

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN  
DAN HOLDING TIME PADA PERLAKUAN PANAS BAJA ST 42  
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO**



**Disusun Oleh :**

**ANGGA ADE SUPRIONO**

**NBI : 1421600075**

**MOHAMMAD NUR HANSYAH**

**NBI : 1421600114**

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

**2021**

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN DAN HOLDING TIME PADA PERLAKUAN PANAS BAJA ST 42 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO**

**Disusun oleh:**

**ANGGA ADE SUPRIONO**

**1421600075**

**MOCHAMMAD NUR HANSYAH**

**1421600114**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2021**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : Angga Ade Supriono  
M.Nur Hansyah  
NBI : 1421600075  
1421600114  
PROGRAM STUDI : Teknik Mesin  
FAKULTAS : Teknik  
JUDUL : Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan  
dan Holding Time pada Perlakuan Panas Baja ST-  
42 Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro.

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing



Edi Santoso, ST, MT  
NPP. 20420960485

Dekan  
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.  
NPP. 20420900197



Ketua Program Studi  
Teknik Mesin



Ir. Ichlas Wahid, M.T.  
NPP. 20420900207

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:

**ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERTUR PEMANASAN DAN HOLDING TIME PADA PERLAKUAN PANAS BAJA ST-42 TERHADAP SIFAT MEKANIK 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, 09 Februari 2021



( Angga Ade Supriono )

NBI : 1421600075



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 UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angga Ade Supriono  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Makalah

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui 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 Variasi Tegangan Listrik dan Waktu pada Proses Pelapisan Elektroplating dengan Warna Copper (Tembaga) pada Baja Karbon Terhadap Kekerasan dan Ketebalan”

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 : 09 – Februari - 2021



( Angga Ade Supriono )

## **MOTTO**

**“INGATLAH PADA TEMAN SEPERJUANGANMU YANG TELAH  
MEMBANTU KAMU UNTUK SEBUAH KESUKSESAN DAN  
KELANCARAN URUSANMU SELALU BERDOA DAN BERSYUKUR”**

~ || ~

## **LEMBAR PERSEMBAHAN DAN KATA MUTIARA**

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan juga kesempatan dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi saya dengan segala kekurangannya. Segala syukur saya ucapkan kepadaMu Ya Rabb, karena sudah menghadirkan orang-orang berarti disekeliling saya. Yang selalu memberi semangat dan doa, sehingga skripsi saya ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk karya yang sederhana ini, maka saya persembahkan untuk Ayah dan Ibunda tercinta dan tersayang apa yang saya dapatkan hari ini, belum mampu membayar semua kebaikan, keringat, dan juga air mata bagi saya. Terima kasih atas segala dukungan kalian, baik dalam bentuk materi maupun moril. Karya ini saya persembahkan untuk kalian, sebagai wujud rasa terima kasih atas pengorbanan dan jerih payah kalian sehingga saya dapat menggapai cita-cita. Kelak cita-cita saya ini akan menjadi persembahan yang paling mulia untuk Ayah dan Ibu, dan semoga dapat membahagiakan kalian.

### **KATA MUTIARA**

“Jadilah diri sendiri apapun yang kamu lakukan dan berusaha berdoa pasti akan dimudahkan oleh Allah SWT yang paling terpenting jangan pernah putus asa tetap sabar dan berusaha lebih baik lagi.”

## ABSTRAK

*Seiring dengan perkembangan industri manufaktur yang semakin berkembang, logam mempunyai peran penting dalam industri manufaktur. Dalam hal ini baja merupakan logam paduan yang paling banyak digunakan dalam dunia industri manufaktur. Salah satu jenis baja yang sering digunakan adalah Baja ST-42. penelitian ini tujuannya untuk mengetahui pengaruh suhu Hardening dan media pendingin terhadap sifat mekanik Baja ST-42 dengan variasi suhu hardening dan media pendingin, suhu yang digunakan 825<sup>0</sup>.875<sup>0</sup>,925<sup>0</sup> menggunakan media pendingin Air pada pengujian pada temperatur 925<sup>0</sup> C Holding time 20 menit media pendingin air mempunyai nilai kekerasan dengan rata – rata 70,7 HRC, Holding time 25 menit media pendingin air mempunyai nilai rata – rata 65,26 HRC dan Holding time 30 menit media pendingin air mempunyai nilai rata – rata 64,33 HRC. Dari data hasil penelitian nilai kekerasan uji Rockwell di atas, dapat dilihat spesimen tanpa perlakuan panas dengan spesimen yang dihardening 925<sup>0</sup> C memiliki perbedaan nilai kekerasan yang sangat cukup signifikan, sedangkan perbedaan antara hardening temperatur 825<sup>0</sup> C dengan 875<sup>0</sup> C perbedaan nilai kekerasan rata-ratanya tidak begitu signifikan. .*

