

---

**PENGARUH AUSTENISASI BAJA S45C PADA SUHU 750° C DAN QUECHING DENGAN MEDIA SUHU RUANG, AIR DAN OIL****Oleh****Elbi Wiseno<sup>1</sup>, Muhamad Aldi Irwandi<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100 Pondok Cina, Depok 16424. Telp (021) 78881112 ext403

Email: <sup>1</sup>[elbi\\_wiseno@staff.gunadarma.ac.id](mailto:elbi_wiseno@staff.gunadarma.ac.id), <sup>2</sup>[aldirwandi10@gmail.com](mailto:aldirwandi10@gmail.com)

---

**Article History:**

Received: 23-05-2023

Revised: 17-06-2023

Accepted: 24-06-2023

**Keywords:***Baja, Proses Heat Treatment, Analisis Pengujian Impact Charpy, Material S45C*

**Abstract:** *Baja merupakan salah satu bahan yang mudah disesuaikan bentuknya oleh karena itu baja banyak digunakan. Salah satu dari sekian banyak jenis baja karbon adalah Baja S45C yang mempunyai kadar karbon sekitar 0,51% dan tergolong baja karbon menengah. Pada material sering terjadi adanya variasi nilai kekerasan material yang tidak sesuai dengan standar kekerasan (HRC) yang telah ditentukan. Maka perlu dilakukan penentuan metode perbaikan yang tepat, agar kekerasan material S45C dapat sesuai dengan standar kekerasan dan sesuai dengan harapan dan kebutuhan. Penelitian ini ditunjukan untuk mempelajari perlakuan panas pada material S45C. Maka dari itu untuk mendapatkan karakteristik mekanik dari material S45C digunakan metode perlakuan dengan cara quenching yang di heat treatment pada suhu 750 C yang ditahan selama 30 menit dan di quenching dengan media Suhu Ruang, air dan oil. Hasil pada pengujian impact menggunakan media suhu ruang, air dan oil didapatkan energi impact dengan rata - rata sebesar 182,69 J, 105,47 J, dan 150,68 J. Untuk rata - rata nilai impact sebesar 2,28 J/mm<sup>2</sup>, 1,31 J/mm<sup>2</sup>, dan 1,88 J/mm<sup>2</sup>. Untuk hasil pengujian rocaqwell spesimen pertama dengan media Suhu Ruang mempunyai nilai kekerasan dengan rata - rata nilai sebesar 47,28 HRC. Spesimen kedua media pendingin Air mempunyai nilai kekerasan dengan rata - rata sebesar 69,48 HRC. Pada hasil pengujian spesimen ketiga menggunakan media pendingin oil nilai kekerasan rata - rata nilai sebesar 57,28 HRC. Dapat menganalisa bahwa benda kerja yang mendapatkan perlakuan panas dengan quenching Air itu lebih keras daripada media pendingin yang lain. Hasil pengujian Metalografi Fasa yang terlihat yaitu ferrite yang berwarna putih, perlite yang berwarna hitam dan pada media Suhu Ruang terdapat fasa martensite dan austenite sisa. Fasa ferrite hanya bisa diperoleh jika kandungan karbon dalam baja rendah. Ferrite merupakan fasa yang memiliki kekuatan rendah namun memiliki keuletan yang tinggi. Fasa perlite merupakan campuran dari ferrite dan sementit, dimana dua fasa ini adalah hasil transformasi dari fasa austenite*

## PENDAHULUAN

Baja merupakan salah satu bahan yang mudah disesuaikan bentuknya oleh karena itu baja banyak digunakan. Baja diproduksi dengan mutu yang terjamin sehingga untuk tuntutan dan maksud penggunaannya senantiasa tersedia jenis baja yang sesuai. Baja karbon merupakan paduan besi dan karbon dimana unsur karbonnya menentukan sifat mekanik dan fisik, unsur paduan lainnya sebagai pendukung. Karbon sebagai unsur penguat besi yang efektif dan murah, maka sebagian besar baja komersial hanya mengandung karbon dengan sedikit unsur paduan lain. [1] Salah satu dari sekian banyak jenis baja karbon adalah Baja S45C yang mempunyai kadar karbon sekitar 0,51% dan tergolong baja karbon menengah. Baja S45C merupakan produk standarisasi dari Jepang yang biasa di singkat JIS (Japan Industrial Standard). Baja S45C memiliki kandungan unsur utama berupa karbon (C), Sulfur (S), Mangan (Mn), Fosfor (P), Iron (Fe). Sifat material S45C yang dibutuhkan adalah keras, tahan aus, tahan beban puntir, dan cukup ulet. Sering terjadi adanya variasi nilai kekerasan material yang tidak sesuai dengan standar kekerasan (HRC) yang telah ditentukan. Maka perlu dilakukan penentuan metode perbaikan yang tepat, agar kekerasan material S45C dapat sesuai dengan standar kekerasan dan sesuai dengan harapan dan kebutuhan. Berdasarkan permasalahan diatas maka perlu dilakukan metode perlakuan panas yang tepat untuk mendapatkan karakteristik mekanik propertis pada material baja yang diinginkan. Penelitian ini ditunjukkan untuk mempelajari perlakuan panas pada material S45C. Maka dari itu untuk mendapatkan karakteristik mekanik dari material S45C digunakan metode perlakuan dengan cara quenching yang di heat treatment pada suhu 750 0 C yang ditahan selama 30 menit dan di quenching dengan media udara, oli dan air.

