

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH *HEAT TREATMENT*  
*NORMALIZING* DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN  
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO  
BAJA KARBON RENDAH**



**Disusun Oleh :**

**SUKARNO ALFAISZ**  
**NBI : 1421800015**

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

**2024**

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS PENGARUH *HEAT TREATMENT* *NORMALIZING* DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH**



**Disusun oleh:**  
**SUKARNO ALEAISZ**  
**1421800015**

**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 : SUKARNO ALFAISZ  
NBI : 1421800015  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISIS PENGARUH *HEAT TREATMENT*  
*NORMALIZING* DENGAN VARIASI WAKTU  
TAHAN TERHADAP SIFAT KEKERASAN  
DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON  
RENDAH

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing



Maula Nafi, ST., MT.  
NPP. 20420160717

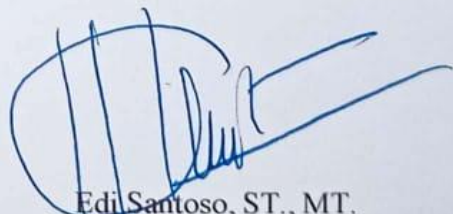


Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Saliyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.  
NPP. 20410900197

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Edi Santoso, ST., MT.  
NPP. 20420960485

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul: **ANALISIS PENGARUH *HEAT TREATMENT NORMALIZING* DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH**

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, 30 Juni 2024



aisz  
1421800015



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 : Sukarno Alfaisz  
NBI/ NPM : 1421800015  
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:

**ANALISIS PENGARUH HEAT TREATMENT NORMALIZING DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN TERHADAP SIFAT KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH**

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 : 30 Juni 2024

\*Coret yang tidak perlu

Yang Menyatakan,



## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah kupersembahkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan juga kesempatan dalam menyelesaikan tugas akhir saya ini dengan banyak kekurangan. Segala syukur kuucapkan kepadaMu Ya Rabb, karena sudah menghadirkan orang-orang berharga disekeliling saya. Yang selalu memberi semangat dan doa, sehingga tugas akhir saya ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk karya yang sederhana ini, maka saya persembahkan untuk :

1. Kepada Ayahanda dan Ibunda tersayang dan tercinta yang selalu memberikan motifasi, dukungan, serta doa restu dan semangat sampai detik ini.
2. Bapak Maula Nafi, ST., MT. Sebagai dosen pembimbing yang banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini sehingga dapat selesai dengan benar dan baik.
3. Bapak Edi Santoso, ST., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Seluruh keluarga Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, baik dosen, staff karyawan, maupun seluruh teman-teman teknik mesin angkatan 2018.

# **ANALISIS PENGARUH HEAT TREATMENT NORMALIZING DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH**

**Sukarno Alfaisz**

E-mail: sukarnoalfaisz28@gmail.com

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945  
Surabaya

## **ABSTRAK**

Pelat baja profil ST 37 yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu waktu penahanan dan suhu perlakuan panas, waktu penahanan (20 menit, 25 menit, 30 menit) diikuti suhu perlakuan panas (850 °C, 870 °C dan 900°C). Dilihat dari hasil uji kekerasan *Rockwell*, hasilnya terus meningkat dengan adanya perubahan waktu penahanan 20 menit, 25 menit, dan 30 menit, serta media pendingin udara/pendingin internal, dari keadaan tanpa perlakuan menjadi setelah perlakuan normalisasi, dan mencapai kekerasan maksimal. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada kondisi normalisasi 850 °C dan waktu penahanan diubah menjadi 20 menit dalam media pendingin udara pada 60 HRC. Nilai kekerasan terendah diperoleh yaitu 36,1 HRC untuk kondisi pemrosesan pada suhu 900 °C. Dapat disimpulkan bahwa perubahan waktu tahan dan media pendingin berpengaruh terhadap penurunan kekerasan. Pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa fasa perlit semakin berkurang seiring bertambahnya waktu tahan. Pada suhu 900 °C, variasi waktu retensi air pendingin selama 20 menit menghasilkan persentase fasa perlit terendah yaitu 42%. Semakin rendah persentasenya, semakin banyak fasa perlitnya dan semakin ulet materialnya.

**Kata kunci:** *Normalizing*, Struktur Mikro, *Hardness*

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF HEAT TREATMENT NORMALIZING WITH  
VARIATIONS OF HOLDING TIME ON HARDNESS AND MICRO  
STRUCTURE OF LOW CARBON STEEL**

**Sukarno Alfaisz**

*E-mail: sukarnoalfaisz28@gmail.com*

*Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya*

**ABSTRACT**

*The ST 37 profile steel plate used in this research, namely holding time and heat treatment temperature, holding time (20 minutes, 25 minutes, 30 minutes) followed by heat treatment temperature (850 °C, 870 °C and 900°C). Judging from the results of the Rockwell hardness test, the results continued to increase with changes in the holding time of 20 minutes, 25 minutes and 30 minutes, as well as the air cooling/internal cooling media, from a state without treatment to after normalization treatment, and reaching maximum hardness. The highest hardness value was obtained at normalization conditions of 850 °C and the holding time was changed to 20 minutes in air cooling media at 60 HRC. The lowest hardness value obtained was 36.1 HRC for processing conditions at a temperature of 900 °C. It can be concluded that changes in holding time and cooling media have an effect on reducing hardness. Microstructure observations show that the pearlite phase decreases with increasing holding time. At a temperature of 900 °C, varying the cooling water retention time for 20 minutes produces the lowest pearlite phase percentage, namely 42%. The lower the percentage, the more pearlite phase there is and the more ductile the material.*

