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

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



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

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:
**ANALISA PENGARUH VARIASI WAKTU PENAHANAN (*HOLDING TIME*)
PADA PROSES *NORMALIZING* MATERIAL BAJA ST 60 DAN ST 42
TERHADAP UJI KEKERASAN DAN UJI TARIK**

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, 29 Mei 2023



Sonny Pambudi

1421900146



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TEL. 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 : Sonny Pambudi
NBI/ NPM : 1421900146
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 WAKTU PENAHANAN (*HOLDING TIME*)
PADA PROSES *NORMALIZING* MATERIAL BAJA ST 60 DAN ST 42
TERHADAP UJI KEKERASAN DAN UJI TARIK**

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 : 5 Juli 2023

Yang Menyatakan,



(Sonny Pambudi)

**Coret yang tidak perlu*

ABSTRAK

ANALISA PENGARUH VARIASI WAKTU PENAHANAN (*HOLDING TIME*) PADA PROSES *NORMALIZING* MATERIAL BAJA ST 60 DAN ST 42 TERHADAP UJI KEKERASAN DAN UJI TARIK

Baja ST-42 dan Baja ST-60 adalah dua jenis baja yang biasanya digunakan dalam struktur bangunan, baik berupa bangunan, fasilitas, maupun struktur lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menetapkan normalizing heat therapy menggunakan temperatur 880 °C dan durasi penahanan panas yang berbeda yaitu 5 menit, 15 menit, dan 35 menit. Pada pengujian tarik ST-42 dari ketiga variasi waktu tersebut didapat nilai terendah pada waktu penahanan panas 15 menit dengan nilai 35,49 Kg/mm² sedangkan untuk nilai tertinggi pada waktu penahanan panas 5 menit dengan nilai 65,76 Kg/mm². Pada pengujian tarik ST-60 dari ketiga variasi waktu tersebut didapatkan nilai terendah pada waktu penahanan panas 35 menit dengan nilai 61,5 Kg/mm² sedangkan untuk nilai tertinggi pada waktu penahanan panas 5 menit dengan nilai 100,49 Kg/mm². Pada pengujian kekerasan rockwell baja ST-42 tanpa *heattreatment* memiliki nilai kekerasan tertinggi dari ketiga variasi waktu penahanan panas dengan nilai 50 HRC. Pada baja ST-60 dari ketiga variasi waktu tersebut didapatkan nilai terendah pada waktu penahanan panas 15 menit dengan nilai 42,3 HRC, sedangkan untuk nilai tertinggi pada waktu penahanan panas 5 menit dan 35 menit dengan nilai 44,5 HRC.

Kata kunci : Baja ST-42, Baja ST-60, Hardening, Normalizing, Uji mekanik

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF HOLDING TIME VARIATION IN THE NORMALIZING PROCESS OF ST 60 AND ST 42 STEEL MATERIALS ON THE HARDNESS TESTS AND TENSILE TESTS

ST-42 steel and ST-60 steel are two types of steel that are usually used in building structures, whether in the form of buildings, facilities, or other structures. The purpose of this study was to determine normalizing heat therapy using a temperature of 880 °C and different durations of heat retention, namely 5 minutes, 15 minutes and 35 minutes. In the ST-42 tensile test of the three time variations, the lowest value was obtained at the 15 minute heat retention time with a value of 35.49 Kg/mm² while the highest value was at the 5 minute heat retention time with a value of 65.76 Kg/mm². In the ST-60 tensile test of the three time variations, the lowest value was obtained at the heat holding time of 35 minutes with a value of 61.5 Kg/mm² while the highest value was at the heat holding time of 5 minutes with a value of 100.49 Kg/mm². In the rockwell hardness test ST-42 steel without heat treatment has the highest hardness value of the three variations of heat holding time with a value of 50 HRC. In the ST-60 steel of the three time variations, the lowest value was obtained at the heat holding time of 15 minutes with a value of 42.3 HRC, while for the highest value at the heat holding time of 5 minutes and 35 minutes with a value of 44.5 HRC.

