

TUGAS SARJANA

BIDANG MATERIAL

**“ANALISA PENGARUH *PACK CARBURIZING* PADA BAJA AISI 1040
TERHADAP UJI *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO”**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan

Program Strata Satu (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta



Diajukan Oleh :

GHIFARI FATA ALKHOIRI

2010017211012

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS BUNG HATTA PADANG

2024

LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI

TUGAS SARJANA

“ANALISA PENGARUH *PACK CARBURIZING* PADA BAJA AISI 1040
TERHADAP UJI *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO”

*Telah Diuji Dan Dipertahankan Pada Sidang Tugas Sarjana
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Pada Tanggal 14 Agustus 2024 Dengan Dosen-dosen Penguji*

Oleh:

GHIFARI FATA ALKHOIRI

2010017211012

Disetujui Oleh:

Ketua Sidang

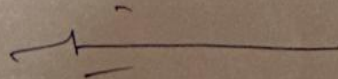


Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin RD., M.T

NIDN : 101303620

Mengetahui:

Penguji I



Duskiardi S.T., M.T.
NIDN : 1021016701

Penguji II



Iqbal S.T., M.T.
NIDN : 1014076601

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS SARJANA

“ANALISA PENGARUH *PACK CARBURIZING* PADA BAJA AISI 1040
TERHADAP UJI *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO”

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan

Program Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

Oleh:

Ghifari Fata Alkhoiri
2010017211012

Disetujui Oleh:

Pembimbing



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

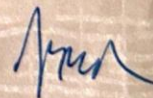
Mengetahui:

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

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Adapun judul skripsi ini adalah "Analisa Pengaruh *Pack Carburizing* Pada Baja AISI 1040 Terhadap Uji *Impact* dan Uji Struktur Mikro". Penulisan skripsi ini bertujuan melengkapi tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di jurusan Teknik Mesin Fakultas Tegnologi Industri Universitas Bung Hatta.

Skripsi ini dipaparkan kedalam beberapa Bab, yaitu Bab I berupa pendahuluan yang berisikan latar belakang masalah, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian. Bab II berupa kajian teori tentang hakikat media pembelajaran, media penelitian, konsep penelitian, penelitian yang relevan, dan bentuk dari penelitian. Bab III berupa metodolodi penelitian yang berisikan tentang jenis penelitian, variabel penelitian, defenisi operasional variabel, subjek penelitian, tempat penelitian, teknik dan alat pengumpulan data, dan teknik analisis data. Bab IV berisi hasil penelitian dan pembahasan, yaitu deskripsi data, analisa data, pembahasan penelitian dan keterbatasan penelitian. Bab V berisi penutup, yaitu kesimpulan dan saran.

Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan dari banyak pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih yang setulus-tulusnya pada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Hanya do'a yang dapat penulis berikan, semoga segala bantuan yang diberikan kepada penulis dapat dibalas dan dinilai sebagai amal ibadah di sisi Allah SWT. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan skripsi ini.

Sehubungan dengan telah selesainya tugas sarjana ini, yang mana tak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Bung Hatta bapak Prof. Dr. Tafdil Husni, S.E, M.B.A
2. Dekan FTI ibuk Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknik Mesin Bapak Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin RD., M.T.
4. Dosen Pembimbing Bapak Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin RD., M.T.
5. Dosen Penguji 1 Bapak Duskiardi, S.T., M.T.
6. Dosen Penguji 2 Bapak Iqbal, S.T., M.T.
7. Dosen Prodi Teknik Mesin dan Tenaga Kependidikan FTI.

8. Kepada Ibunda Yusnita S.Pd dan Ayah Raflis tercinta yang mendoakan serta mendukung dalam segala hal apapun.

9. Teman-teman seperjuangan tugas akhir, dan juga Saudara-saudara Teknik Mesin Angkatan 20 yang sudah saya jadikan keluarga, semoga kita semua menjadi orang sukses dimasa depan, dan tetap jaga ke-solidaritas kita yang dikenal tangguh oleh jurusan maupun angkatan seluruh Universitas Bung Hatta.

10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam pembuatan tugas sarjana ini, semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil dibalas oleh Allah Subhanahu wa ta'ala.

11. Last but not least, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for, for never quitting, I wanna thank me for always being a giver, And tryna give more than, I receive, I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times.

Demikian skripsi ini penulis buat semoga bermanfaat dan dapat digunakan sebagaimana mestinya. Semoga Allah SWT membalas segala amal dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis sehingga terselesaikan tugas akhir ini.

Padang, 9 September 2024

Ghifari Fata Alkhoiri

ABSTRAK

Baja sering diaplikasikan sebagai target material dalam beraneka macam keperluan. Dengan mengaplikasikan baja sebagai bahan baku, seperti memproduksi peralatan dan perkakas, komponen mesin, Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menganalisis dampak dari penambahan unsur karbon melalui pack carburizing memakai arang bambu sebagai bahan karbon terhadap pengujian ketangguhan impact material baja AISI 1040. Penelitian ini menggunakan pengujian impact dan struktur mikro. Pada pengujian impact ini terdapat 4 kelompok spesimen uji, yaitu raw material, pack carburizing temperatur 800°C, 900°C, 1000°C. Setelah diberi perlakuan pack carburizing energi impact meningkat bila dibandingkan dengan spesimen yang tanpa diberi perlakuan, dapat dilihat pada spesimen raw material mendapatkan energi impact 93,13 Joule, pada suhu 800°C dengan energi impact 260,44 Joule, pada suhu 900°C dengan energi impact 279,99 Joule, pada suhu 1000°C dengan energi impact 165,91 Joule. Dapat dilihat perubahan warna pada hasil foto struktur mikro tiap masing-masing temperatur. Dilihat karbon yang masuk lebih banyak terjadi pada temperatur 1000°C, dibandingkan dengan temperatur 800°C, 900°C dan raw material. Spesimen dengan perlakuan pack carburizing pada temperatur suhu 900°C memiliki rata – rata nilai harga impact terbesar yaitu 3,25 J/mm². Walaupun spesimen pack carburizing pada suhu 1000°C mengalami penurunan nilai harga impact dari spesimen pack carburizing temperatur suhu 800°C dan 900°C. Dari hasil uji struktur mikro pada spesimen yang telah dilakukan proses pack carburizing dapat dilihat fasa yang terbentuk adalah pearlite yang lebih banyak pada temperatur 1000°C. Hal tersebut menandakan bahwa proses pack carburizing menyebabkan penambahan unsur karbon yang membuat nilai ketangguhannya berkurang.

Kata Kunci : *Pack Carburizing*, Impact, Struktur Mikro, Baja AISI 1040

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	
LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	
ABSTRAK	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
BAB I	13
PENDAHULUAN	13
1.1 Latar Belakang.....	13
1.2 Rumusan Masalah	15
1.3 Tujuan Penelitian.....	15
1.4 Batasan Masalah.....	15
1.5 Manfaat Penelitian.....	16
1.6 Sistematika Penelitian	16
BAB II.....	18
TINJAUAN PUSTAKA.....	18
2.1 Baja.....	18
2.1.1 Struktur Baja.....	19
2.1.2 Baja Karbon	20
2.2 Baja AISI 1040	22
2.2.1 Diagram Fasa Besi Karbon (<i>Fe-Fe₃C</i>).....	23

2.3 Perlakuan Panas.....	24
2.3.1 Diagram TTT (<i>Time Temperature Transformation</i>).....	25
2.3.2 <i>Normalizing</i>	27
2.3.3 <i>Hardening</i>	27
2.3.4 <i>Tempering</i>	27
2.3.5 <i>Annealing</i>	28
2.4 <i>Pack Carburizing</i>	28
2.5 <i>Difusi</i> Atom	30
2.6 Sifat Mekanik Material.....	32
2.6.1 Uji <i>Impact</i>	32
2.6.2 Struktur Mikro	36
BAB III.....	38
METODOLOGI PENELITIAN.....	38
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	38
3.2 Peralatan Dan Bahan	39
3.2.1 Peralatan Yang Digunakan	39
3.2.2 Alat Pengujian Yang Dipakai	42
3.2.3 Bahan Yang Digunakan	43
3.2.4 Preparasi Arang Bambu dan Spesimen.....	44
3.3 Prosedur Pengujian dan Karburizing.....	44
3.3.1 Prosedur Karburizing	44