**Keywords:** *Normalizing, Microstructure, Hardness*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, dengan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **ANALISIS PENGARUH HEAT TREATMENT NORMALIZING DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH.**

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana Teknik pada jurusan Teknik Mesin Univeristas 17 Agustus 1945 Surabaya. Tersusunnya Tugas ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak yang telah membantu dan juga memberikan masukan, motivasi dan arahan yang diberikan kepada penulis.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan ini. Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah menyertai dan memberkahi dalam pembuatan Proposal Tugas Akhir.
2. Seluruh keluarga terutama orang tua, kakak dan adik saya yang telah memberikan dukungan, semangat, doa serta bantuan berupa material maupun spiritual sehingga dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir.
3. Bapak Maula Nafi, ST., MT selaku dosen pembimbing dan selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Edi Santoso, ST., MT selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Para dosen Program Studi Teknik mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, yang telah memberikan ilmu sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini banyak kekurangan, untuk itu diharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis ucapkan banyak terima kasih dan semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Surabaya, 30 Juni 2024

Sukarno Alfaisz

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan Tugas Akhir .....	ii
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir .....	iii
lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi .....	iv
lembar Persembahan .....	v
Abstrak .....	vi
<i>Abstract</i> .....	vii
Kata Pengantar .....	viii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Tabel .....	xii

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

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

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Baja Karbon .....	3
2.2 Sifat Baja .....	4
2.3 <i>Heat Treatment</i> .....	5
2.4 Macam-macam <i>Heat Treatment</i> .....	5
2.5 <i>Holding Time</i> .....	6
2.6 Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	8
2.7 Pengujian Struktur Mikro .....	10

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir .....	16
3.2 Alat dan Bahan .....	17
3.2.1 Spesifikasi Spesimen .....	17
3.2.2 Proses Normalizing .....	17
3.2.3 Proses Uji Kekerasan .....	17
3.2.4 Proses Uji Struktur Mikro .....	17

3.3	Proses Preparasi Spesimen .....	18
3.4	Proses <i>Normalizing</i> .....	18
3.5	Proses Uji Kekerasan .....	19
3.6	Proses Uji Struktur Mikro .....	20
<b>BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Kodefikasi Spesimen .....	22
4.2	Analisis Data dan Hasil Pembahasan Pengujian Perlakuan Panas .....	23
4.2.1	Hasil Pengujian Perlakuan Panas .....	24
4.3	Analisis Data dan Hasil Pembahasan Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> ....	25
4.3.1	Hasil Pengujian Kekerasan .....	25
4.3.2	Data dan Perhitungan Rata-rata Nilai Kekerasan.....	26
4.3.3	Nilai Rata-Rata Uji Kekerasan .....	28
4.4	Analisis Data dan Hasil Pembahasan Pengujian Struktur Mikro .....	30
4.4.1	Data Pengujian Struktur Mikro .....	31
4.4.2	Data Pengujian Struktur Mikro .....	32
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>35</b>
5.1	Kesimpulan .....	35
5.2	Saran .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>37</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>39</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Heat Treatment</i> .....	4
Gambar 2.2 Diagram Curva Waktu Tahan.....	7
Gambar 2.3 Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	10
Gambar 2.4 Diagram Fasa.....	10
Gambar 2.5 Struktur <i>Pearlite</i> dan <i>Ferrite</i> (Ali, 2020) Martensit.....	11
Gambar 2.6 Struktur <i>Austenite</i> (Fawaiz, 2017) .....	12
Gambar 2.7 Contoh Perhitungan Fasa .....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Proses <i>Normalizing</i> .....	18
Gambar 3.3 Proses Uji Kekerasan .....	19
Gambar 3.4 Proses Uji Struktur Mikro .....	21
Gambar 4.1 Spesimen Baja ST 37 .....	23
Gambar 4.2 Proses <i>Normalizing</i> pada spesimen dengan temperatur 850°C, 870°C dan 900°C .....	24
Gambar 4.3 Pengaturan total waktu tahan pada tungku .....	24
Gambar 4.4 Pendinginan menggunakan suhu kamar / ruang .....	25
Gambar 4.5 Pengujian Kekerasan .....	25
Gambar 4.6 Spesimen dan letak titik-titik uji kekerasan <i>Rockwell</i> .....	26
Gambar 4.7 Diagram batang nilai rata-rata uji kekerasan per spesimen .....	28
Gambar 4.8 Diagram batang nilai total rata-rata uji kekerasan.....	28
Gambar 4.9 Contoh Perhitungan Persentase Fasa Dengan Metode <i>Point Count</i> ....	32
Gambar 4.10 Diagram batang persentase <i>pearlite</i> .....	33

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baja Karbon .....	3
Tabel 2.2 Beban, Indentor, dan Skala Kekerasan (Mersilia, 2016) .....	8
Tabel 3.1 Tabel Spesifikasi Baja ST 37 .....	17
Tabel 3.2 Alat dan Bahan <i>Normalizing</i> .....	17
Tabel 3.3 Alat dan Bahan Uji Kekerasan.....	17
Tabel 3. 4 Alat dan Bahan Uji Struktur Mikro .....	17
Tabel 4.1 Kodefikasi spesimen.....	22
Tabel 4.2 Data Perlakuan Panas Spesimen .....	23
Tabel 4.3 Data hasil uji kekerasan <i>Rockwell</i> .....	27
Tabel 4.4 Data hasil foto uji struktur mikro .....	31
Tabel 4.5 Hasil perhitungan persentase fasa <i>pearlite</i> .....	33