Keywords : *Steel ST-42, Steel ST- 60, Hardening, Normalizing, Mechanical test*

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan YME yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISA PENGARUH VARIASI WAKTU PENAHANAN (*HOLDING TIME*) PADA PROSES *NORMALIZING* MATERIAL BAJA ST 60 DAN ST 42 TERHADAP UJI KEKERASAN DAN UJI TARIK”.

Begitu banyak masalah teknis maupun non teknis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini selama melakukan penelitian baik di laboratorium, peminjaman alat dan material, maupun ketika penyusunan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan arahan dari banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa suka cita dan terima kasih kepada pihak-pihak yang terkait :

1. Orang tua tercinta ayah dan ibu yang telah melahirkan, membesarkan, mendidik, dan yang selalu mendoakan untuk keberhasilan serta memberi dorongan, semangat, bantuan, baik material maupun spiritual kepada saya.
2. Bapak Ir. Ismail, MSc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Edi Santoso, ST., MT. selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Maula Nafi ST., MT. selaku Koordinator Tugas Akhir program study Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Dosen jurusan teknik mesin universitas 17 agustus 1945 surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kuliah.
6. Teman seperjuangan mahasiswa teknik mesin angkatan 2019. Terima kasih atas kebersamaan dan kebahagiaan yang sudah lama terjalin.

Penulis menyadari bahwa masih ada beberapa hal yang dapat ditambahkan untuk menyempurnakan dan melengkapi Tugas Akhir ini, sehingga penulis mengharapkan tanggapan dan saran dari para pembaca.

Surabaya, 29 Mei 2023



Sonny Pambudi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	2
1.4.1 Tujuan Penelitian.....	2
1.4.2 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Definisi Baja.....	5
2.1.1 Klasifikasi Baja	5
2.1.2 Sifat Mekanik Baja.....	5
2.1.3 Diagram Fasa Fe-C.....	7
2.2 Perlakuan Panas	8
2.2.1 Diagram Temperatur Pemanasan	8
2.3 Penahanan Suhu (Holding Time).....	10
2.4 Definisi Normalizing.....	11

2.4.1 Tujuan Normalizing	11
2.4.2 Proses Normalizing	11
2.4.3 Manfaat Normalizing	12
2.5 Pengujian kekerasan	13
2.5.1 Pengujian Kekerasan Bahan dengan Metode Rockwell	13
2.5.2 Indentor	15
2.5.3 Skala Kekerasan Rockwell	15
2.6 Pengujian tarik	18
2.6.1 Tegangan-Regangan Teknik	21
2.6.2 Perhitungan tegangan - tegangan lainnya	21
2.6.3 Karakteristik Mekanik lainnya	22
2.6.4 Tegangan-Regangan Sebenarnya	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Diagram Alir	25
3.2 Prosedur Penelitian	26
3.2.1 Mulai	26
3.2.2 Studi Literatur	26
3.2.3 Permasalahan	26
3.2.4 Spesiment Penelitian	26
3.2.5 Pengujian Tarik	26
3.2.6 Pengujian Rockwell	27
3.2.7 Analisa Data	27
3.2.8 Kesimpulan	27
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Kode Spesimen	29
4.2 Analisa Data Hasil Pengujian Uji Tarik	30
4.2.1 Perhitungan Baja ST 42 Tanpa Perlakuan Panas	30
4.2.2 Perhitungan Baja ST 42 Perlakuan Panas 5 Menit	32
4.2.3 Perhitungan Baja ST 42 Perlakuan Panas 15 Menit	35
4.2.4 Perhitungan Baja ST 42 Perlakuan Panas 35 Menit	38

