

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISA SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO BAJA SS 400 SETELAH *CARBURIZING* MENGGUNAKAN ARANG KAYU ASEM DAN *QUENCHING* DENGAN OLI DAN AIR**



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

**JATMIKO SETYO CAHYONO**

**D200217234**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2021**

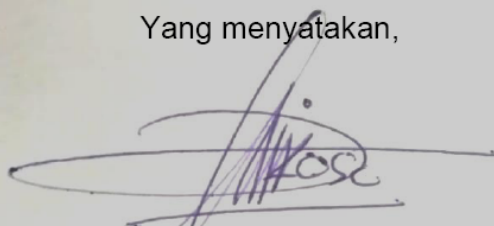
### **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**“ANALISA SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO BAJA SS 400 SETELAH CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG KAYU ASEM DAN QUENCHING DENGAN OLI DAN AIR”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 16 Februari 2022

Yang menyatakan,



Jatmiko Setyo Cahyono

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "**ANALISA SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO BAJA SS 400 SETELAH CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG KAYU ASEM DAN QUENCHING DENGAN OLI DAN AIR**", telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disusun oleh :

Nama : **JATMIKO SETYO CAHYONO**  
NIM : **D200217234**

Disetujui pada

Hari : Rabu  
Tanggal : 16 Februari 2022

**Pembimbing Utama**



**(Ir. Supriyono, M.T., Ph.D)**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “**ANALISA SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO BAJA SS 400 SETELAH CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG KAYU ASEM DAN QUENCHING DENGAN OLI DAN AIR**”, telah di pertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **Jatmiko Setyo Cahyono**

NIM : **D200217234**

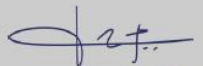
Disahkan pada:

Hari : Rabu

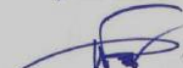
Tanggal : 16 Februari 2022

### Tim Penguji:

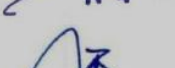
Ketua : **Ir. Supriyono, M.T., Ph.D.**

(  )

Sekretaris : **Wijianto, ST., M.Eng.Sc**

(  )

Anggota : **Dr.Ir. Tri Tjahjono, M. T.**

(  )

Dekan Fakultas Teknik  
  
**Rols Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.**  
NIK. 892

Ketua Jurusan Teknik Mesin  
  
**Ir. Agus Dwi Anggono, ST, M, Eng., Ph.D**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Jl. A.Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp. (0271) 717417  
ext. 222

**LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR**

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor 029/II/2020 tanggal 20 Februari 2020 tentang Pembimbing Tugas Akhir

dengan ini :

Nama : Ir. Supriyono, M.T., Ph.D.

Pangkat Jabatan : Lektor Kepala

Kedudukan : Pembimbing Utama

Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Jatmiko setyo cahyono

Nomor Induk : D200217234

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul/Topik : Analisa Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Baja SS 400 Setelah *Carburizing* Menggunakan Arang Kayu Asem dan *Quenching* Dengan Oli dan Air.

Rincian Soal/Tugas : Meneliti Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Baja SS 400 Setelah *Carburizing* Menggunakan Arang Kayu Asem dan *Quenching* Dengan Oli dan Air.

Demikian Soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 28 Februari 2020  
Pembimbing

**Ir. Supriyono, M.T., Ph.D.**

**Keterangan.**

*Dibuat rangkap 3 (tiga)*

1. Untuk KAJUR (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

## **MOTTO**

“Bukan ilmu yang mendatangi kita, tapi kitalah yang seharusnya  
mendatangi ilmu”

(Imam Malik)

“Esensi dari ilmu adalah untuk mengetahui apa itu ibadah dan ketaatan”

(Imam Ghazali)

“Tuntutlah ilmu. Disaat kamu miskin, ia akan menjadi hartamu, dan disaat  
engkau kaya, ia akan menjadi perhiasanmu”

(Luqman Al-Hakim)

“Menuntut ilmu adalah taqwa, menyampaikannya adalah ibadah,  
mengulanginya adalah dzikir, dan mencarinya adalah jihad”

(Al Ghazali)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Pertama saya mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kesabaran, serta tuntunannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Tak lupa saya persembahkan tugas akhir ini kepada :

1. Kedua orang tua terima kasih atas segala doa dan pengorbanan yang telah memberikan kepercayaan kepada penulis untuk melanjutkan ke perguruan tinggi.
2. Kepada Bapak Ir. Supriyono, M.T., Ph.D. sebagai pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dalam melakukan penelitian tugas akhir.