3.3.2 Prosedur Uji <i>Impact</i>	45
3.3.3 Prosedur Struktur Mikro	45
3.4 Tabel Data Pengujian	46
BAB IV	47
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Proses Pengambilan Data	47
4.2 Pengujian <i>Impact</i>	49
4.2.1 Hasil Pengujian <i>Impact</i>	51
4.2.2 Analisa Data Uji <i>Impact</i>	53
4.2.3 Grafik Hasil Analisa Data dan Pembahasan Uji <i>Impact</i>	55
4.3 Struktur Mikro	58
BAB V.....	61
PENUTUP.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Baja Karbon	14
Gambar 2.2 Sifat Mekanik Baja AISI 1040.....	16
Gambar 2.3 Diagram Fasa Besi Karbon <i>Fe-Fe₃C</i>	17
Gambar 2.4 Diagram TTT (<i>Time Temperature Transformation</i>).....	20
Gambar 2.5 Skema Proses Karburizing.....	23
Gambar 2.6 Alat Uji <i>Impact Charpy</i>	26
Gambar 2.7 Perbedaan Pembebanan Metoda <i>Charpy</i> dan <i>Izhod</i>	27
Gambar 2.8 Spesimen Uji ASTM E23	29
Gambar 2.9 Alat Uji Struktur Mikro	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 3.2 <i>Furnace</i>	33
Gambar 3.3 Kotak Karburasi.....	34
Gambar 3.4 Cobekan	34
Gambar 3.5 <i>Smitang</i>	35
Gambar 3.6 Jangka Sorong.....	35
Gambar 3.7 <i>Mesh Sieve</i>	35
Gambar 3.8 Alat Uji <i>Impact</i>	36
Gambar 3.9 Struktur Mikro	36
Gambar 3.10 Baja AISI 1040	37
Gambar 3.11 Arang Bambu.....	37
Gambar 4.1 Spesimen Uji <i>Impact</i>	41
Gambar 4.2 Proses Pembuatan Arang Bambu.....	42
Gambar 4.3 Proses <i>Pack Carburizing</i>	43

Gambar 4.4 Bentuk Patahan Ulet dan Patahan Getas.....	44
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Energi <i>Impact</i> Terhadap Temperatur	50
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Harga <i>Impact</i> Terhadap Temperatur	51
Gambar 4.7 Spesimen Setelah dilakukan Proses <i>Mounting</i>	53
Gambar 4.8 Hasil Foto Struktur Mikro Pembesaran 100x	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Pengujian Pada <i>Impact</i>	40
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Impact</i>	45
Tabel 4.2 Energi <i>Impact</i>	48
Tabel 4.3 Hasil Analisa Data Harga <i>Impact</i>	49
Tabel 4.4 Perbandingan Energi <i>Impact</i> Terhadap Temperatur.....	49
Tabel 4.5 Perbandingan Harga <i>Impact</i> Terhadap Temperatur	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja sering diaplikasikan sebagai target material dalam beraneka macam keperluan. Ada berlimpah hal yang dapat dilakukan dengan mengaplikasikan baja sebagai bahan baku, seperti memproduksi peralatan dan perkakas, komponen mesin, kepentingan rumah tangga, dan keperluan konstruksi. Baja dipilih karena mempunyai ketangguhan yang relatif besar, struktur yang stabil, dan kekerasan yang bagus. Kekerasan tinggi dari baja menjadikannya sesuai untuk pembuatan peralatan yang bergerak dan mengalami gesekan (Tafrant *et al.*, 2022).

Terdapat satu jenis baja yang dikenal sebagai *medium carbon steel*. *Medium carbon steel* mempunyai kandungan karbon kisaran 0,3% hingga 0,59% (Nugroho *et al.*, 2019). Karakteristik baja karbon sedang adalah mempunyai ketangguhan dan keuletan yang tinggi, mudah dibentuk tetapi kekerasannya rendah dan sulit untuk dikeraskan (Lelawati, 2022).

Baja karbon ini memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan baja karbon rendah, baja karbon sedang memiliki sifat mekanis yang lebih kuat dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Besarnya kandungan karbon yang terdapat dalam besi memungkinkan baja untuk dapat dikeraskan dengan memberikan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai, seperti *pack carburizing*. Baja karbon sedang biasanya digunakan untuk pembuatan poros, rel kereta api, roda gigi, baut, gear, pegas, dan komponen mesin lainnya (Nugroho *et al.*, 2019).

Oleh karena itu, dilakukan proses *pack carburizing*. Proses *pack carburizing* adalah proses penambahan kandungan unsur karbon (C) pada permukaan baja. Proses *pack carburizing* yang tepat akan menambah kekerasan permukaan sedang pada bagian dalam tetap ulet, ketebalan lapisan hasil proses *pack carburizing* tergantung dari suhu pada proses *pack carburizing* sendiri dan waktu reaksi yang dibutuhkan (Prabowo *et al.*, 2023).

Dalam proses karburasi, baja berada dalam fasa austenit yang kemudian ditempatkan di lingkungan dengan kandungan karbon yang tinggi. Hal ini menyebabkan karbon dengan kandungan yang tinggi tercantum tadi akan berdifusi ke lapisan luar baja yang memiliki kadar karbon lebih rendah. *Pack carburizing* mempunyai beberapa manfaat, antara lain dapat memanfaatkan berbagai macam *furnace*, efisien, ekonomis, dan bahan karburasi juga mudah diperoleh, serta yang lebih bernilai adalah kedalaman difusi dapat diatur (Prabowo *et al.*, 2023).

Penelitian lain yang dikerjakan oleh (Nurharyanto *et al.*, 2019), fokus pada teknik *pack carburizing* menggunakan bahan arang sekam padi dan tempurung kelapa pada *low carbon steel*. Ditambah lagi penelitian yang dilakukan (Ramlan, 2020) menggunakan material baja ST 41 serbuk karbon dari arang kayu, kemudian di panaskan dengan variasi suhu yaitu 700, 750 dan 800 C dengan waktu penahanan untuk masing –masing suhu selama 30 menit dan menghasilkan peningkatan nilai kekerasan dan kekuatan impak (Prabowo *et al.*, 2023).

Pada penelitian ini mempelajari efek dari arang bambu sebagai sumber karbon dengan proses *pack carburizing* pada sifat kekerasan dari baja karbon menengah. Indonesia termasuk negara dengan keragaman produk bambu yang tinggi, dari 1.439 jenis bambu di dunia, 162 jenis bambu ada di Indonesia, dan

hampir 74.957 desa di Indonesia ada bambunya. Hal ini mengakibatkan bambu sebagai material yang menjanjikan dan mudah didapatkan untuk digunakan sebagai sumber karbon pada proses *pack carburizing*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan, terdapat peluang untuk mengubah sifat mekanis dari baja AISI 1040 melalui proses *pack carburizing*. Oleh karena itu, rumusan dari penelitian ini ialah bagaimana pengaruh penambahan karbon pada baja AISI 1040 melalui *pack carburizing* dengan memanfaatkan arang bambu sebagai media karbon padat terhadap baja AISI 1040.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menganalisis dampak dari penambahan unsur karbon melalui *pack carburizing* memakai arang bambu sebagai bahan karbon terhadap pengujian ketangguhan *impact* material baja AISI 1040.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dihadapi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Baja yang digunakan adalah baja AISI 1040
- Perlakuan panas dengan proses *pack carburizing* dan media arang bambu
- Tidak menghitung transformasi yang terjadi dalam *furnace*
- Tidak menghitung jumlah karbon yang masuk
- Pengujian : uji impak (*impact test*) dan struktur mikro (*microstructure*)
- Komposisi
 - a) 0,42 - 0,50% C (*karbon*)
 - b) 0,6 - 0,9% Mn (*mangan*)
 - c) 98,51% Fe (*besi*)

d) 0,05% S (*sulfur/belerang*)

e) 0,04% P (*pospor*) (Tafrant *et al.*, 2022)

- Temperatur 800, 900, 1000 °C
- Waktu Karburasi 120 Menit

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

Dapat mengetahui pengaruh *pack carburizing* terhadap peningkatan ketangguhan pada baja *AISI 1040*.

1.6 Sistematika Penelitian

Berikut ini adalah sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis dalam menyusun tugas akhir ini.

I. PENDAHULUAN

Dalam pendahuluan ini, penulis berusaha menjelaskan konteks, merumuskan permasalahan, menetapkan tujuan penelitian, membatasi permasalahan, menggambarkan manfaat penelitian, dan mengatur sistematika penulisan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi teori tentang studi kasus yang di ambil, yaitu analisa uji *impact* dan sturktur mikro akibat proses *pack carburizing* pada baja *AISI 1040*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai alat dan material yang digunakan, serta langkah-langkah penelitian untuk uji *impact* dan struktur mikro baja *AISI 1040*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang pengujian, data hasil pengujian, analisa pengujian dan pembahasan hasil pengujian.

V. PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dalam pengujian maupun penelitian dan saran-saran yang dijadikan perbaikan untuk penelitian yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA