

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS *DOUBLE QUENCHING*  
TERHADAP KEKERASAN BAJA ST 40 HASIL PACK  
*CARBURIZING***

**SKRIPSI**

**Oleh:**  
**Randi**  
**NIM: 06121281924070**  
**Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS *DOUBLE QUENCHING*  
TERHADAP KEKERASAN BAJA ST 40 HASIL *PACK CARBURIZING***

**SKRIPSI**

Oleh  
**Randi**  
NIM: 06121281924070  
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

**Disetujui untuk Diajukan dalam Ujian Akhir Program Sarjana**

**Mengesahkan**

**Mengetahui**  
Koordinator Program Studi  
Pendidikan Teknik Mesin

  
**Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd. M.Pd.T.**  
NIP. 199208072019031017

**Pembimbing Skripsi**

  
**Drs. Harlin, M.Pd.**  
NIP. 196408011991021001





**PENGARUH PERLAKUAN PANAS *DOUBLE QUENCHING*  
TERHADAP KEKERASAN BAJA ST 40 HASIL *PACK CARBURIZING***

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Randi**

**NIM: 06121281924070**

**Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**Disetujui untuk Diajukan dalam Ujian Akhir Program Sarjana**

**Telah diujikan dan lulus**

**Hari/Tanggal : Jumat, 30 Desember 2022**

**Mengesahkan**

**Mengetahui**

**Koordinator Program Studi  
Pendidikan Teknik Mesin**

**Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd. M.Pd.T.**  
NIP. 199208072019031017

**Pembimbing Skripsi**

**Drs. Harlin, M.Pd.**  
NIP. 196408011991021001



## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Randi  
NIM : 06121281924070  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Ményatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Perlakuan Panas Double Quenching terhadap Kekerasan Baja ST 40 Hasil Pack Carburizing” ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakkan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika Keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun

Indralaya, 22 Desember 2022  
Yang membuat pernyataan,



Randi  
NIM. 06121281924070

## PRAKATA

Skripsi dengan judul “Pengaruh Perlakuan Panas *Double Quenching* Terhadap Kekerasan Baja ST 40 Hasil *Pack Carburizing*”, disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak.

Oleh sebab itu penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak Drs. Harlin, M.Pd. sebagai pembimbing atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Dr. Hartono, M.A. dekan FKIP Unsri, Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T. yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini. Ucapan terimakasih juga ditujukan kepada ibu Dewi Puspita Sari, S.Pd., M.Pd. sebagai anggota penguji yang telah memberikan saran untuk perbaikan skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran bidang studi Pendidikan Teknik Mesin dan pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni.

Indralaya, 22 Desember 2022  
Penulis,



Randi  
0612181924070



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah hirabbil ‘alamin puji syukur atas kehadirat Allah Subhanahu wa ta’ala atas berkat dan rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan segala kerendahan hati dan ucapan ribuan terima kasih, skripsi ini saya persembahkan kepada:

- ❖ Kedua Orang tua-ku, Ayah (A. Rozak) dan Ibu (Manisa) yang telah mendidik dengan penuh kasih sayang serta memberikan semangat dan doa terbaik kepadaku. Terimakasih ku ucapkan atas segala dukungan yang telah diberikan kepada-ku sehingga dapat menyelesaikan perkuliahan dengan tepat waktu.
- ❖ Terimakasih kepada saya sendiri yang telah menyelesaikan skripsi tepat waktu, selalu kuat dalam menghadapi masalah pada saat perkuliahan. Terimakassih telah berusaha menjadi yang terbaik.
- ❖ Kakak dan adik ku, Dedek Rizki Asta, Ady Fitrah, dan Alma Rizkyana, yang telah banyak membantuku, memberi saran serta dukungan kepada-ku.
- ❖ Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd. Selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam administrasi dan perkuliahan.
- ❖ Bapak Drs. Harlin, M.Pd selaku pembimbing skripsi, yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam menyelesaikan skripsi.
- ❖ Bapak Edi Setiyo, S.Pd., M.Pd.T. selaku pembimbing akademik, terima kasih atas semua saran, dukungan dan motivasi selama menjalankan perkuliahan.
- ❖ Ibu Dewi Puspita Sari, S.Pd., M.Pd. Selaku dosen penguji.
- ❖ Dosen di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T., Bapak Imam Syofii, S.Pd., M.Eng, Bapak Rudi Hermawan, S.Pd., M.Pd., dan Bapak Anugrah Agung Ramadhan, S.Pd., M.Pd.T. Terima kasih atas semua ilmu, pengalaman, kritik dan saran yang telah diberikan kepada saya.
- ❖ Kak Andi selaku admin di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin yang telah meberikan bantuan dalam administrasi.