# ANALISA SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO BAJA SS 400 SETELAH CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG KAYU ASEM DAN QUENCHING DENGAN OLI DAN AIR

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arang kayu Asem dalam proses perlakuan panas menggunakan metode *carburizing* pada baja SS 400 terhadap sifat mekanis dan struktur mikro.

Pada penelitian ini media *carburizing* yang digunakan adalah arang kayu asem dengan prosentase berat sebesar 60% dan katalis  $\text{CaCo}_3$  sebesar 40%. Temperatur yang digunakan adalah  $850^{\circ}\text{C}$  dengan waktu tahan 60 menit dengan variasi media *quenching* oli 15w-40 dan air.

Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa material *carburizing* dengan variasi media *quenching* oli dan air memiliki sifat yang lebih Getas dari pada *raw* material. Nilai kekerasan permukaan untuk material *raw* pada sebesar 191,53 VHN, sedangkan untuk material *carburizing* dengan media *quenching* oli sebesar 412,00 VHN, sedangkan untuk material *carburizing* dengan media *quenching* air sebesar 508,64 VHN. Hasil foto mikro material *carburizing* dengan media *quenching* air memiliki fasa perlit yang lebih dominan dibanding material *raw* dan material *carburizing* dengan media *quenching* oli.

**Kata kunci : *Carburizing, Quenching, Tarik, Kekerasan, Struktur Mikro.***



**ANALYSIS OF MECHANICAL PROPERTIES AND MICROSTRUCTURE  
OF SS 400 STEEL AFTER CARBURIZING USING ASEM WOOD  
CHARCOAL AND QUENCHING WITH OIL AND WATER**

**ABSTRACT**

*This study aims to determine the effect of Asem wood charcoal in the heat treatment process using the carburizing method on SS 400 steel on mechanical properties and microstructure.*

*In this study, the carburizing medium used was tamarind wood charcoal with a weight percentage of 60% and a CaCo<sub>3</sub> catalyst of 40%. The temperature used is 8500C with a holding time of 60 minutes with a variation of 15w-40 oil and water quenching media.*

*The results of the tensile test show that the carburizing material with variations of oil and water quenching media has more brittle properties than the raw material. The surface hardness value for raw material is 191.53 VHN, while for carburizing material with oil quenching media it is 412.00 VHN, while for carburizing material with water quenching media it is 508.64 VHN. The results of micro photos of carburizing material with water quenching media have a pearlite phase which is more dominant than raw material and carburizing material with oil quenching media.*

**Keywords:** Carburizing, Quenching, Tensile, Hardness, Microstructure.

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr, Wb

Alhamdulillahirobbil'alamin, Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir dengan judul "**Analisa Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Baja SS 400 Setelah Carburizing Menggunakan Arang Kayu Asem Dan Quenching Dengan Oli Dan Air**".

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan dari Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, untuk meraih gelar Strata Satu (S1). Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Supriyono, M.T., Ph.D.. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu selama menyelesaikan masa perkuliahan.
3. Bapak, ibu, dan kakak tercinta yang senantiasa memberikan dukungan penuh untuk menyelesaikan perkuliahan, terimakasih untuk semuanya.
4. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah berjuang dan saling memberi semangat, dukungan.

Penulis masih menyadari bahwa laporan ini belum sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat di harapkan.

