

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR  
MIKRO BAJA JIS SUP 9 HASIL PERLAKUAN  
*HARDENING QUENCHING* DENGAN VARIASI  
WAKTU TAHAN DAN MEDIA PENDINGIN**



**Disusun Oleh :**

**ZULIO REVANDI**

**NBI : 1421900156**

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

**2024**



# TUGAS AKHIR

**ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR  
MIKRO BAJA JIS SUP 9 HASIL PERLAKUAN  
*HARDENING QUENCHING* DENGAN VARIASI  
WAKTU TAHAN DAN MEDIA PENDINGIN**



**Disusun Oleh :**

**ZULIO REVANDI**  
**NBI : 1421900156**

**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 : ZULIO REVANDI  
NBI : 1421900156  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR  
MIKRO BAJA JIS SUP 9 HASIL PERLAKUAN  
*HARDENING QUENCHING* DENGAN VARIASI  
WAKTU TAHAN DAN MEDIA PENDINGIN.

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing



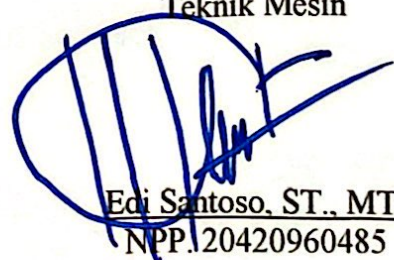
Maula Nafi, ST., MT.  
NPP. 20420160717

Dekan  
Fakultas Teknik



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

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin



Edi Santoso, ST., MT.  
NPP. 20420960485





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 : Zulio Revandi  
NBI/ NPM : 1421900156  
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 Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

### ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA JIS SUP 9 HASIL PERLAKUAN *HARDENING QUENCHING* DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN DAN MEDIA PENDINGIN

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*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 Januari 2024

Yang Menyatakan,



(Zulio Revandi)

\*Coret yang tidak perlu

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:  
**ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA JIS SUP 9 HASIL  
PERLAKUAN *HARDENING QUENCHING* DENGAN VARIASI WAKTU  
TAHAN DAN MEDIA PENDINGIN**

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, 02 January 2024



Zulio Revandi  
1421900156



## 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 motivasi, 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 2019.

## ABSTRAK

### ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA JIS SUP 9 HASIL PERLAKUAN *HARDENING QUENCHING* DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN DAN MEDIA PENDINGIN

*Baja JIS SUP 9 adalah baja karbon sedang yang biasanya kita jumpai adalah pegas daun pada kendaraan mobil muatan/truk pada aplikasinya digunakan untuk menahan beban pada bagian belakang. Pegas daun merupakan suatu komponen utama yang digunakan untuk meredam getaran atau guncangan karena itu dengan kondisi yang diterima tersebut, maka material pegas daun harus memiliki elastisitas dan diimbangi juga dengan ketangguhan yang tinggi. Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu tahan dan media pendingin pada perlakuan hardening quenching baja JIS SUP 9 terhadap kekerasan dan struktur mikro. Perlakuan hardening suhu 800°C dengan variasi waktu tahan 15 menit, 20 menit, 25 menit. Lalu di berikan perlakuan quenching dengan variasi media pendingin oli, solar, air. Setelah itu dilakukan uji kekerasan pada permukaan material menggunakan metode rockwell skala c dengan beban uji 150kg indentor kerucut intan 120°, kemudian dilakukan uji struktur mikro pada permukaan material menggunakan mikroskop pembesaran 1500x. Dari hasil penelitian pengujian kekerasan rockwell didapat nilai kekerasan tertinggi yaitu pada kondisi setelah di hardening quenching dengan variasi waktu tahan 25 menit media pendingin air sebesar 56,8 HRC. Dan hasil penelitian pengujian struktur mikro didapat nilai tertinggi persentase fasa pearlite sebesar 70% dari variasi waktu tahan 25 menit media pendingin air, sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya pemberian variasi waktu tahan semakin lama dan media pendingin air berpengaruh terhadap meningkatkan kekerasan serta meningkatkan pertumbuhan fasa pearlite yang membuat baja JIS SUP 9 menjadi lebih keras.*

**Kata kunci :** *Baja JIS SUP 9, Hardening Quenching, Uji Kekerasan, Uji Struktur Mikro*



## ABSTRACT

### ANALYSIS OF HARDNESS AND MICRO STRUCTURE OF JIS SUP 9 STEEL RESULTS OF HARDENING QUENCHING TREATMENT WITH VARIATIONS OF HOLDING TIME AND COOLING MEDIA

*JIS SUP 9 steel is medium carbon steel which we usually encounter as leaf springs on loaded cars/trucks in its application used to support the load on the rear. Leaf springs are the main component used to dampen vibrations or shocks. Therefore, given the conditions received, the leaf spring material must have elasticity and be balanced with high toughness. The research aims to determine the effect of variations in holding time and cooling media on the hardening quenching treatment of JIS SUP 9 steel on hardness and microstructure. Hardening treatment at a temperature of 800°C with varying holding times of 15 minutes, 20 minutes, 25 minutes. Then given a quenching treatment with a variety of cooling media oil, diesel, water. After that, a hardness test was carried out on the material surface using the C scale Rockwell method with a test load of 150kg with a 120° diamond cone indenter, then a microstructure test was carried out on the material surface using a 1500x magnification microscope. From the results of research on Rockwell hardness testing, the highest hardness value was obtained, namely in the condition after hardening quenching with a 25 minute holding time variation for water cooling media of 56,8 HRC. And the results of the microstructure testing research obtained the highest value of the pearlite phase percentage of 70% from the 25 minute holding time variation in the water cooling medium, so it can be concluded that the variation in holding time is longer and the water cooling media has an effect on increasing the hardness and increasing the growth of the pearlite phase. makes JIS SUP 9 steel harder.*

