

**TUGAS SARJANA**

**BIDANG MATERIAL**

**“KAJIAN PENGARUH *PACK CABURIZING* DENGAN SUMBER KARBON  
ARANG BAMBU TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA  
BAJA AISI 1040”**



**Diajukan Untuk Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin**

**Diajukan Oleh :**

**ALESSANDRO CHIESA**

**2010017211011**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS  
TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS  
BUNG HATTA**

**2024**

**UNIVERSITAS BUNG HATTA**

LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS SARJANA

**“KAJIAN PENGARUH *PACK CARBURIZING* DENGAN SUMBER KARBON  
ARANG BAMBU TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA  
BAJA AISI 1040”**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan  
Program Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

*Oleh:*

**ALESSANDRO CHIESA**  
2010017211011

*Disetujui Oleh:*

**Pembimbing**

**Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin RD., M.T**  
NIDN: 101303620

*Mengetahui:*

**Dekan**  
**Fakultas Teknologi Industri**



**Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T**  
NIDN: 1012097403

**Ketua**  
**Jurusan Teknik Mesin**

**Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin RD., M.T**  
NIDN: 101303620

**LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI TUGAS SARJANA**  
**“KAJIAN PENGARUH *PACK CARBURIZING* DENGAN SUMBER KARBON**  
**ARANG BAMBU TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA**  
**BAJA AISI 1040”**

*Telah Diuji Dan Dipertahankan Pada Sidang Tugas Sarjana*  
*Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*  
*Pada Tanggal 12 Agustus 2024 Dengan Dosen-dosen Penguji*

**Oleh:**

**ALESSANDRO CHIESA**  
**2010017211011**

*Disetujui Oleh:*

**Ketua Sidang**



**Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin RD., M.T**  
**NIDN: 101303620**

*Mengetahui:*

**Penguji I**

**Penguji II**



**Prof. Dr. Hendra Suherman, S.T., M.T.**  
**NIDN : 1001047101**



**Ir. Iman Satria, S.T., M.T., IPM., Asean.Eng**  
**NIDN : 1031077301**

**PERNYATAAN KEASLIANISI**

**SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fajri Fadhli

NPM 2010017211021

Program Studi : Strata-1 Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN ALAT TEKUK PLAT DENGAN  
SUDUT TEKUK BERVARIASI

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul di atas adalah benar hasil karya sendiri kecuali yang bereferensi dan dinyatakan sumbernya pada referensi yang tertera dalam daftar pustaka.

Padang, 05 September 2024

Saya yang menyatakan,



Alessandro Chiesa

## KATA MUTIARA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Sujud Syukur Pada Sang Maha, Allah SWT

Terima Kasihku Pada Pembawa Cahaya Penuntun, Nabi Muhammad  
SAW Kecup Indah Untuk Pembimbing Kehidupan Manusia, Alqur'an

Maha Suci Engkau, Tidak Ada Pengetahuan  
Kami Kecuali Yang Engkau Ajarkan Kepada  
Kami Sesungguhnya Engkaulah  
Yang Maha Mengetahui Lagi Maha  
Bijaksana (Al Baqarah: 32)

Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Ada  
Kemudahan Maka Apabila Kamu Telah Selesai  
Dalam Suatu Urusan Kerjakanlah Dengan  
Sungguh – Sungguh Urusan Yang Lain Dan  
Hanya Kepada Allah- Lah Kamu Berharap  
(QS : Al – Insyirah : 6 – 7)

...Ya Tuhanku Tunjukilah Aku Untuk Mensyukuri Nikmat  
Engkau Yang Telah Engkau Berikan kepadaku Dan  
Kepada Ibu dan Bapakku

Dan Supaya Aku Dapat Berbuat Amal Yang Shaleh Yang  
Engkau Ridhoi... ( QS : Al – Ahqaaf : 15 )

Yaa Allah...Yaa Rohmaan... Yaa

Rohiim... Alhamdulillah Hari Ini

Aku Merasa Lega Dan Dapat

Tersenyum Serta Bersyukur

Padamu ya Allah

Atas Hari Yang Telah Engkau Janjikan Jadi Milikku

Karena-Mu Yaa Allah Aku Mampu Meraih Gelar Kesarjanaan

Segelintir Harapan Dan Keberhasilan Telah  
Ku Gapai Namun Seribu Tantangan Masih  
Harus Ku Hadapi Hari Ini Merupakan  
Langkah Awal Bagiku  
Meraih Cita – Cita, Maka Dari Itu Aku Mohon Pada-Mu Yaa Allah  
Tunjukilah Aku Dan Bimbinglah Aku Dalam Rahmat-Mu...

Ibu Dan Ayah...