## LANDASAN TEORI

Baja S45C merupakan jenis baja "Medium Carbon Steel" (0.3-0.5% C). Usaha menjaga agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara memberi perlakuan panas pada baja, hal ini memegang peran penting dalam upaya meningkatkan kekerasan serta kekuatan baja sesuai kebutuhan. Dalam penelitian ini dilakukan Perlakuan panas pada baja S45C dibutuhkan guna meningkatkan sifat mekanis untuk aplikasi poros roda sepeda motor. Baja S45C di panaskan pada suhu 700°C kemudian di quenching dengan media suhu ruang, air dan oli dengan waktu 30 menit.

Ketika sudah melewati proses *quenching*, kemudian material di uji menggunakan metode *Impact Charpy* untuk mengetahui ketangguhan, setelah melewati uji ketangguhan material kemudian material di uji *Rockwell* untuk mengetahui kekerasan dan setelah melewati uji kekerasan material lalu di uji metalografi untuk mengetahui struktur yang terkandung dalam spesimen penelitian. Struktur mikro yang berbeda akan memberikan pengaruh yang berbeda pada sifat mekanis bahan

### Material

S45C adalah baja medium dengan kandungan *carbon* 0.45%, sudah dalam bentuk di gulung (rolled) atau di normalisasi. Tersedia dalam bentuk as bulat, dan flat. S45C memiliki kemampuan las dan *machinability*, dan dapat mengalami berbagai perlakuan panas berdasarkan standar JIS G 4051-2009

Material S45C tertuang dalam standard JIS G 4051-2009 pada tabel 1 dibawah ini.

**Tabel 1** Komposisi S45C

No	Item	Komposisi %
1	Carbon (C)	0,42 – 0,48
2	Silicon (Si)	0,15 – 0,35
3	Mangan (Mn)	0,6 – 0,9
4	Phospor (P)	0,03
5	Sulphur (S)	0,03
6	Chrom (Cr)	≤ 0,2
7	Nikel (Ni)	≤ 0,2
8	Tembaga (Cu)	≤ 0,3

Untuk mengetahui pengaruh *Heat Treatment* pada material S45C dilakukan beberapa proses pengujian pada material tersebut diantaranya:

1. Pengujian *Impact Charpy*
2. Pengujian *Rockwell*
3. Pengujian Metalografi

**Pengujian *Impact Charpy***

Uji impak digunakan dalam menentukan kecenderungan material untuk rapuh atau ulet berdasarkan sifat ketangguhannya. Hasil uji impak juga tidak dapat membaca secara langsung kondisi perpatahan batang uji, sebab tidak dapat mengukur komponen gaya-gaya tegangan tiga dimensi yang terjadi pada batang uji.

Nilai harga impact pada suatu spesimen adalah energi yang diserap tiap satuan luas penampang lintang spesimen uji. Persamaannya sebagai berikut:

1. Perhitungan Nilai Impact Charpy

$$H = W/A$$

Keterangan:

- H = Nilai *Impact* (Joule, mm<sup>2</sup>)  
W = Usaha yang dibutuhkan (*Joule*)  
A = Luas Penampang bawah Takik (mm<sup>2</sup>)

2. Mengukur Luas Benda Uji

$$A = P.I$$

Keterangan:

- A = Luas Penampang Bawah Takik (mm<sup>2</sup>)  
P = Panjang (mm)  
I = Lebar (mm)

3. Perhitungan Usaha yang dibutuhkan

$$W = G \cdot \lambda (Cos\beta - Cos\alpha)g$$

Keterangan:

- W = Usaha yang dibutuhkan (kgm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>atau *joule*)  
G = Massa Pendulum (kg)  
λ = Panjang lengan ayunan /lamda (m)  
Cosβ = Sudut Akhir

$\text{Cos}\alpha$  = Sudut Awal

$g$  = Percepatan *Gravitasi* (9,81 m/s<sup>2</sup>)

### Pengujian Rockwell

Pengujian kekerasan Rockwell merupakan salah satu pengujian kekerasan bahan yang banyak digunakan, hal ini dikarenakan pengujian kekerasan Rockwell yang sederhana, cepat, tidak memerlukan mikroskop untuk mengukur jejak, dan relatif tidak merusak.

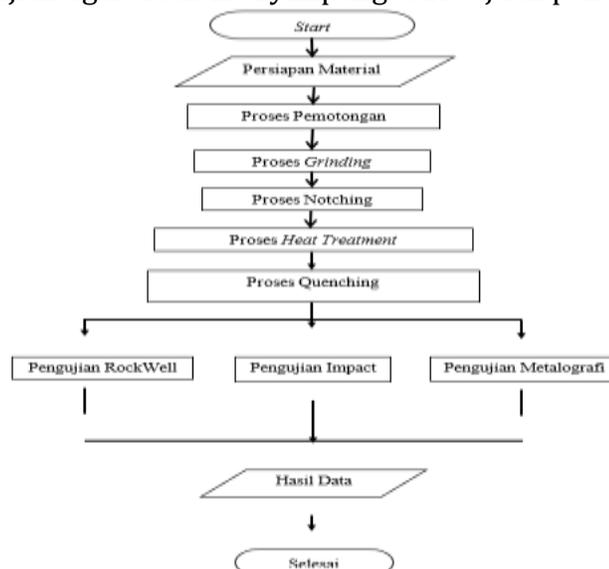
Pengujian kekerasan Rockwell dilaksanakan dengan cara menekan permukaan spesimen (benda uji) dengan suatu indentor. Penekanan indentor ke dalam benda uji dilakukan dengan menerapkan beban pendahuluan (beban minor), kemudian ditambah dengan beban utama (beban mayor), lalu beban utama dilepaskan sedangkan beban minor masih dipertahankan.