**Keywords:** *JIS SUP 9 Steel, Hardening Quenching, Hardness Test, Microstructure Test*



## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillahahirabbil'aalamiin dengan memanjatkan Puji dan syukur kehadirat Allah S.W.T , yang telah memberikan kekuatan, rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi kita Muhammad S.A.W, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul "ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA JIS SUP 9 HASIL PERLAKUAN *HARDENING QUENCHING* DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN DAN MEDIA PENDINGIN " ini di tempuh untuk memenuhi salah satu syarat mencapai Strata Satu (S-1) di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis telah menerima banyak dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, dalam kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, diantaranya:

1. Kedua orang tua penulis ayahanda Suwandi dan ibunda Sri Wilujeng yang tidak hentinya selalu memberika doa, semangat dan dukungannya agar penulis dapat mencapai cita – cita yang di impikan.
2. Bapak Maula Nafi, ST., MT. Selaku pembimbing saya yang telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan, dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
3. Bapak Edi Santoso, ST., M.T. Selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Segenap Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Seluruh rekan – rekan seperjuangan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya angkatan 2019.

Penulis menyadari didalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan yang penulis miliki. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kepada pembaca untuk memberikan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan penulisan di masa mendatang. Semoga Allah SWT memberikan imbalan yang berlimpah ganda atas semua kebaikan yang telah di berikan kepada penulis. Serta semoga laporan ini memberikan manfaat kepada penulis khususnya. **Aamiin.**

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surabaya, 02 January 2024

Zulio Revandi





## DAFTAR ISI

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

### BAB 1 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 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja Karbon .....	3
2.2 <i>Heat Treatment</i> .....	5
2.2.1 <i>Hardening</i> .....	6
2.2.2 Waktu Tahan ( <i>Holding Time</i> ) .....	7
2.2.3 <i>Quenching</i> .....	7
2.3 Kekerasan.....	10
2.4 Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	10
2.5 Uji Struktur Mikro.....	12

### BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan .....	18
3.2.1 Spesifikasi Spesimen.....	18
3.2.2 <i>Hardening Quenching</i> .....	18
3.2.3 Uji Kekerasan.....	18
3.2.4 Uji Struktur Mikro.....	18
3.3 Proses Preparasi Spesimen.....	19
3.4 Proses <i>Hardening Quenching</i> .....	19
3.5 Proses Uji Kekerasan.....	20
3.6 Proses Uji Struktur Mikro.....	21



<b>BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Kodefikasi Spesimen.....	23
4.2 Analisis Data dan Hasil Pembahasan Pengujian Perlakuan Panas.....	24
4.2.1 Hasil Pengujian Perlakuan Panas.....	25
4.3 Analisis Data dan Hasil Pembahasan Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	26
4.3.1 Hasil Pengujian Kekerasan.....	26
4.3.2 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 Perhitungan Persentase Fasa Hasil Uji Struktur Mikro.....	32
4.5 Hubungan Pengaruh Variasi Waktu Tahan dan Media Pendingin Terhadap Hasil Pengujian Kekerasan dan Struktur Mikro.....	34
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>39</b>

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Diagram Fasa Fe-c .....	6
2.2	<i>Isothermal Transformation Diagram</i> .....	8
2.3	<i>Continous Cooling Transformation Diagram</i> .....	9
2.4	Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	11
2.5	Struktur <i>Austenite</i> .....	13
2.6	Struktur <i>Pearlite &amp; Ferrite</i> .....	14
2.7	Struktur <i>Bainite</i> .....	14
2.8	Struktur <i>Martensite</i> .....	15
2.9	Struktur <i>Sementite</i> .....	16
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	17
3.2	Proses <i>Hardening Quenching</i> .....	19
3.3	Proses Uji Kekerasan.....	20
3.4	Proses Uji Struktur Mikro.....	21
4.1	Spesimen Baja JIS SUP 9.....	24
4.2	Proses <i>Hardening</i> Pada Spesimen dengan Temperatur 800°C.....	25
4.3	Pengaturan Total Waktu Tahan pada Tungku.....	25
4.4	Pendinginan Menggunakan Media Oli, Solar, dan Air.....	26
4.5	Pengujian Kekerasan.....	26
4.6	Spesimen dan Letak Titik-Titik Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	27
4.7	Diagram Batang Nilai Rata-Rata Uji Kekerasan per Spesimen.....	28
4.8	Diagram Batang Nilai Total Rata-Rata Uji Kekerasan.....	29
4.9	Contoh Perhitungan Persentase Fasa Dengan Metode <i>Point Count</i> .....	32
4.10	Diagram Batang Persentase <i>Pearlite</i> .....	33
4.11	Diagram Batang Hubungan Variasi Waktu Tahan dan Media Pendingin Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro.....	34



## DAFTAR TABEL

2.1	Komposisi Material Pegas Daun Baja JIS SUP 9 .....	4
2.2	Sifat Mekanik Baja JIS SUP 9 .....	4
2.3	Beban, Indentor, dan Skala Kekerasan .....	11
3.1	Spesifikasi Baja JIS SUP 9.....	18
3.2	Alat dan Bahan <i>Hardening Quenching</i> .....	18
3.3	Alat dan Bahan Uji Kekerasan.....	18
3.4	Alat dan Bahan Uji Struktur Mikro.....	18
4.1	Kodefikasi Spesimen.....	23
4.2	Data Perlakuan Panas Spesimen.....	24
4.3	Data Hasil Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	27
4.4	Data Hasil Foto Uji Struktur Mikro.....	31
4.5	Hasil Perhitungan Persentase Fasa <i>Pearlite</i> .....	32