Kasihmu Begitu Tulus Dan  
Suci Demi Harapan Dan  
Cita-cita Anakmu

Pengorbananmu Adalah Langkah Masa Depan Rintangan

Dan Tantanganmu Adalah Pelita Hidupku Dengan Segala Kerendahan

Dan Ketulusan Hati Kupersembahkan Buah Goresan Pikiran Ini

Kehadiran Ayah (Edi Siswadi)

Dan ibu (Zulmiarti) Tercinta

Yang Merupakan Semangat

Hidup Bagi Ku.

Terima Kasih atas segala dorongan,

Terima Kasih atas ilmu yang telah bapak/ibu berikan kepadaku,  
bimbingan dan juga dorongan sehingga aku bisa menyelesaikan  
pendidikan Stara satu (S1) ini, untuk bapak Dr. Ir. Yovial Mahjoedin

RD.,M.T ,Ibu Dr. Ir. Wenny Martiana, M.T

,bapak Drs. Mulyanef, S.T., M.Sc. ,pak Dr. Ir Edi septe S.,M.T., pak  
Dr.

Burmawi, S.T.,M.Si., pak Ir Kaidir, M.Eng. Pak Suryadimal, S.T.,  
M.T ,pak Ir Duskiardi, M.T pak Ir. Risky Arman, S.T.,M.T pak Iqbal,  
S.T., M.T dan aku ucapkan beribu-ribu terimakasih.

Untuk Sahabat-Sahabtku Tercinta

Teknik Mesin Angkatan 2020 yang senasib dan  
seperjuangan buat senior dan junior Teknik Mesin  
Persahabatan Yang Indah Ini Tidak Akan Pernah Putus.

Sahabat Adalah Orang Yang Mengulurkan Tangan Disaat  
Kita Susah Mengangkat Kita Saat Kita Terjatuh Dan  
Membawa  
Kebahagiaan Disaat  
Senang.

Untuk Angkatan 2020 Teknik Mesin  
Yang masih berjuang tanpa di sebut nama nya satu per satu tetap  
semangat dan jangan Pernah putus asa untuk meraih cita-cita

Semoga kita semua menjadi orang Sukses.

Terimalah Semua Ini Sebagai Bakti Dan Bukti Cintaku

Atas Segala Doa Dan Kasih Sayang Yang Telah Diberikan  
Kepadaku Semoga Rahmat Allah Yang Ku Terima  
Menjadi Cahaya Dalam Kehidupanku Dan Kehidupan  
Kita Semua Amin Ya Robbal Alamin....

*Wassalam,*



*Alessandro Chiesa*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala. Yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta berkat petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Tugas sarjana ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Mesin. Adapun judul dari skripsi tugas sarjana ini adalah **“Analisa Pengaruh *Pack Carburizing* Dengan Sumber Karbon Arang Bambu Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja AISI 1040”**

Tugas akhir ini ditulis untuk memenuhi sebagian dari persyaratan guna mencapai gelar sarjana pada program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari semua pihak yang telah membantu baik itu dorongan semangat, doa, serta bimbingan dan arahan kepada penulis, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada Allah Subhanahu wa ta'ala
2. Kedua Orang tua saya **Edi Siswadi** dan **Zulmiarti**, Kakak **Nadya Ningrum** dan Adik **Jovano Alfizani** penulis yang selalu mendoakan dan mendukung baik moril maupun materil, terimakasih untuk dukungannya.
3. Bapak **Dr. Yovial Mahyoeddin M.T** selaku ketua jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung hatta.



4. Bapak **Dr. Yovial Mahyoeddin M.T** selaku pembimbing yang telah memberi perhatian, membantu, dan membimbing penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
5. Bapak-bapak dan ibu dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
6. Teman-teman angkatan 2020 Jurusan Teknik Mesin yang selalu membantu, memberikan semangat dan motivasi dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis sadar akan batasan kemampuan penulis dalam menulis tugas akhir ini yang masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangannya, untuk itu penulis mohon maaf dan semoga tugas akhir ini bermamfaat bagi pembaca dan penulis sendiri.