### Pengujian Metalografi

Perlakuan panas yang terjadi pada logam akan mempengaruhi mikrostrukturnya. Perubahan mikrostruktur dapat berupa perubahan fase yang terbentuk dan distribusinya serta ukuran butir. Adanya perubahan mikrostruktur pada umumnya menimbulkan konsekuensi berubahnya sifat mekanik. Dari pengamatan mikrostrukturnya secara umum sifat mekanik dari suatu logam dapat diprediksi. Hasil dari pengamatan struktur mikro ini akan diperlihatkan berbagai fase untuk diidentifikasi. Penyebaran dan bentuk fase dapat dipelajari dan jika sifatsifatnya diketahui dapat digunakan untuk mengetahui informasi-informasi tentang sifat-sifat specimen. Namun pada saat ini akan dilakukan pengamatan struktur mikro pada suatu specimen. Pada pengamatan struktur mikro umumnya yang diamati adalah ukuran butiran, bentuk butiran, dan larutan padat yang terbentuk, semakin halus dan kecil bentuk butiran, kekuatan mekanis akan bertambah baik. Larutan padat yang tersebar merata, maka kekuatan tariknya akan bertambah baik pula

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tahapan yang disebut dengan flowchart proses pengujian agar tidak menyimpang dari tujuan penulisan.



**Gambar 1 Flowchart Proses Perlakuan Panas Pada Material S45C**

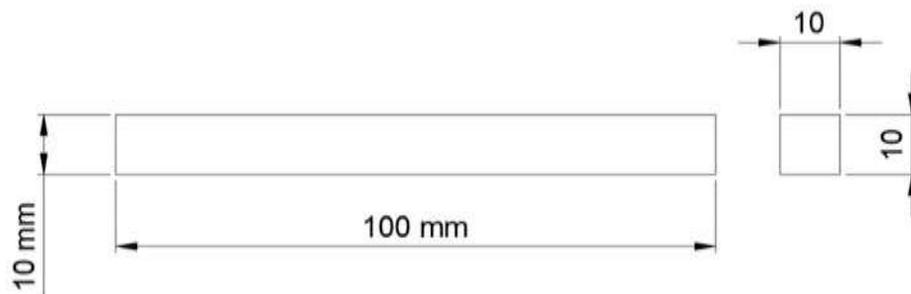
### Persiapan Material

Sebelum melakukan proses pengujian terhadap spesimen terlebih dahulu menyiapkan material yang akan digunakan. Baja karbon S45C termasuk baja berkualitas medium dengan kandungan carbon 0,42-0,48%, silicon 0,15 – 0,35%, mangan 0,6 – 0,9%, fospor 0,03%, sulphur 0,03%, chrom maksimal 0,2%, nikel maksimal 0,2%, dan tembaga maksimal 0,3%.



**Gambar 2** Material S45C

Pada Gambar 3 merupakan *design 2D* Material S45C dengan ukuran Panjang 100 mm dan lebar 10 mm.



**Gambar 3** Dimensi Material S45C

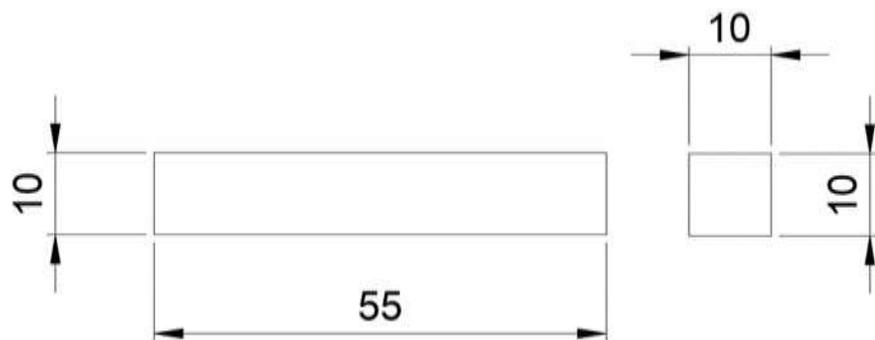
### Proses Pemotongan

Selanjutnya ialah proses pemotongan dimana pada proses ini spesimen akan di potong menggunakan gerinda tangan. Pertama siapkan benda kerjanya, kemudian di jepit pada ragum setelah potong menggunakan gerinda tangan. Potong spesimen dengan ukuran 55 x 10 milimeter. Pada gambar 4 merupakan hasil proses pemotongan.



**Gambar 4** Hasil Proses Pemotongan

Pada Gambar 5 merupakan *design* 2D sesudah dilakukan proses pemotongan menggunakan gerinda tangan dengan ukuran 55x10 mm.



**Gambar 5** *Design* 2D Proses Pemotongan

### Proses *Grinding*

Selanjutnya selanjutnya ialah proses *Grinding* digunakan untuk menghilangkan bagian dari benda kerja yang tidak rata. Dimana pada proses ini digunakan untuk menghaluskan spesimen. Alat yang digunakan yaitu mesin gerinda. Pada gambar 6 merupakan proses *grinding*.