- ❖ Sahabat terbaik-ku di kampus M. Iqbal Putra Pratama, M. Milki, Doni Saputra, dan Royhan Romadhon. Terimakasih atas saran dan dukungan dalam perkuliahan ini khususnya dalam penyusunan skripsi.
- ❖ Teman-teman dan sahabat-ku Wandi, Arief, Iyan, Heri, Amra, Kiki, Rio, Dimas, Alex, Opin, Marisa, Rona, Mita, Suranti, Ulfah, Diah. Terimakasih telah memberikan dukungan terbaik dan keseruan dalam keseharian.
- ❖ Keluarga besar HIMAPTEK khususnya teman-teman angkatan 2019, terimakasih atas bantuan dalam perkuliahan.

## MOTTO

“Barang siapa yang tidak menysukuri yang sedikit, maka ia tidak akan mampu mensyukuri sesuatu yang banyak” (HR. Ahmad)

“Kerjakanlah urusan duniamu seakan-akan kamu hidup selamanya dan laksanakanlah urusan akhiratmu seakan-akan kamu akan mati besok”  
(HR Ibnu Asakir)

“Karena sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

“Kerja keras mampu mengalahkan bakat ketika bakat tidak diiringi dengan kerja keras”



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
PRAKATA.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
MOTTO .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK .....	xiv
BAB I <u>PENDAHULUAN</u> .....	1
1.1.    Latar Belakang .....	1
1.2.    Identifikasi Masalah .....	4
1.3.    Batasan Masalah.....	5
1.4.    Rumusan Masalah .....	5
1.5.    Tujuan Penelitian .....	5
1.6.    Manfaat Penelitian .....	6
1.7.    Tujuan Penelitian .....	6
1.8.    Manfaat Penelitian .....	7
BAB II <u>TINJAUAN PUSTAKA</u> .....	8
2.1.    Perlakuan Panas .....	8
2.2.    Baja Karbon .....	16
2.3.    Baja ST 40.....	17
2.4.    Uji Kekerasan.....	18
2.5.    Kajian Penelitian yang Relevan .....	20
2.6.    Kerangka Konseptual .....	22



BAB III <u>METODE PENELITIAN</u> .....	26
3.1.    Jenis Penelitian.....	26
3.2.    Prosedur Penelitian.....	26
3.3.    Alat dan Bahan.....	27
3.4.    Waktu dan Tempat Penelitian .....	28
3.5.    Variabel Penelitian .....	29
3.6.    Teknik Pengumpulan Data.....	29
3.7.    Teknik Analisis Data.....	29
BAB IV <u>HASIL DAN PEMBAHASAN</u> .....	31
4.1.    Deskripsi Penelitian .....	31
4.2.    Alat dan Bahan.....	31
4.3.    Langkah penelitian .....	32
4.4.    Hasil Penelitian .....	36
4.5.    Pembahasan.....	41
4.6.    Implentasi .....	42
BAB V <u>KESIMPULAN DAN SARAN</u> .....	44
5.1.    Kesimpulan .....	44
5.2.    Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA .....	46
LAMPIRAN .....	48