Padang, Agustus 2024



**Alessandro Chiesa**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI**

**PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI**

**KATA MUTIARA**

**KATA PENGANTAR**

**DAFTAR ISI**

**BAB I**

**PENDAHULUAN.....1**

1.1 Latar Belakang .....1

1.2 Rumusan Masalah .....3

1.3 Tujuan Penelitian.....3

1.4 Batasan Masalah.....3

1.5 Manfaat Penelitian.....4

1.6 Sistematika Penulisan.....4

**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA .....6**

2.1 Baja.....6

2.1.1 Baja Karbon.....7

2.1.2 Sifat – Sifat Baja .....8

2.1.3 Struktur Baja .....9

2.2 Baja AISI 1040.....10

2.2.1 Diagram fasa besi karbon (Fe-3C) .....11

2.3 Perlakuan panas .....12

2.3.1 Diagram TTT (*Time Temperature Transformation*).....13

2.3.2 *Quenching* .....14

2.3.3 *Tempering* .....15

2.3.4 <i>Hardening</i> .....	15
2.4 <i>Pack Carburizing</i> .....	15
2.5 Difusi Atom.....	17
2.6 Pengujian Kekerasan .....	19
2.5.1 Vickers ( <i>Pyramida indentation</i> ).....	19
2.5.2 Brinell ( <i>Ball indentation test</i> ).....	20
2.5.3 Rockwell ( <i>Cone and ball indentation test</i> ) .....	20
2.7 Struktur Mikro.....	23
2.7.1 Austenite .....	24
2.7.2 Martensite.....	24
<b>BAB III</b>	
<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3. 1 Diagram Alir .....	26
3. 2 Peralatan Dan Bahan .....	27
3.2.1 Peralatan yang digunakan.....	27
3.2.2 Alat uji yang digunakan. ....	29
3.2.3 Bahan yang digunakan .....	31
3.2.4 Preparasi Arang Bambu .....	32
3. 3 Prosedur Pengujian .....	32
3.3.1 Pengujian kekerasan.....	32
3.3.2 Pengujian Struktur Mikro.....	33
3. 4 Tabel data pengujian.....	34
3. 5 Pengolahan data dan analisa data .....	34
3.5.1 Pengolahan data uji kekerasan .....	34
<b>BAB IV</b>	
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>

<b>4.1 Proses Pengambilan Data .....</b>	<b>35</b>
<b>4.2 Hasil Foto Struktr Mikro .....</b>	<b>37</b>
<b>4.3 Hasil Pengujian kekerasan... ..</b>	<b>39</b>
<b>4.4 Analisa.....</b>	<b>42</b>
 <b>BAB V</b>	
<b>5.1 Kesimpulan... ..</b>	<b>46</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>46</b>

**DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Baja Karbon.....	7
Gambar 2. 2 Diagram fasa $Fe_3C$ .....	11
Gambar 2. 3 <i>Diagram Time Temperature Transformasi</i> .....	13
Gambar 2. 4 Proses karburasi.....	16
Gambar 2. 5 <i>Alat uji Rockwell</i> .....	20
Gambar 2. 6 Spesimen Uji kekerasan Rockwell .....	21
Gambar 2. 7 Alat uji struktur mikro.....	23
Gambar 2. 8 Struktur baja karbon .....	24
Gambar 4. 1 Pembuatan Serbuk Arang.....	35
Gambar 4. 2 Spesimen Uji Kekerasan .....	36
Gambar 4. 3 Spesimen Setelah dilakukan Pack Carburizing .....	37
Gambar 4. 4 Spesimen Untuk Uji Struktur Mikro .....	38
Gambar 4. 5 Hasil Foto Struktur Mikro .....	38
Gambar 4. 6 Persamaan Uji Rocwell .....	40
Gambar 4. 7 Uji Kekerasan Rocwell A.....	41
Gambar 4. 8 Garfik Hubungan Variasi Temperatur Dengan Nilai .....	43
Gambar 4. 9 Skala perbandingan nilai kekerasan bahan.....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat mekanik baja <i>AISI</i> 1040.....	10
Tabel 2.2 Bentuk indentor uji Rockwell .....	22
Tabel 4.1 Data uji kekerasan.....	41
Tabel 4.2 Data Rata-rata uji kekerasan.....	42

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri yang pesat, terutama di sektor permesinan, telah mendorong kemajuan teknologi dalam produksi bahan baku seperti baja. Baja biasa digunakan dalam konstruksi komponen mesin yang mengalami gesekan, seperti roda gigi, poros, dll, karena daya tahannya yang luar biasa. (Arifandi & Pohan, 2021)

Setiap logam mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, seperti sifat fisik, sifat mekanik, dan sifat kimia. Oleh karena itu, diperlukan penanganan khusus agar setiap elemen logam dapat digunakan sesuai keinginan. Baja biasanya mengandung beberapa unsur paduan. Unsur yang paling dominan mempengaruhi sifat baja adalah karbon, meskipun unsur lainnya tidak dapat diabaikan. Banyak kali kita menemukan komponen-komponen yang mengalami kerusakan terus-menerus dalam fungsinya, seperti roda gigi, piston, dan poros, yang mengalami keausan dengan cepat. Komponen tersebut bersentuhan dengan komponen lain sehingga menyebabkan permukaannya aus dan rentan terhadap kerusakan. (Saputro *et al.*, 2020).

Baja AISI jenis 1040 adalah jenis baja karbon sedang yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,4% dan berat jenis sebesar 7870 kg/m<sup>3</sup>. Baja AISI jenis 1040 menunjukkan kekuatan mekanik yang sangat baik, seperti kemampuan las, kemampuan mesin, ketangguhan yang baik, kekuatan, dan kekerasan yang cukup tinggi. Namun terkadang kekuatan dan kekerasan baja

AISI jenis 1040 belum mencukupi untuk menghadapi proses yang dijalankannya, sehingga memerlukan suatu proses pengerasan. Dalam praktiknya, baja kadang-kadang membutuhkan perbaikan, baik dalam kekerasannya atau kekuatan tarik. Sudah banyak penelitian yang dilakukan untuk menemukan material baja yang memiliki kekuatan, kekerasan, dan ketahanan yang luar biasa. Salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kekerasan baja adalah melalui proses karburasi (Tafrant *et al.*, 2022).

*Pack carburizing* adalah ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil akhir dari proses karburasi, yaitu media karburasi, suhu pemanasan, *time* pembuangan, dan *quenching*. Proses ini melibatkan penambahan elemen karbon ke permukaan material, yang pada gilirannya akan meningkatkan kekerasan permukaan material tersebut (Mahardika & Hidayat, 2021).

Kekerasan merupakan salah satu karakteristik mekanik baja yang terkait dengan ketahanan terhadap keausan seringkali kita menjumpai komponen-komponen yang terus-menerus bergesekan sehingga menyebabkan komponen tersebut cepat rusak (Firdaus *et al.*, 2020).

Kondisi ini sangat diperlukan bagi komponen yang memerlukan ketahanan aus. Suhu untuk proses karburasi kurang lebih 900 – 950°C dalam media karburasi. Hal ini akan menghasilkan lapisan permukaan yang keras dan tahan aus dengan ketahanan/inti. Media karburasi dapat berbentuk fasa padat, cair, atau gas. (Arifandi & Pohan, 2021)



Baja AISI memiliki kemampuan pengerasan yang tinggi melalui perlakuan panas. Proses pendinginan secara signifikan mempengaruhi sifat akhir material yang diberi perlakuan panas. Pemilihan media quenching dan pengendalian laju pendinginan merupakan faktor penting dalam mencapai sifat yang diinginkan. (Hariningsih *et al.*, 2022).

## 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh variasi temperature pada proses *pack carburizing* terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1040.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1040 setelah dilakukan *pack carburizing*.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Tidak menghitung transformasi suhu yang terjadi didalam *furnace*.
- Baja yang digunakan adalah baja AISI jenis 1040
- Temperatur *carburizing* 800 – 900 – 1000 °C
- Pada penelitian ini media pendinginan dibiarkan menggunakan udara
- Waktu karburasi 120 menit

Pengujian yang dilakukan:

- Uji kekerasan (*hardness test*).
- Uji struktur mikro (*microstructure test*).

Komposisi:

- a) 0,45 – 0,5 % Karbon.
- b) 98,51 – 98,98 % Besi.
- c) 0,6 – 0,9 % Mangan.
- d)  $\leq 0,04$  % Pospor.
- e)  $\leq 0,05$  % Belerang (Tafrant *et al.*, 2022)

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah:

Untuk melihat pengaruh penambahan karbon melalui proses *pack carburizing* terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro dari baja AISI 1040.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Berikut ini adalah tata cara penulisan yang digunakan oleh penulis dalam menyusun tugas akhir ini:

#### **I. PENDAHULUAN**

Dalam pengantar ini, penulis berusaha menjelaskan konteks, menjabarkan masalah penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan struktur penulisan.

#### **II. TINJAUAN PUSTAKA**

Berisikan teori dasar tentang studi kasus yang di ambil, yaitu analisa kekerasan dan struktur mikro setelah dilakukan *pack carburizing* Baja AISI 1040.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab tiga ini menjelaskan tentang penggunaan alat dan bahan, prosedur penelitian, serta lokasi penelitian untuk menganalisis kekerasan dan struktur mikro Baja jenis AISI 1040.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil dan pembahasan dari pengujian kekerasan dan struktur mikro pada baja AISI 1040

### V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan pengujian kekerasan dan struktur mikro, maupun penelitian yang telah dilakukan beserta saran – saran yang bisa dijadikan perbaikan untuk pengujian maupun penelitian yang akan datang.

### DAFTAR PUSTAKA