Wassalamualaikum, Wr, Wb.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR .....	v
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Landasan Teori .....	7
2.2.1 Baja Karbon.....	7
2.2.2 Klasifikasi Baja Karbon .....	7
2.2.3 Perlakuan Panas Pada Baja .....	9
2.2.4 Pengerasan Permukaan Baja .....	11

2.2.5 <i>Carburizing</i> .....	11
2.2.6 Difusi Pada Baja .....	12
2.2.7 Kemampuan Kekerasan .....	12
2.2.8 <i>Quenching</i> (Pendinginan Cepat) .....	13
2.2.9 Uji Struktur Mikro .....	15
2.1.10 Uji Sifat Mekanis Baja .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	23
3.2 Tempat Penelitian .....	24
3.3 Bahan Dan Alat Penelitian .....	24
3.3.1 Bahan Penelitian .....	24
3.3.2 Alat Penelitian .....	26
3.4 Proses Penelitian .....	30
3.6 Proses Pengujian Spesimen .....	31
3.6.1 Proses Uji Struktur Mikro .....	31
3.6.2 Proses Uji Kekerasan .....	32
3.6.3 Proses Uji Tarik .....	34
<b>BAB IV DATA HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Data Hasil Pengujian kekerasan dan Pembahasan .....	37
4.2 Data Hasil Uji Foto Struktur Mikro dan Pembahasan .....	39
4.3 Data Hasil Uji Tarik dan Pembahasan .....	42
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran .....	47
DAFTAR PUSTAKA .....	48
LAMPIRAN .....	50

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Diagram Fasa Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	8
<b>Gambar 2.2</b>	Diagram Temperatur Terhadap Waktu .....	11
<b>Gambar 2.3</b>	Hubungan Kekerasan Dengan Kandungan Karbon.....	13
<b>Gambar 2.4</b>	Diagram CCT .....	14
<b>Gambar 2.5</b>	Mikroskop Optik.....	18
<b>Gambar 2.6</b>	Benda Kerja Bertambah Panjang Ketika Diberi Beban.....	19
<b>Gambar 2.7</b>	Kurva Tegangan-Regangan .....	21
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Penelitian .....	23
<b>Gambar 3.2</b>	Arang Kayu Asem.....	25
<b>Gambar 3.3</b>	CaCO <sub>3</sub> .....	25
<b>Gambar 3.4</b>	Oli SAE 15w-40. ....	26
<b>Gambar 3.5</b>	Gerabah Tanah Liat.....	26
<b>Gambar 3.6</b>	Mesin <i>Furnace</i> .....	27
<b>Gambar 3.7</b>	Alat Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	27
<b>Gambar 3.8</b>	Alat Uji Foto Struktur Mikro.....	28
<b>Gambar 3.9</b>	Mesin Uji Tarik .....	28
<b>Gambar 3.10</b>	<i>Grinding and Polishing Machine</i> .....	29
<b>Gambar 3.11</b>	Cairan <i>Etsa</i> .....	29
<b>Gambar 3.12</b>	Dimensi Spesimen Uji Kekerasan .....	33
<b>Gambar 3.13</b>	Dimensi Spesimen Uji Tarik (ASTM E8).....	34
<b>Gambar 3.14</b>	Spesimen Uji Tarik Standar ASTM E8.....	35
<b>Gambar 4.1</b>	Histogram Hasil Uji Kekeerasan TiapTitik Masing-masing Material.....	38
<b>Gambar 4.2</b>	Struktur Mikro RAW Material dengan Pembesaran 200 Kali dan 100 Kali Daerah Tepi Transisi, Daerah Tengah .....	39
<b>Gambar 4.3</b>	Struktur Mikro Material Carburizing Variasi Quenching Oli 15w-40 dengan Pembesaran 200 kali dan 100 Kali, Daerah Tepi-transisi, Daerah Tengah .....	40

<b>Gambar 4.4</b> Struktur mikro material Carburizing Variasi Quenching Air dengan pembesaran 200 kali dan 100 kali , Daerah Tepi-transisi, daerah Tenga.....	41
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Tegangan (MPa) dengan Regangan (%) Masing-Masing Spesimen .....	42
<b>Gambar 4.6</b> Histogram Tegangan Maksimal, Tegangan Luluh, dan Tegangan Patah. ....	43
<b>Gambar 4.7</b> Histogram Regangan Maksimal Material.....	43

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Komposisi Kimia Baja SS400 .....	24
<b>Tabel 3.2</b> Dimensi spesimen uji tarik (ASTM E8) .....	34
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengujian Mikro Vickers. ....	37
<b>Tabel 4.2</b> Nilai Tegangan Regangan Uji Tarik. ....	42

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian tarik .....	51
Lampiran 2. Hasil Pengujian Kekerasan .....	51