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Standar uji kekerasan.....	18
<b>Tabel 3.1</b> Alat .....	27
<b>Tabel 3.2</b> Bahan.....	28
<b>Tabel 3.3</b> <i>Time Schedule</i> Penelitian.....	28
<b>Tabel 3.4</b> Tabel Pengujian kekerasan .....	30
<b>Tabel 4.1.</b> Daftar Alat.....	31
<b>Tabel 4.2.</b> Daftar Bahan.....	32
<b>Tabel 4.3.</b> Hasil Pengujian Kekerasan.....	36



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Proses <i>pack carburizing</i> .....	10
<b>Gambar 2.2</b> Pengaruh suhu oli pada kecepatan <i>quenching</i> .....	14
<b>Gambar 2.3</b> Bentuk indentor pada uji kekerasan.....	18
<b>Gambar 2.4</b> Parameter dasar pengujian brinell .....	19
<b>Gambar 2.5</b> Tipe lekukan pengujian kekerasan metode <i>Vickers</i> .....	20
<b>Gambar 4.1</b> Proses Pembuatan Sesimen.....	33
<b>Gambar 4.2</b> Proses Pembuatan Media Karburasi .....	34
<b>Gambar 4.3</b> Proses Pembuatan Perlakuan Panas .....	35
<b>Gambar 4.4</b> Proses Pembuatan Pengujian Kekerasan .....	36
<b>Gambar 4.5</b> Tingkat Kekerasan <i>Raw material</i> .....	37
<b>Gambar 4.6</b> Tingkat Kekerasan Hasil <i>Pack Carburizing</i> .....	38
<b>Gambar 4.7</b> Tingkat Kekerasan Hasil <i>Quenching Oli 4 Tak</i> .....	38
<b>Gambar 4.8</b> Tingkat Kekerasan Hasil <i>Double Quenching Air</i> .....	39
<b>Gambar 4.9</b> Tingkat Kekerasan Hasil <i>Double Quenching Larutan Garam</i> .....	40
<b>Gambar 4.10</b> Tingkat Kekerasan Seluruh Spesimen .....	40



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Alat dan Bahan.....	49
<b>Lampiran 2</b> Data Kekerasan Spesimen .....	53
<b>Lampiran 3</b> Proses Pemotongan Spesimen .....	56
<b>Lampiran 4</b> Proses Pembuatan Media Karburasi .....	57
<b>Lampiran 5</b> Proses Perlakuan Panas.....	58
<b>Lampiran 6</b> Proses Uji Kekerasan .....	60
<b>Lampiran 7</b> Surat Keterangan Verifikasi Pengajuan Judul Skripsi.....	61
<b>Lampiran 8</b> Lembar Pengesahan Reviewer Proposal Skripsi .....	62
<b>Lampiran 9</b> Kesediaan Membimbing Skripsi.....	63
<b>Lampiran 10</b> Permohonan SK Pembimbing.....	64
<b>Lampiran 11</b> SK Pembimbing.....	65
<b>Lampiran 12</b> Permohonan Izin Penelitian .....	67
<b>Lampiran 13</b> Surat Izin Penelitian.....	68
<b>Lampiran 14</b> Surat Keterangan Melakukan Penelitian/Pengujian .....	69
<b>Lampiran 15</b> Kartu Bimbingan Skripsi .....	70
<b>Lampiran 16</b> Kartu Bebas Pustaka FKIP UNSRI .....	73
<b>Lampiran 17</b> Surat Bebas Pustaka UNSRI.....	74
<b>Lampiran 18</b> Surat Keterangan Bebas Laboratorium PTM.....	75
<b>Lampiran 20</b> Sertifikat Suliet .....	77
<b>Lampiran 21</b> RPS Perlakuan Panas .....	78
<b>Lampiran 22</b> Pengujian Bahan .....	81
<b>Lampiran 23</b> RPP Perlakuan Panas .....	84
<b>Lampiran 24</b> Surat Keterangan Pengecekan Similarity .....	86
<b>Lampiran 25</b> Hasil Pengecekan Turnitin .....	87

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS *DOUBLE QUENCHING*  
TERHADAP KEKERASAN BAJA ST 40 HASIL *PACK CARBURIZING***