4.2.5 Perhitungan Baja ST 60 Tanpa Perlakuan Panas	41
4.2.6 Perhitungan Baja ST 60 Perlakuan Panas 5 Menit.....	44
4.2.7 Perhitungan Baja ST 60 Perlakuan Panas 15 Menit.....	47
4.2.8 Perhitungan Baja ST 60 Perlakuan Panas 35 Menit.....	50
4.2.9 Hasil Rata-Rata Uji Tarik Baja ST 42 Dan Baja ST 60	53
4.3 Analisa Data Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell.....	56
4.3.1 Analisa Data Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell Baja ST 42.....	56
3.3.2 Analisa Data Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell Baja ST 60.....	57
3.3.3 Data Hasil Rata-Rata Pengujian Kekerasan Rockwell Baja ST 42 Dan ST 60.....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Fasa Baja Karbon	8
Gambar 2. 2 Daerah temperatur pemanasan	9
Gambar 2. 3 Kurva laju-inverse untuk baja	10
Gambar 2. 4 Diagram Temperatur Untuk Proses Normalizing.....	13
Gambar 2. 5 Proses pengujian kekerasan Rockwell.....	14
Gambar 2. 6 Mesin Rockwell manual	14
Gambar 2. 7 Indentor intan dan indentor bola.....	15
Gambar 2. 8 Pengujian kekerasan Rockwell memakai indentor intan dan indentor bola.....	18
Gambar 2. 9 Benda kerja bertambah panjang (L) ketika diberi beban (P).....	19
Gambar 2. 10 Kurva Tegangan – Regangan Teknik.....	20
Gambar 2. 11 Kurva Beban – Perpanjangan	20
Gambar 2. 12 Kurva $P = f(l)$	21
Gambar 2. 13 Kurva Tegangan – Regangan Modulus Resilien	23
Gambar 3. 1 spesimen uji tarik.....	26
Gambar 3. 2 spesimen uji Rockwell.....	27
Gambar 4. 1 Grafik Baja ST 42 Tanpa Perlakuan Panas	32
Gambar 4. 2 Grafik Baja ST 42 Perlakuan Panas 5 menit	35
Gambar 4. 3 Grafik Baja ST 42 Perlakuan Panas 15 menit	38
Gambar 4. 4 Grafik Baja ST 42 Perlakuan Panas 35 Menit.....	41
Gambar 4. 5 Grafik Baja ST 60 Tanpa Perlakuan Panas	44
Gambar 4. 6 Grafik Baja ST 60 Perlakuan Panas 5 Menit.....	47
Gambar 4. 7 Grafik Baja ST 60 Perlakuan Panas 15 Menit.....	50
Gambar 4. 8 Grafik Baja ST 60 Perlakuan Panas 35 Menit.....	53
Gambar 4. 9 Grafik Hasil Rata-Rata Uji Tarik Baja ST 42	54
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Rata-Rata Uji Tarik Baja ST 60	55
Gambar 4. 11 Diagram Hasil Rata-Rata Kekerasan Baja ST 42.....	57
Gambar 4. 12 Diagram Hasil Rata-Rata Kekerasan Baja ST 60.....	58
Gambar 4. 13 Diagram Hasil Kekerasan Baja ST 42 Dan Baja ST 60	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Skala pada pengujian kekerasan Rockwell	16
Tabel 2. 2 Aplikasi khas skala kekerasan Rockwell	17
Tabel 2. 3 Rentang skala kekerasan Rockwell	17
Tabel 4. 1 Kode Spesimen Uji Tarik.....	29
Tabel 4. 2 Data Baja ST 42 Tanpa Perlakuan Panas	30
Tabel 4. 3 Data Baja ST 42 Perlakuan Panas 5 Menit	33
Tabel 4. 4 Data Baja ST 42 Perlakuan Panas 15 Menit	36
Tabel 4. 5 Data Baja ST 42 Perlakuan Panas 35 Menit	39
Tabel 4. 6 Data Baja ST 60 Tanpa Perlakuan Panas	42
Tabel 4. 7 Data Baja ST 60 Perlakuan Panas 5 Menit	45
Tabel 4. 8 Data Baja ST 60 Perlakuan Panas 15 Menit	48
Tabel 4. 9 Data Baja ST 60 Perlakuan Panas 35 Menit	51
Tabel 4. 10 Hasil Rata-Rata Uji Tarik Baja ST 42 Dan Baja ST 60	53
Tabel 4. 11 Hasil Uji kekerasan Rockwell Baja ST 42	56
Tabel 4. 12 Hasil Uji kekerasan Rockwell Baja ST 60	58