**Gambar 6** Proses *Grinding*

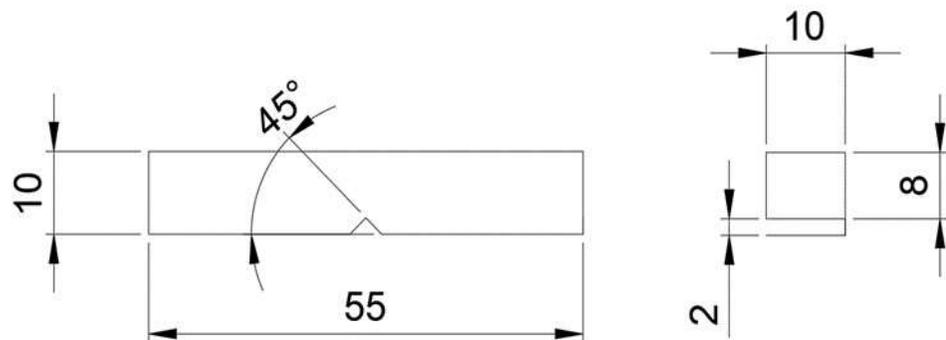
### 3.5 Proses Notching

Proses selanjutnya yaitu melakukan proses *notching* dimana pada proses ini benda kerja diberi takikan. Pertama yang harus dilakukan yaitu menjepit benda kerja pada pada ragum, setelah itu buat takikan menggunakan kikir dengan kedalam 2 mm dengan sudut  $45^\circ$ . Tujuan dibentuknya takikan tersebut supaya tegangan yang diberikan pada saat pendulum ditabrakan ke spesimen terpusat pada takikan yang terletak pada bagian tengah spesimen uji. Pada gambar 7 merupakan hasil proses *notching*.



**Gambar 7** Hasil Proses *Notching*

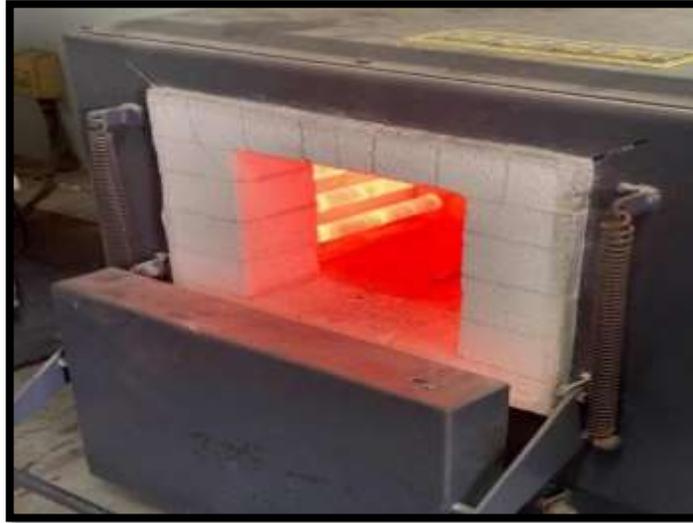
Pada gambar 8 merupakan *design 2D* pada bagian proses *notching* dengan kedalam 2 mm dengan sudut  $45^\circ$ .



**Gambar 8** *Design 2D* Proses *Notching*

### Proses *Heat Treatment*

Pada pada proses ini akan dilakukan pemberian perlakuan panas pada benda kerja. Untuk batas minimum temperatur pemanasan  $700^\circ\text{C}$  dan maksimum  $900^\circ\text{C}$ . Sebelum melakukan *heat treatment*, yang pertama harus dilakukan yaitu *pre-heating*, dimana *funace haet treatment* diseting terlebih dahulu dan dilakukan pemanasan awal hingga mencapai suhu  $750^\circ\text{C}$  dan pada mesin *heat treatment* terdapat indikator dimana PV yaitu suhu aktual yang terdeteksi di dalam *funace* sedangkan SV yaitu target suhu yang diatur, selanjutnya proses *heat treating* dimana benda kerja diletakan didalam *funace*, diamkan selama 30 menit dengan suhu tetap. Pada gambar 9 merupakan Proses *Heat Treatment*.



**Gambar 9** Proses *Heat Treatment*

### Proses *Quenching*

Pada proses ini dimana benda kerja yang sudah dipanaskan akan di *queching* yaitu proses pendinginan cepat, media yang digunakan yaitu air, oli dan suhu ruang. benda kerja yang telah dipanaskan langsung dimasukan ke dalam air, oil, dan suhu ruang didiamkan. Proses *quenching* dilakukan selama 30 menit.

1. *Quenching* dengan media suhu ruang

Dibawah ini gambar 10 merupakan proses *quenching* media suhu ruang.



**Gambar 10** Hasil Proses *Quenching* Media Suhu Ruang

2. *Quenching* dengan media air

Dibawah ini gambar 11 merupakan proses *quenching* media air.



**Gambar 11** Hasil Proses *Quenching* Media Air

3. *Quenching* dengan media oil

Dibawah ini gambar 12 merupakan proses *quenching* media oil.



**Gambar 12** Hasil Proses *Quenching* Media Oil

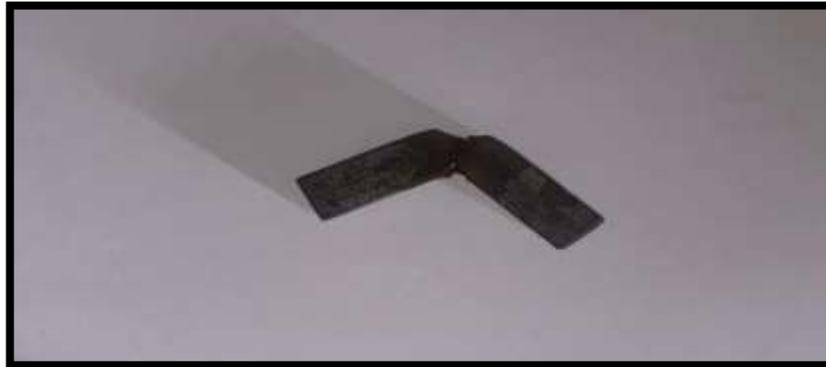
**Pengujian *Impact Charpy***

Pada proses ini kita akan menguji ketangguhan benda kerja secara horizontal dan pendulum akan mengenai gagang takikan, setelah itu setting diagram pada alat uji, kemudian uji benda kerja, dimana pendulum ditarik setelah itu dilepaskan. Jika sudah baca diagram yang tertera pada alat tersebut. Pada gambar 13 merupakan Proses Pengujian *Impact Charpy*.