Oleh:  
Randi  
NIM: 06121281924070  
Pembimbing: Drs. Harlin, M.Pd.  
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

**ABSTRAK**

Kekerasan pada baja dipengaruhi oleh karbon yang terkandung didalamnya, namun kekerasan dapat ditingkatkan maupun diturunkan dengan perlakuan panas yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perlakuan panas *pack carburizing*, *quenching* dan *double quenching* terhadap kekerasan baja st 40. Pada proses *pack carburizing* spesimen dipanaskan dengan suhu 850°C dan *holding time* 60 menit dan pada proses *quenching* dan *double quenching* spesimen dipanaskan dengan suhu 850°C dengan *holding time* 30 menit. Dari hasil pengujian kekerasan dengan metode *vickers* diperoleh kekerasan *raw material* sebesar 267,183 kgf/mm<sup>2</sup>. Spesimen hasil *pack carburizing* dengan media karbon arang batok kelapa (80%) dan natrium karbonat (20%) diperoleh kekerasan sebesar 323,246 kgf/mm<sup>2</sup>. Spesimen hasil *quenching* oli 4 tak diperoleh hasil kekerasan sebesar 562,969 kgf/mm<sup>2</sup>. Spesimen *double quenching* dengan media pendingin air diperoleh kekerasan sebesar 587,081 kgf/mm<sup>2</sup>. Spesimen hasil *double quenching* dengan media pendingin larutan garam diperoleh hasil kekerasan sebesar 588,105 kgf/mm<sup>2</sup>. *Double quenching* pendingin larutan garam mendapatkan tingkat kekerasan tertinggi dari semua spesimen pengujian.

**Kata kunci** : *double quenching*, *pack carburizing*, baja st 40, kekerasan.

# ***THE EFFECT OF DOUBLE QUENCHING HEAT TREATMENT ON THE HARDNESS OF ST 40 STEEL IN PACK CARBURIZING RESULTS***

Created by:

Randi

NIM: 061212281924070

*Supervisor.* Drs. Harlin, M.Pd.

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

## ***ABSTRACT***

*The hardness of steel is affected by the carbon contained therein, but hardness can be increased or decreased by appropriate heat treatment. This study aims to determine how much influence the heat treatment of pack carburizing, quenching and double quenching has on the hardness of steel st 40. In the pack carburizing process the specimen is heated to 850°C and holding time 60 minutes and in the quenching and double quenching process the specimen is heated to 850°C with holding time 30 minutes. From the results of the hardness test using the Vickers method, the hardness of the raw material was 267.183 kgf/mm<sup>2</sup>. Carburizing pack specimens using coconut shell charcoal carbon (80%) and sodium carbonate (20%) obtained a hardness of 323.246 kgf/mm<sup>2</sup>. The 4 stroke oil quenching specimen obtained a hardness of 562.969 kgf/mm<sup>2</sup>. Double quenching specimens with water cooling media obtained a hardness of 587.081 kgf/mm<sup>2</sup>. Specimens resulting from double quenching with brine cooling media obtained a hardness of 588.105 kgf/mm<sup>2</sup>. Double quenching of salt solution cooling obtains the highest level of hardness of all test specimens*

**Keywords:** *double quenching, pack carburizing, st 40 steel, hardness.*

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Material adalah suatu benda yang dibutuhkan untuk membuat sesuatu. Pada bidang industri secara umum material yang digunakan terbagi menjadi 2 yaitu material logam dan non logam. Logam merupakan material yang biasanya keras, berkilau, dapat menghantarkan listrik dengan baik, dan tidak tembus cahaya, namun terdapat juga logam dengan sifat cair. Contoh logam yang seringkali dijumpai pada kehidupan sehari-hari yaitu emas, perak, perunggu, kuningan, baja, dan lain-lain.