*spesimen yang telah dihardening 875<sup>0</sup> C Holding time 20 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar  $E = 26,15 \text{ J}$ ,  $HI = 0,326 \text{ J/mm}^2$ , Holding time 25 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar  $E = 26,15 \text{ J}$ ,  $H = 0,326 \text{ J/mm}^2$  dan Holding time 30 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar  $E = 26,13 \text{ J}$ ,  $HI = 0.326 \text{ J/mm}^2$ . dan specimen yang telah dihardening 925<sup>0</sup> C Holding time 20 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar  $E = 26,17 \text{ J}$ ,  $HI = 0,327 \text{ J/mm}^2$ , Holding time 25 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar  $E = 26,17 \text{ J}$ ,  $H = 0,327 \text{ J/mm}^2$  dan Holding time 30 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar  $E = 26,17 \text{ J}$ ,  $HI = 0.327 \text{ J/mm}^2$ .*

*Pada spesimen yang dengan Martensit lebih merata yaitu dengan tanpa perlakuan holding time 30 menit memiliki nilai kekerasan rata-rata yaitu 64,33 HRC dan yang kedua adalah spesimen dengan warna gelap kedua adalah yaitu holding time 22 menit memiliki nilai kekerasan rata-rata 65,26 HRC dan yang yang ketiga adalah spesimen dengan warna paling terang holding time 20 menit yaitu dengan memiliki nilai kekerasan rata-rata 70,7 HRC dan terakhir spesimen dengan tanpa perlakuan panas butiran-butiran masih terlihat kasar memiliki kekerasan 66,76 HRC.*

**Kata kunci: Hardening, Baja ST-42, uji kekerasan, uji impact (charpy), uji mikro**



## ABSTRACT

*Along with the development of the growing manufacturing industry, metals have an important role in the manufacturing industry. In this case, steel is the most widely used alloy in the manufacturing industry. One type of steel that is often used is Steel ST-42. This study aims to determine the effect of hardening temperature and cooling media on the mechanical properties of ST-42 steel with variations in hardening temperature and cooling media, the temperature used is 8250.875 °, 9250 using water cooling media. On testing at a temperature of 9250 C Holding time 20 minutes water cooling media has a hardness value with an average of 70.7 HRC, Holding time 25 minutes water cooling media has an average value of 65.26 HRC and holding time 30 minutes water cooling media has average value of 64.33 HRC. From the research data on the hardening value of the Rockwell test above, it can be seen that specimens without heat treatment with specimens hardened at 9250 C have a very significant difference in hardness values, while the difference between the hardening temperature of 8250 C and 8750 C is not so. significant. .*

*Hardened specimens 8750 C Holding time 20 minutes water cooling media has an energy impact and an impact price of  $E = 26.15 \text{ J}$ ,  $HI = 0.326 \text{ J/mm}^2$ , Holding time 25 minutes water cooling media has an energy impact and an impact price of  $E = 26.15 \text{ J}$ ,  $H = 0.326 \text{ J/mm}^2$  and Holding time 30 minutes water cooling media has an impact energy and an impact value of  $E = 26.13 \text{ J}$ ,  $HI = 0.326 \text{ J/mm}^2$ . and specimens that have been hardened 9250 C Holding time 20 minutes, water cooling media has an energy impact and an impact price of  $E = 26.17 \text{ J}$ ,  $HI = 0.327 \text{ J/mm}^2$ , Holding time 25 minutes water cooling media has an energy impact and an impact price of  $E = 26.17 \text{ J}$ ,  $H = 0.327 \text{ J/mm}^2$  and Holding time 30 minutes water cooling media has an impact energy and an impact value of  $E = 26.17 \text{ J}$ ,  $HI = 0.327 \text{ J/mm}^2$ .*

*The specimens with Martensite were more evenly distributed, i.e. without treatment, the holding time of 30 minutes had an average hardness value of 64.33 HRC and the second was a specimen with a dark color. The second was a holding time of 22 minutes having an average hardness value of 65.26 HRC and the third is the specimen with the brightest color holding time of 20 minutes, with an average hardness value of 70.7 HRC and finally the specimen without heat treatment, the grains still look coarse and have a hardness of 66.76 HRC.*

*Keywords: Hardening, Steel ST-42, hardness test, impact test (charpy), micro test*

## KATA PENGANTAR

Dengan segala puja dan puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan dan Holding Time pada Perlakuan Panas Baja ST-42 Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro.**”

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan kelulusan pada Program Studi Teknik Mesin Strata Satu (S-1) Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. . Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat saran, dorongan, bimbingan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak yang merupakan pengalaman yang tidak dapat diukur secara materi, namun dapat membukakan mata penulis bahwa sesungguhnya pengalaman dan pengetahuan tersebut adalah guru yang terbaik bagi penulis. Oleh karena itu dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Mulyanto Nugroho, MM.,CMA.,CPAI selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes. selaku dekan fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Ir. Ichlas Wahid, MT selaku kepala program studi Teknik Mesin di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Edi Santoso, ST.,MT selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan dan menjelaskan hal-hal yang tidak kami ketahui hingga faham guna untuk menyelesaikan laporan tugas akhi ini.

5. Bapak/Ibu dosen Fakultas teknik mesin dan juga staf administrasi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang selalu memberikan pelayanan yang terbaik untuk mahasiswa.
6. Kepada Kedua Orang Tua yang telah melahirkan, merawat dan mendidik sampai saat ini serta mendoakan yang terbaik dan selalu memberikan dukungan untuk mencapai sebuah keberhasilan.
7. Kepada Seluruh teman-teman Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan motivasi.

Dan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini penulis menyadari masih banyak kekurangan dan ketidak sempurnaan dalam hal penulisan, oleh karena itu penulis dengan rendah hati menerima saran dan kritik dari pembaca yang membangun untuk kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Surabaya, 09 Februari 2021

Penyusun,

( Angga Ade Supriono )

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar judul Tugas Akhir dengan pernyataan gelar .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir .....	iv
Lembar Pernyataan persetujuan Publikasi .....	iv
Lembar Persembahan dan Kata Mutiara .....	iv
Abstrak .....	v
<i>Abstrak</i> .....	vi
Kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel .....	xiii

### **BAB I 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 II DASAR TEORI**

2.1 Klasifikasi baja.....	3
2.1.1 Baja karbon .....	4
2.1.2 Baja paduan.....	5
2.1.3 Pengaruh unsur paduan baja .....	6
2.2 Diagram fasa .....	6
2.3 Perlakuan panas heattreatment .....	10
2.3.3 Hardening.....	12
2.4 Holding time.....	13
2.5 Pembentukan Martensit.....	14
2.6 Diagram transformasi untuk pendinginan .....	15
2.7 Media pendinginan.....	16
2.8 Sifat mekanik .....	16
2.9 Pengujian Mekanik.....	17
2.9.1 Pengujian Kekerasan Rockwell.....	17
2.9.2 Pengujian impact.....	19
2.9.3 Pengujian Struktur mikro .....	22
2.9.4 Sifat Mekanik DiDaerah Elastik .....	25
2.9.5 Sifat Mekanik Di daerah Plastik.....	25



### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	27
3.2 Penjelasan diagram alir .....	29
3.2.1 Ide penelitian .....	29
3.2.2 Study lapangan .....	29
3.2.3 Study literature .....	29
3.2.4 Persiapan alat dan bahan .....	29
3.3 Proses perlakuan panas.....	30
3.4 Pengujian kekerasan.....	30
3.5 Pengujian Impact.....	30
3.6 Pengujian Struktur mikro .....	31
3.7 Data dan analisa .....	31
3.8 kesimpulan .....	31

### **BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pengujian kekerasan.....	31
4.1.1 Analisa data uji kekerasan ( <b>ROCKWELL</b> ) .....	35
4.2 Pengujian Impact.....	37
4.2.1 Hasil data pengujian impact ( <b>CHARPY</b> ) .....	37
4.2.2 Hasil Analisa data perhitungan impact ( <b>CHARPY</b> ) .....	49
4.3 Pengujian struktur mikro .....	50
4.3.1 Pembahasan foto mikro tanpa perlakuan panas .....	50
4.3.2 Perlakuan panas 825°C Holding time 20,25,30 menit.....	52
4.3.3 Perlakuan panas 875°C Holding time 20.25.30 menit.....	54
4.3.4 perlakuan panas 925°C Holding time 20.25.30 menit.....	56

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

5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran.....	59

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	60
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	63
-----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

2.2 Diagram kesetimbangan .....	7
2.3.3 Gambar tahap-tahap pemanasan.....	12
2.6 menunjukkan diagram TTT untuk jenis baja <i>hypoeutectoid</i> .....	15
2.9.1 <i>Proses Pengujian Rockwell</i> .....	18
2.9.2 <i>Mesin Uji Pukul</i> .....	20
2.9.3 <i>Uji Pukul Izod</i> .....	20
2.9.4 <i>Uji Pukul Charpy</i> .....	21
2.9.5 <i>Konfigurasi dan Pembebanan Uji Pukul</i> .....	21
3.2.4 Gambar spesimen ST 42 .....	29
3.3 Gambar dapur furneance .....	30
3.5 Gambar pengujian Impact .....	31
3.5.1 Gambar specimen Impact.....	31
4.1 Diagram hasil analisa uji kekerasan Tanpa perlakuan dan Temperatur 825° C Holding time 20 menit,25 menit,30 menit Temperatur 875° C Holding time 20 menit,25 menit, 30 menit Temperatur 925° C Holding time 20 menit,25 menit,30 menit .....	36
4.2.12 Gambar grafik energy impact.....	48
4.2.12 Gambar grafik harga impact.....	48
4.3.1 Gambar Mikro tanpa perlakuan panas.....	50
4.3.2.1 Gambar Mikro temperatur 825° C Holding time 20 menit .....	50
4.3.2.2 Gambar Mikro temperatur 825° C Holding time 25 menit .....	50
4.3.2.3 Gambar Mikro temperatur 825° C Holding time 30 menit .....	51
4.3.3.1 Gambar Mikro temperatur 875° C Holding time 20 menit .....	52
4.3.3.2 Gambar Mikro temperatur 875° C Holding time 25 menit .....	52
4.3.3.3 Gambar Mikro temperatur 875° C Holding time 30 menit .....	53
4.3.4.1 Gambar Mikro temperatur 925° C Holding time 20 menit.....	54
4.3.4.2 Gambar Mikro temperatur 925° C Holding time 25 menit .....	54
4.3.4.3 Gambar Mikro temperatur 925° C Holding time 30 menit .....	55

## DAFTAR TABEL

2.1 Tabel beberapa macam hat treatment baja .....	4
2.2 Tabel uji kekerasan rockwell.....	9
2.3 Tabel skala uji kekerasan rockwell .....	33
4.1.1 Tabel uji kekerasan dan Tempe ratur 825°C ,875°C,925°C Holding time 20 menit .....	33
4.1.2 Tabel uji kekerasan temperature 825°C,875°C,925C°, Holding time 25 menit .....	33
4.1.3 Tabel uji kekerasan temperatur 825°C,875°C,925°C, Holding time 30 menit .....	34
4.2.2 Tabel data hasil uji Impact pada baja ST 42 tanpa perlakuan panas .....	37
4.2.3 Tabel Hasil uji impact charpy Baja ST 42 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening 825 <sup>0</sup> C, Holding time 20 menit, media pendingin Air .	38
4.2.4 Tabel data hasil uji impact charpy Baja ST 42 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening 875 <sup>0</sup> C, Holding time 20 menit, media pendingin Air .	39
4.2.5 Tabel Data hasil uji impact charpy Baja ST 42 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening 925 <sup>0</sup> C, Holding time 20 menit, media pendingin Air .	40
4.2.6 Tabel data hasil uji impact charpy Baja ST 42 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening 825 <sup>0</sup> C, Holding time 25 menit, media pendingin Air .	41
4.2.7 Tabel data hasil uji impact charpy Baja ST 42 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening 875 <sup>0</sup> C, Holding time 25 menit, media pendingin Air .	42
4.2.8 Tabel data hasil uji impact charpy Baja ST 42 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening 925 <sup>0</sup> C, Holding time 25 menit, media pendingin Air .	43
4.2.9 Tabel data hasil uji impact charpy Baja ST 42 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening 825 <sup>0</sup> C, Holding time 30 menit, media pendingin Air .	44
4.2.10 Tabel data hasil uji impact charpy Baja ST 42 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening 875 <sup>0</sup> C, Holding time 30 menit, media pendingin Air .	45
4.2.11 Tabel data hasil uji impact charpy Baja ST 42 yang sudah melalui proses perlakuan panas hardening 925 <sup>0</sup> C, Holding time 30 menit, media pendingin Air .	46
4.2.12 Tabel hasil perhitungan energi impact dan harga impact Baja ST 42 .....	47