**Gambar 13** Proses Pengujian *Impact Charpy*

1. Hasil Pengujian *Impact Charpy* Dengan *Quenching* Media Suhu Ruang Setelah proses pengujian selesai, maka akan mendapatkan hasilnya dimana pada spesimen baja karbon S45C dengan Dengan *Quenching* Media Suhu Ruang medapatkan  $10^\circ$ . Pada gambar 14 merupakan Hasil Pengujian Dengan *Quenching* Media Suhu Ruang.



**Gambar 14** Hasil Pengujian Dengan *Quenching* Media Suhu Ruang

2. Hasil Pengujian *Impact Charpy* Dengan *Quenching* Media Air Untuk hasil pada spesimen baja karbon S45C dengan Dengan *Quenching* Media Air medapatkan  $58^\circ$ . Pada gambar 15 merupakan Hasil Pengujian Dengan *Quenching* Media Air.



**Gambar 15** Hasil Pengujian Dengan *Quenching* Media Air

3. Hasil Pengujian *Impact Charpy* Dengan *Quenching* Media Oil  
Untuk hasil pada spesimen baja karbon S45C dengan Dengan *Quenching* Media oil mendapatkan 34°. Pada gambar 16 merupakan Hasil Pengujian Dengan *Quenching* Media Oil.



**Gambar 16** Hasil Pengujian Dengan *Quenching* Media Oil

#### Hasil Data Pengujian *Impact Charpy*

Pada pengujian *Impact Charpy* ini, kita mendapatkan data pengujian sebagai berikut:

Berat Pendulum (G): 16 Kg

Panjang Lengan Ayun ( $\gamma$ ): 1200 mm = 1,2 m

Luas Benda Uji ( $A_0$ ): 80 mm<sup>2</sup>

Sudut Awal ( $\alpha$ ): 90°

Sudut Akhir ( $\beta$ ): 10°, 58°, 34°

Berikut ini merupakan penjelasan perhitungan diantaranya:

1. *Quenching* Media Suhu Ruang

- a. Luas permukaan

$$A = P \cdot L \quad A = 8 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$$

$$A = 80 \text{ mm}^2$$

- b. Perhitungan Usaha yang dibutuhkan

$$W = G \cdot \lambda (\text{Cos}\beta - \text{Cos}\alpha) \text{ g}$$

$$W = 16 \text{ kg} \times 1,2 \text{ m} (10^\circ - 90^\circ) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 16 \text{ kg} \times 1,2 \text{ m} (0,98) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 184,58 \text{ Joule}$$

- c. Nilai Impact Charpy  $K = W$

$$K = \frac{A}{184,58}$$

$$K = 2,31 \text{ Joule/mm}^2$$

2. *Quenching* Media Air

- a. Luas permukaan

$$A = P \cdot L \quad A = 8 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$$

$$A = 80 \text{ mm}^2$$

- b. Perhitungan Usaha yang dibutuhkan

$$W = G \cdot \lambda (\cos\beta - \cos\alpha) g$$

$$W = 16 \text{ kg} \times 1,2 \text{ m} (58^\circ - 90^\circ) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 16 \text{ kg} \times 1,2 \text{ m} (0,53) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 99,83 \text{ Joule}$$

c. Nilai Impact Charpy

$$K = \frac{W}{A}$$

$$K = \frac{99,83}{80}$$

$$K = 1,25 \text{ Joule/mm}^2$$

3. *Quenching* Media Oil

a. Luas permukaan

$$A = P \cdot L \quad A = 8 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$$

$$A = 80 \text{ mm}^2$$

b. Perhitungan Usaha yang dibutuhkan

$$W = G \cdot \lambda (\cos\beta - \cos\alpha) g$$

$$W = 16 \text{ kg} \times 1,2 \text{ m} (34^\circ - 90^\circ) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 16 \text{ kg} \times 1,2 \text{ m} (0,83) \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 156,33 \text{ Joule}$$

c. Nilai Impact Charpy

$$K = \frac{W}{A}$$

$$K = \frac{156,33}{80}$$

$$K = 1,95 \text{ Joule/mm}^2$$

Berikut ini merupakan table hasil Pengujian *Impact Charpy* dengan specimen tanpa *Heat Treatment* dan di *Heat Treatment* pada suhu  $750^\circ$  dengan Media *Quenching* yang berbeda-beda.

**Tabel 2 Hasil Pengujian *Impact Charpy Quenching* Suhu Ruang**

No	<i>Quenching</i>	Suhu (°C)	Sudut $\alpha$	Sudut $\beta$	Energi Impact	Nilai Impact
1	Suhu Ruang ke 1	$750^\circ$	90	$10^\circ$	184,58 Joule	2,31 J/mm <sup>2</sup>
2	Suhu Ruang ke 2	$750^\circ$	90	$13^\circ$	182,70 Joule	2,28 J/mm <sup>2</sup>
3	Suhu Ruang ke 3	$750^\circ$	90	$16^\circ$	180,81 Joule	2,26 J/mm <sup>2</sup>
Rata - Rata					182,69 Joule	2,28 J/mm <sup>2</sup>

**Tabel 3** Hasil Pengujian *Impact Charpy Quenching Air*

No	<i>Quenching</i>	Suhu (°C)	Sudut $\alpha$	Sudut $\beta$	Energi Impact	Nilai Impact
1	Air ke 1	750°	90	58°	99,83 Joule	1,25 J/mm <sup>2</sup>
2	Air ke 2	750°	90	56°	103,59 Joule	1,29 J/mm <sup>2</sup>
3	Air ke 3	750°	90	53°	113,01 Joule	1,41 J/mm <sup>2</sup>
Rata - Rata					105,47 Joule	1,31 J/mm <sup>2</sup>