Baja merupakan besi dengan variasi campuran logam dan karbon didalamnya serta dapat dipadukan dengan elemen lainnya. Berdasarkan tingkat kandungan karbon diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu baja karbon rendah, sedang, dan tinggi. Baja karbon rendah merupakan baja dengan kandungan karbon di bawah 0,3%, baja dengan kandungan karbon antara 0,3% - 0,6% merupakan baja karbon sedang dan baja karbon tinggi merupakan baja dengan kandungan karbon 0,6% - 1,5% (Amanto, 1999). Baja karbon rendah memiliki tingkat kekerasan yang rendah karena memiliki kandungan karbon yang rendah pada baja tersebut. Baja karbon rendah biasa digunakan pada benda yang tidak terlalu membutuhkan tingkat kekuatan yang tinggi. Pada umumnya baja dengan tingkat karbon rendah biasa digunakan untuk peralatan rumah tangga, komponen otomotif, alat-alat, konstruksi bangunan dan lain lain.

Baja dengan tingkat kandungan karbon yang rendah seringkali digunakan untuk berbagai macam perlatan mulai dari industri maupun pada penggunaan sehari hari contoh baja dengan kandungan karbon rendah yaitu baja ST 40. Baja jenis ini juga digunakan untuk benda yang kekuatannya terbatas oleh sebab itu seringkali benda dengan baja jenis ini banyak terjadi kerusakan karena melebihi kekuatan maksimum yang mampu ditahan. Untuk itu baja karbon rendah perlu diberikan perlakuan panas guna mendapat sifat yang diinginkan berupa tingkat kekerasan, keelastisan, kemampuan las, ketahanan, dan kekuatan. Beberapa perlakuan panas



yang dapat digunakan untuk meningkatkan sifat mekanis baja yaitu dengan cara dilakukannya proses *pack carburizing* dan *double quenching*.

Perlakuan panas *pack carburizing* merupakan proses menambah kekerasan pada permukaan baja dengan metode mendifusikan molekul karbon ke permukaan logam sehingga didapat transformasi sifat mekanis berupa kekerasan, bentuk mikro, serta daya tahan aus (Putra & Pawawoi, 2020). *Pack carburizing* adalah proses penambahan unsur karbon ke dalam logam khususnya pada bagian permukaan bahan, dimana unsur karbon ini dapat meningkat. Pengerasan permukaan dengan metode *pack carburizing* dilakukan dengan menambahkan karbon berupa serbuk arang dan untuk mempercepat proses *pack carburizing* maka ditambahkan natrium karbonat ( $\text{NaCO}_3$ ), barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ), atau kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) sebagai *energizer* kemudian dimasukkan kedalam kotak kedap udara untuk dipanaskan pada tungku dan dengan suhu *carburizing*. Pada proses *pack carburizing* pemanasan dilakukan dengan suhu  $850^{\circ}\text{C}$ - $950^{\circ}\text{C}$ , setelah dilakukan pemanasan dan didapat suhu yang diinginkan maka diberikan waktu penahanan. *Pack carburizing* biasanya diberikan pengerasan tambahan berupa *quenching* dengan media pendingin yang bervariasi serta dapat menambahkan metode lain seperti *double quenching* guna mendapatkan sifat mekanik yang diinginkan.

Pendinginan dengan metode *quenching* yaitu proses pencelupan baja yang berada pada temperatur *austenit* dengan kecepatan pendinginan yang sangat tinggi sehingga mendapatkan kekerasan yang diinginkan (Alif, 2021). Pendinginan cepat dilakukan dengan memanaskan benda kerja hingga suhu austenite lalu didinginkan menggunakan media pendingin yang bervariasi berupa air, oli, air garam dan lain-lain. *Double quenching* adalah proses pendinginan cepat yang dilakukan secara berulang sampai dua kali pendinginan cepat menggunakan media pendingin yang berbeda pada setiap pendinginannya. Untuk melakukan proses *double quenching* maka baja dipanaskan sampai temperatur austenite dan dilakukan penahanan lalu didinginkan menggunakan media pendingin, setelah dilakukan pendinginan pertama lalu dipanaskan kembali dengan suhu yang sama dan didinginkan dengan media pendingin yang berbeda dari media sebelumnya sehingga terjadinya perubahan sifat mekanis dan fisis seperti perubahan kekerasan pada baja tersebut.



Pendinginan pada proses perlakuan panas dapat mempengaruhi sifat mekanis baja, oleh karena itu media pendingin dalam proses perlakuan panas dapat di variasikan sesuai keperluan. Media pendingin yang biasa digunakan yaitu air, larutan garam, dan oli. Pendinginan menggunakan oli merupakan pendinginan yang sering digunakan, manfaat dari pendinginan dari media oli adalah bahwa laju pendinginannya pada tahap pembentukan lapisan uap dapat dikontrol sehingga dihasilkan karakteristik *quenching* yang homogen(Budiyanto & Yuono, n.d.). Media pendingin garam juga merupakan media pendingin yang biasa digunakan.Tingkat kekerasan baja akan meningkat seiring bertambahnya kadar garam yang dimasukkan kedalam media larutan pendingin baja (Aziza & Febdia Pradani, 2017). Media pendingin air seringkali digunakan karena air mudah ditemukan. Air merupakan suatu unsur dengan rumus kimia H<sub>2</sub>O, air memiliki susunan molekul yang terdiri dari 2 atom *hydrogen* yang saling berkaitan secara kovalen dengan atom oksigen. Air secara fisik tidak memiliki rasa, aroma, dan warna. Air digunakan pada proses quenching karena mudah ditemukan dan mampu meningkatkan kekerasan pada baja.

Uji kekerasan dilakukan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap deformasi plastis yang terlokalisasi (R. A. Sani, 2021). Uji kekerasan digunakan untuk mengukur kekerasan suatu material dengan cara menekan indentor pada titik yang telah ditentukan pada permukaan baja. Kandungan karbon sangat mempengaruhi kekerasan baja, apabila tinggi kandungan karbon maka kekerasan baja juga tinggi. Semakin keras suatu baja maka baja juga semakin getas. Kekerasan juga dipengaruhi oleh perlakuan panas. Salah satu teknik menambah kekerasan pada baja yaitu dapat diberikan perlakuan panas *pack carburizing* dengan menambahkan kandungan karbon pada baja lalu diberikan pendinginan *quenching*.

Penelitian yang dilakukan Putra & Pawawoi yang berjudul “Pengaruh *Single* dan *Double Quenching* pada Proses *Pack Carburizing* terhadap Sifat Mekanik Baja Paduan Paduan Karbon rendah AISI 3115” didapati bahwa penelitian proses *pack carburizing* dilakukan dengan perbandingan karbon dan *energizer* yaitu 85% : 15%, dengan suhu 900°C dan *holding time* 120 menit dengan proses single dan *double quenching*. Didapatkan hasil dari *single quenching* sebesar 324,6 Hv dan *double*



*quenching* mendapat kekerasan sebesar 381,4 Hv(Putra & Pawawoi, 2020). Pada penelitian ini proses single *quenching* menggunakan oli lalu *ditempering* dan pada *double quenching* menggunakan air lalu *ditempering*.

Penelitian yang dilakukan oleh Sani dkk yang berjudul “Pengaruh Pendinginan Metode *Double Quenching* Terhadap Kekerasan Pelat Baja Karbon Rendah Hasil *Pack Carburizing*” Pada penelitian ini proses pack carburizing dilakukan pada suhu 900°C dengan variasi *holding time* yang berbeda yaitu 2,5 jam, 2 jam dan 1,5 jam, dimana dalam satu kali penahanan digunakan 3 benda uji. Komposisi media *carburizing* menggunakan serbuk arang batok kelapa 100%. Proses *quenching* pertama menggunakan air kemudian benda uji dipanaskan kembali di luar kotak *carburizing* pada suhu 800°C selama 1 jam dengan oli sebagai media quenching kedua. Dari hasil pengujian kekerasan, rata-rata nilai kekerasan benda uji dengan *holding time* 2,5 jam adalah 92,9 HRB, *holding time* 2 jam adalah 95,8 HRB dan *holding time* 1,5 jam adalah 92,5 HRB. (Sani dkk., 2018).

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya di atas terdapat kesamaan pada penggunaan arang batok kelapa sebagai karbon, suhu pada proses *pack carburizing*, dan *holding time* yang sama pada saat *pack carburizing* dan *double quenching*. Apabila menggunakan suhu dan *holding time* yang berbeda dengan media pendingin yang berbeda pada saat proses *double quenching*, apakah akan mendapat baja dengan tingkat kekerasan yang tinggi. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh perlakuan panas *double quenching* terhadap kekerasan baja ST 40 hasil *pack carburizing*”**.

## 1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah penulis kemukakan diatas, maka penulis dapat mengidentifikasi masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh perlakuan panas *double quenching* terhadap kekerasan baja ST 40 hasil *pack carburizing*
2. Terdapat perubahan kekerasan pada baja ST 40 hasil *pack carburizing* apabila dilakukan perlakuan panas *double quenching*



### 1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini dapat menjadi sangat luas pembahasannya apabila tidak diberikan batasan masalah, oleh karena itu batasan masalah pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Spesimen menggunakan baja karbon rendah ST 40.
2. Media pada proses *pack carburizing* menggunakan arang batok kelapa.
3. Temperatur pada proses *pack carburizing* yaitu  $850^{\circ}\text{C}$  dengan waktu tahan selama 60 menit, temperatur pada proses pemanasan untuk *quenching* dan *double quenching* yaitu  $850^{\circ}\text{C}$  dengan waktu tahan selama 30 menit.
4. Media pendingin yang digunakan pada proses *quenching* yaitu dengan menggunakan oli 4 tak, dan media pendingin yang digunakan pada proses *double quenching* yaitu dengan larutan garam, dan air
5. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan dengan metode *Vickers*.

### 1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah penulis kemukakan sebelumnya rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah ada pengaruh *pack carburizing* arang batok kelapa terhadap kekerasan baja st 40?
2. Apakah ada pengaruh *quenching* oli 4 tak hasil *pack carburizing* terhadap kekerasan baja st 40?
3. Apakah ada pengaruh *double quenching* terhadap kekerasan baja st 40 hasil *pack carburizing*?
4. Seberapa besar pengaruh perlakuan panas *pack carburizing*, *quenching* dan *double quenching* terhadap kekerasan?

### 1.5. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh *pack carburizing* arang batok kelapa terhadap kekerasan baja st 40?



2. Mengetahui pengaruh *quenching* oli 4 tak hasil *pack carburizing* terhadap kekerasan baja st 40?
3. Mengetahui pengaruh *double quenching* terhadap kekerasan baja st 40 hasil *pack carburizing*?
4. Mengetahui Seberapa besar pengaruh perlakuan panas *pack carburizing*, *quenching* dan *double quenching* terhadap kekerasan.

## 1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan di bidang pendidikan dan industri mengenai perlakuan panas khususnya *double quenching* dan *pack carburizing*
2. Mengetahui pengaruh perlakuan panas *double quenching* dan *pack carburizing* terhadap kekerasan baja.
3. Dapat menjadi sumber referensi penelitian selanjutnya.

## 1.7. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

5. Mengetahui pengaruh *pack carburizing* arang batok kelapa terhadap kekerasan baja st 40?
6. Mengetahui pengaruh *quenching* oli 4 tak hasil *pack carburizing* terhadap kekerasan baja st 40?
7. Mengetahui pengaruh *double quenching* terhadap kekerasan baja st 40 hasil *pack carburizing*?
8. Mengetahui Seberapa besar pengaruh perlakuan panas *pack carburizing*, *quenching* dan *double quenching* terhadap kekerasan.

## 1.8. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

4. Menambah pengetahuan di bidang pendidikan dan industri mengenai perlakuan panas khususnya *double quenching* dan *pack carburizing*
5. Mengetahui pengaruh perlakuan panas *double quenching* dan *pack carburizing* terhadap kekerasan baja.
6. Dapat menjadi sumber referensi penelitian selanjutnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2019). *Pengaruh Quenching Pada Proses Carburizing Baja St 41 Menggunakan Media Arang Batok Kelapa Terhadap Nilai Kekerasan*. 1–45.
- Alif, F. N. (2021). *Analisa Pengaruh Quenching Media Oli Dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Pada Baja Aisi 1045 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Mikrostruktur*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Amanto, H. d. (1999). *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Anggoro, D. Y., Raharjo, S., & Solechan. (2013). Pengaruh Pack Carburising Dengan Arang Batok Kelapa Terhadap Kekerasan Roda Gigi Fly Wheel Daihatsu. *Traksi*, 13(1), 33–46.
- Arifien, Y. (2007). *Perbandingan Kekuatan Tarik (Tensile Strength) Akibat Variasi Katalis Pada Proses Carburizing Baja St 40*.
- Aziza, Y., & Febdia Pradani, Y. (2017). Pengaruh Kadar Garam Dapur (NaCl) dalam Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Pada Proses Pengerasan Baja ST-60. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 1(1), 18–25. <https://doi.org/10.33379/GTECH.V1I1.263>
- Budiyanto, E., & Yuono, L. D. (n.d.). *Proses Manufaktur*. Eko Budiyanto. <https://books.google.co.id/books?id=NjJEEAAAQBAJ>
- Hadi, S. (2016). *Teknologi Bahan*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Farima Lely, A. E. (2021). Efek Perlakuan Panas Dengan Variasi Double Quenching Dan Penambahan Garam (NaCl) Pada Al6061 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 47-56.
- Maidefri, F. (2013). Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Kekerasan Pada Baja Karbon Sedang S45c. *Automotive Engineering Education Journals*, 2(5). <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/poto/article/view/765>
- Mulyaningsih, N. (n.d.). *Buku Ajar Metalurgi Fisik*. Penerbit Pustaka Rumah Cinta. <https://books.google.co.id/books?id=jvM8EAAAQBAJ>
- Nitha. (2021). *Pengaruh Proses Pack Carburizing Arang Tulang Kerbau Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon*. Banyumas: Zahira Media Publisher.
- Putra, A. G., & Pawawoi. (2020). Pengaruh Single Dan Double Quenching pada Proses Pack Carburizing Terhadap Sifat Mekanik Baja Paduan Karbon Rendah



AISI 3115. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu Dan Aplikasi Teknik*, 9(2). <https://doi.org/10.26874/jt.vol9no2.321>

Sani, A. A., Solehan, M., & Besar, B. (2018). *Pengaruh Pendinginan Metode Double Quenching Terhadap*. 10(2), 84–87.

Sani, R. A. (2021). *Karakterisasi Material*. Bumi Aksara. [https://books.google.co.id/books?id=ooM\\_EAAAQBAJ](https://books.google.co.id/books?id=ooM_EAAAQBAJ)

Sari, H. S. (2018). *Material Teknik*. Yogyakarta: Deepublish.

Saripuddin. (2021). *Mengenal Logam Sebagai Bahan Teknik*. Deepublish. <https://books.google.co.id/books?id=3aU7EAAAQBAJ>

Siahaan, S. H., & Indonesia, P. R. C. (2022). *Buku Ajar Metalurgi Fisik*. Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=qEyGEAAAQBAJ>

Sundari, E., Fahlevi, R., & Besar, B. (2018). Mekanis Sprocket Imitasi Sepeda Motor Menggunakan Katalisator. *Jurnal Austenit*, 10(2), 72–78.

Umar, E. (n.d.). *Buku Pintar Fisika*. Niaga Swadaya. <https://books.google.co.id/books?id=BJYaWB3pPFUC>

Yusronnul Arifien. (2007). *Perbandingan Kekuatan Tarik (Tensile Strength) Akibat Variasi Katalis Pada Proses Carburizing Baja St 40*.