**Tabel 4** Hasil Pengujian *Impact Charpy Quenching Oil*

No	<i>Quenching</i>	Suhu (°C)	Sudut $\alpha$	Sudut $\beta$	Energi Impact	Nilai Impact
1	Oil 1	750°	90	36°	150,68 Joule	1,88 J/mm <sup>2</sup>
2	Oil 2	750°	90	39°	145,03 Joule	1,81 J/mm <sup>2</sup>
3	Oil 3	750°	90	34°	156,33 Joule	1,95 J/mm <sup>2</sup>
Rata - Rata					150,68 Joule	1,88 J/mm <sup>2</sup>

**Tabel 5** Hasil Pengujian *Impact Charpy Tanpa Heat Treatment*

No	Spesimen	Suhu (°C)	Sudut $\alpha$	Sudut $\beta$	Energi Impact	Nilai Impact
1	Spesimen 1	750°	90	66°	75,34 Joule	0,94 J/mm <sup>2</sup>
2	Spesimen 2	750°	90	69°	65,92 Joule	0,82 J/mm <sup>2</sup>
3	Spesimen 3	750°	90	64°	80,99 Joule	1,01 J/mm <sup>2</sup>
Rata - Rata					74,08 Joule	0,92 J/mm <sup>2</sup>

Pada hasil pengujian spesimen pertama media pendingin suhu ruang didapatkan energi impact dengan rata - rata sebesar 182,69 *Joule* dan rata - rata nilai *impact* sebesar 2,28 *J/mm<sup>2</sup>*. Pada hasil pengujian spesimen ke dua menggunakan media pendingin air didapatkan energi impact rata - rata nilai sebesar 105,47 *Joule* dengan rata - rata nilai *impact* sebesar 1,31 *J/mm<sup>2</sup>*. Pada hasil pengujian spesimen ketiga dengan media pendingin oli didapatkan energi impact dengan rata - rata nilai sebesar 150,68 *Joule* dan rata - rata nilai *impact* sebesar 1,88 *J/mm<sup>2</sup>*. Pada hasil pengujian spesimen keempat Tanpa *Heat Treatment* didapatkan energi impact dengan rata - rata nilai sebesar 74,08 *Joule* dan rata - rata nilai *impact* sebesar 0,92 *J/mm<sup>2</sup>*

### Pengujian Rockwell

Selanjutnya yaitu pengujian *rockwell*, hal yang pertama dilakukan yaitu tekan tombol *on* untuk menyalakan alat uji, setelah itu tekan tombol *menu*, lalu pilih *scale* yang akan digunakan, kemudian memilih *indenter* yang akan digunakan, untuk praktikum ini indenter yang digunakan yaitu *indenter* bola baja 1/16" karena menggunakan *scale* HRB, lalu pilih *load* 100 dan alat uji siap untuk dipakai. Setelah itu letakan benda kerja pada *flat anvil*, kemudian putar *elevator handle* sampai benda kerja mendekati *indenter*, jika sudah baca hasil yang tertera pada layer indikator dan catat hasilnya.

### Hasil Data Pengujian Rockwell

Pada pengujian *Rockwell* ini, kita mendapatkan data pengujian sebagai berikut:

**Tabel 6** Hasil Pengujian *Rockweell Quenching* Suhu Ruang

Indenter : bola baja 1/16"				Load :100	
ke-1	ke-2	ke-3	ke-4	ke-5	Rata-Rata
44,8	46,0	48,1	47,5	51,0	47,28

**Tabel 7** Hasil Pengujian *Rockweell Quenching* Air

Indenter : bola baja 1/16"				Load :100	
ke-1	ke-2	ke-3	ke-4	ke-5	Rata-Rata
65,8	66,0	68,1	73,5	74,0	69,48

**Tabel 8** Hasil Pengujian *Rockweell Quenching* Oil

Indenter : bola baja 1/16				Load :100	
ke-1	ke-2	ke-3	ke-4	ke-5	Rata-Rata
52,8	55,0	58,1	59,5	61,0	57,28

Pada hasil pengujian *rockwell* spesimen pertama dengan media Suhu Ruang mempunyai nilai kekerasan dengan rata - rata nilai sebesar 47,28 HRC. Spesimen kedua media pendingin Air mempunyai nilai kekerasan dengan rata - rata sebesar 69,48 HRC. Pada hasil pengujian spesimen ketiga menggunakan media pendingin oil nilai kekerasan rata - rata nilai sebesar 57,28 HRC. Dapat menganalisa bahwa benda kerja yang mendapatkan perlakuan panas dengan *quenching* Air itu lebih keras daripada media pendingin yang lain.

### Pengujian Metalografi

Proses selanjutnya yaitu uji metalograf. Hal pertama yang dilakukan adalah mengatur alat uji, kemudian menekan tombol *on* setelah itu buka penutupnya setelah itu letakan benda kerja pada stage setelah itu buka *software* pada computer dan alat siap untuk digunakan. Setelah itu kita mengambil data, atur pembesaran 40 kali dengan memutar *objective lenses*, kemudian lihat di layar komputer hasilnya dan catat hasilnya.

### Hasil Pengujian Metalografi

Dari percobaan pengujian metalografi, data yang telah diperoleh sebagai berikut:

**Tabel 9** Data Pengujian Metalografi

<i>Quenching</i>	Pembesaran	<i>Etching Reagent</i>	Lamanya Etsa (detik)	Keterangan
Suhu Ruang	400 x	CnH <sub>2</sub> n + loH + HNO <sub>3</sub>	5 detik	Terlihat
Air	400 x	CnH <sub>2</sub> n + loH + HNO <sub>3</sub>	5 detik	Terlihat
Oil	400 x	CnH <sub>2</sub> n + loH + HNO <sub>3</sub>	5 detik	Terlihat

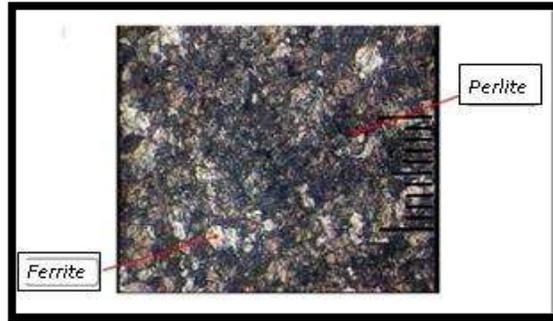
Pengujian mikro bertujuan untuk mengetahui struktur yang terkandung dalam spesimen penelitian. Struktur mikro yang berbeda akan memberikan pengaruh yang berbeda pada sifat mekanis bahan. Data hasil dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu data untuk spesimen baja S45C yang mendapat perlakuan panas *quenching* Suhu Ruang, Air Dan Oil. Hal ini dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan perubahan struktur mikro baja S45C karena telah mendapatkan proses perlakuan panas (*heat treatment*). Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, bentuk penampang mikro untuk setiap jenis spesimen adalah sebagai berikut:



**Gambar 17** Struktur mikro proses *Quenching* Suhu Ruang



**Gambar 18** Struktur mikro proses *Quenching* Air



**Gambar 19** Struktur mikro proses *Quenching Oil*

Fasa yang terlihat pada 3 foto diatas yaitu *ferrite* yang berwarna putih, *perlite* yang berwarna hitam dan pada media pendingin Suhu Ruang terdapat fasa *martensite* dan *austenite* sisa. Fasa *ferrite* hanya bisa diperoleh jika kandungan karbon dalam baja rendah. *Ferrite* merupakan fasa yang memiliki kekuatan rendah namun memiliki keuletan yang tinggi. Fasa *perlite* merupakan campuran dari *ferrite* dan *sementit*, dimana dua fasa ini adalah hasil transformasi dari fasa *austenite*. Pembentukan fasa *perlite* memerlukan pendinginan yang lambat dari daerah. Sedangkan *Martensite* adalah larutan padat interstisi dengan sel kristal BCT. Ini terbentuk saat pendinginan cepat (*quenching*). *Martensite* bersifat keras, kuat sedangkan *austenite* adalah larutan padat interstisi dengan sel kristal FCC. Ini terbentuk saat proses *heat treatment*.

## KESIMPULAN

Pada pengujian Heat Treatment menggunakan material S45C, Baja karbon S45C adalah baja medium dengan kandungan carbon 0,42- 0,48%, silicon 0,15 – 0,35%, mangan 0,6 – 0,9%, phospor 0,03%, sulphur 0,03%, chrom maksimal 0,2%, nikel maksimal 0,2%, dan tembaga maksimal 0,3%.

Dalam melakukan analisis pengaruh heat treatment terlebih dahulu mempersiapkan material sebelum melakukan pengerjaan. Pada pengujian ini menggunakan material baja karbon (S45C) dimana material tersebut termasuk golongan Carbon Medium. Proses pemotongan yaitu pemotongan dari panjang awal 100 mm menjadi 55 mm. Setelah itu proses Grinding digunakan untuk menghilangkan bagian dari benda kerja yang tidak rata. Setelah itu proses Notching pada proses ini benda kerja diberi takikan dengan kedalam 2 mm dengan sudut 45° agar tegangan yang diberikan pada saat pendulum ditabrakan ke spesimen terpusat pada takikan. Selanjutnya heat treatment dengan suhu 750° C diholding 30 menit dan di quenching dengan media suhu ruang, air dan oil selama 30 menit juga. Setelah proses heat treatment selesai selanjutnya dilakukan Pengujian uji Impact Charpy untuk menganalisa keuletan dan kegetasan dari spesimen dengan cara memberikan pembebanan secara tiba tiba

Pada hasil pengujian impact menggunakan media suhu ruang, air dan oil didapatkan energi impact dengan rata - rata sebesar 182,69 *Joule*, 105,47 *Joule*, dan 150,68 *Joule*. Untuk rata - rata nilai impact sebesar 2,28 *J/mm<sup>2</sup>* , 1,31 *J/mm<sup>2</sup>* , dan 1,88 *J/mm<sup>2</sup>* .

Pada hasil pengujian rockwell spesimen pertama dengan media Suhu Ruang mempunyai nilai kekerasan dengan rata - rata nilai sebesar 47,28 HRC. Spesimen kedua media pendingin Air mempunyai nilai kekerasan dengan rata - rata sebesar 69,48 HRC. Pada

hasil pengujian spesimen ketiga menggunakan media pendingin oil nilai kekerasan rata - rata nilai sebesar 57,28 HRC. Dapat menganalisa bahwa benda kerja yang mendapatkan perlakuan panas dengan quenching Air itu lebih keras daripada media pendingin yang lain

Pada hasil pengujian Metalografi Fasa yang terlihat yaitu ferrite yang berwarna putih, perlite yang berwarna hitam dan pada media Suhu Ruang terdapat fasa martensite dan austenite sisa. Fasa ferrite hanya bisa diperoleh jika kandungan karbon dalam baja rendah. Ferrite merupakan fasa yang memiliki kekuatan rendah namun memiliki keuletan yang tinggi. Fasa perlite merupakan campuran dari ferrite dan sementit, dimana dua fasa ini adalah hasil transformasi dari fasa austenite. Pembentukan fasa perlite memerlukan pendinginan yang lambat dari daerah. Sedangkan Martensite adalah larutan padat interstisi dengan sel kristal BCT. Ini terbentuk saat pendinginan cepat (quenching). Martensite bersifat keras, kuat sedangkan austenite adalah larutan padat interstisi dengan sel kristal FCC. Ini terbentuk saat proses heat treatment

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Basmal, B., Bayuseno, A. P., & Nugroho, S. 2012. Pengaruh suhu dan waktu pelapisan Tembaga-nikel pada Baja Karbon Rendah secara Elektroplating terhadap nilai ketebalan dan kekasaran. ROTASI, 14(2), 23-28.
- [2] Prasetyo, H. C., & Ningsih, T. H. 2018. Analisa Pengaruh Heat Treatment Terhadap Kekerasan Material Baja S45C Untuk Aplikasi Poros Roda Sepeda Motor. Jurnal Teknik Mesin, 6(2).
- [3] Permana, A. W., Anjani, R. D., & Gusniar, I. N. 2020. Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Proses HeatTreatment Metode Hardening-Tempering Material Baja S45C Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro. Jurnal Rekayasa Mesin, 15(3), 199-206.
- [4] Alfian, S. A. 2021. Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekerasan Baja S45C Pada Proses Hardening-Tempering (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- [5] Pramudya, B. I., Ariyanto, A., & Husman, H. 2022. Analisis Pengaruh Temperatur Dan Media Pendingin Terhadap Sifat Kekerasan Dan Ketangguhan Baja S45C Pada Pisau Crusher. In Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (Vol. 2, No. 01, pp. 232-238).
- [6] Nurdiansyah, M. S. A. I., & Sakti, A. M. 2022. Analisa Pengaruh Hardening Terhadap Kekerasan Dan Ketangguhan Baja S45C Dengan Media Pendingin Air Garam Dan Oli Untuk Aplikasi Poros Motor Roda Tiga. Jurnal Teknik Mesin, 10(01), 123-128.
- [7] Zarkasyi, A. 2022. TA: Pengembangan Produk Eco-Design Kursi Pouffe dengan Memanfaatkan Limbah Ban untuk Cafe Otewe Surabaya (Doctoral dissertation, Universitas Dinamika).
- [8] Ahmadi, Ali Soleh. 2018, Teknik Pemesinan CNC GSK 928'TE.
- [9] Teknik Mesin Lanjut. 2021. Modul Praktikum Teknik Pembentukan Material. Universitas Gunadarma.
- [10] A. G. Putra, Pawawoi, and A. B. S, "Pengaruh Proses Perlakuan Panas (Heat Treatment) terhadap Perubahan Struktur Mikro dan Sifat Mekanik pada Crank Shaft Toyota Avansa," J. Tek., vol. 5, no. 1, 2020.
- [11] H. Rusjdi, A. W. Pramono, and W. B. Faathir, "Pengaruh Penambahan Liquid Suction Heat Exchanger Terhadap Performa Mesin Pendingin Menggunakan R404A," J. Power Plant,

- vol. 4, no. 2, pp. 95–106, 2016.
- [12] L. S. Nugroho, “Pengaruh Proses Annealing Terhadap Perubahan Kekerasan dan Struktur Mikro pada Pipa SA 179 yang telah Mengalami Pengbengkokan,” Skripsi, pp. 1–67, 2017.
- [13] A. Perbandingan, M. Jis, S. C. M. Dan, and J. I. S. Scm, “PADA PROSES HEAT TREATMENT,” vol. 04, no. 1, pp. 31–37, 2015.
- [14] Ardiansyah Okky, “Fe-Fe<sub>3</sub>C Diagram – build for triumph,” Ub.ac.id, 2012. <https://blog.ub.ac.id/okkyardiansyah/2012/03/03/fe-fe3c-diagram/> (accessed Jul. 04, 2022).
- [15] Y. Handoyo, “PENGARUH QUENCHING DAN TEMPERING PADA BAJA JIS GRADE S45C,” vol. 3, no. 2, pp. 102–115, 2015.
- [16] A. E. Esemka, “Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam 45 Bekasi Email: handoyoyopi@yahoo.com,” vol. 1, no. 1, pp. 17–25, 2013.
- [17] M. Z. Prawira, S. J. Sisworo, and Samuel, “Pengaruh Perbedaan Suhu Terhadap Kekuatan Impact Aluminium 5083 Hasil Pengelasan Tungsten Inert Gas,” J. Tek. Perkapalan, vol. 3, no. 3, pp. 362–370, 2015.
- [18] FIRMANSYAH, “Impact Test : Pengertian, Metode dan Acceptance Criteria,” PT Detech Profesional Indonesia | YOUR ENGINEERING SOLUTIONS, 2021. <https://www.detech.co.id/impact-test/> (accessed Jul. 04, 2022).
- [19] Rofarsyam and Sukarman, “HARGA IMPACT ALUMINIUM JENIS 7075 T351 DENGAN METODE CHARPY,” TEKNIS, vol. 10, no. 1, pp. 5–10, 2015.
- [20] W. E. Perdana, “PEMBUATAN SPESIMEN UJI IMPACT BERBAHAN ALUMINIUM DENGAN TEKNIK METALURGI SERBUK.” Medan, 2020.
- [21] Zulfandy, D. 2019. Analisa Uji Kekerasan Pada Material Baja ST37 Setelah Mengalami Perlakuan Panas Annealing (Doctoral dissertation).
- [22] Arga, E. S. 2018. Pengaruh Variasi Filler ER70S-6 dan E71T-1C pada Pengelasan Baja SA-36 Menggunakan Metode Pengelasan GMAW dan FCAW (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember)