

## PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN KETANGGUHAN BAJA AISI 1045 APLIKASI POROS MOTOR

**Mohammad Salman Al Faris**

Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: mohammad.18037@mhs.unesa.ac.id

**Akhmad Hafizh Ainur Rasyid**

Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: akhmadrasyid@unesa.ac.id

### Abstrak

Baja AISI 1045 merupakan bahan dalam pembuatan poros roda sepeda motor. Dalam aplikasinya poros menerima berbagai beban salah satunya beban kejut dan mengalami gesekan dengan komponen lain yang terpasang, sehingga diperlukan sifat ketangguhan dan kekerasan baik. Untuk meningkatkan sifat ketangguhan dan kekerasan dapat dilakukan dengan proses *heat treatment* dan *quenching*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan temperatur pemanasan 900°C dan waktu tahan selama 60 menit, serta membuat variasi media pendingin air mineral, oli sae 20w-50 dan minyak sayur, serta didapatkan kesimpulan bahwa laju pendingin mempengaruhi nilai kekerasan dan ketangguhan baja aisi 1045. Dengan hasil penelitian nilai kekerasan *raw material* sebesar 30,46 HRC, mengalami peningkatan tertinggi sebesar 52,33 HRC atau meningkat sebesar 72% dari *raw material* menggunakan media pendingin air mineral dengan laju pendinginan 150°C/s. Sedangkan nilai ketangguhan *raw material* sebesar 0,599 J/mm<sup>2</sup>, nilai pada variasi media pendingin tertinggi sebesar 3,71 J/mm<sup>2</sup> menggunakan media pendingin oli sae 20w-50 dengan laju pendinginan 34,58°C/s.

**Kata Kunci:** Baja AISI 1045, Uji Kekerasan, Uji *Impact*, *Quenching*, Poros.

### Abstract

*AISI 1045 steel is a material in the manufacture of motorcycle wheel shaft. In its application, the shaft receives various loads, one of which is shock loads and experiences friction with other attached components, so that good toughness and hardness are required. To increase the toughness and hardness properties, heat treatment and quenching can be done. This study used an experimental method with a heating temperature of 900°C and a holding time of 60 minutes, and varied the cooling media of mineral water, SAE 20w-50 oil and vegetable oil, and concluded that the cooling rate affects the hardness and toughness of aisi 1045 steel. With the results research raw material hardness value of 30.46 HRC, experienced the highest increase of 52.33 HRC or an increase of 72% of the raw material using mineral water cooling medium with a cooling rate of 150°C/s. While the raw material toughness value is 0.599 J/mm<sup>2</sup>, the value for the highest variation of cooling media is 3.71 J/mm<sup>2</sup> using sae 20w-50 oil cooling medium with a cooling rate of 34.58°C/s.*

**Keywords:** AISI 1045 carbon steel, Hardness Test, Impact Test, Quenching, Shaft.

### PENDAHULUAN

Baja karbon merupakan salah satu baja yang dapat digunakan dalam pembuatan komponen-komponen sepeda motor. Dalam dunia otomotif baja karbon banyak digunakan dalam pembuatan komponen kendaraan bermotor antara lain, poros, gear dan batang penghubung piston (Ginting, dkk., 2020)

Baja aisi 1045 merupakan baja karbon yang sering digunakan dalam pembuatan komponen-komponen kendaraan bermotor salah satunya sebagai bahan pembuatan poros roda sepeda motor. Baja AISI 1045 banyak digunakan dalam pembuatan komponen poros (Pramono, 2011)

Poros roda sepeda motor dalam aplikasinya banyak mengalami pengaruh dari luar. Dalam penggunaannya poros akan menerima pengaruh gaya luar berupa tegangan, beban tekan, beban lentur, beban kejut atau kombinasi dari berbagai beban. Beban yang berlebih, serta beban kejut yang dapat mengakibatkan kerusakan sehingga umur pakai

poros akan menjadi lebih singkat (Rachman & Sakti, 2020).

Baja AISI 1045 merupakan baja karbon yang dapat ditingkatkan sifat mekaniknya dengan menggunakan metode perlakuan panas (*heat treatment*) sehingga nilai kekerasan dan ketangguhan bahan menjadi lebih baik dan menjadikan baja lebih tahan gesekan dan tekanan dalam aplikasi pada poros roda kendaraan.

Salah satu penyebab kegagalan poros roda sepeda motor adalah ketidaksempurnaan pengerasan dimana batas butir dalam fasa martensit, sehingga membuat kekuatan poros tidak maksimal. maka dengan adanya berbagai beban dari luar akan menyebabkan poros mengalami patahan dan kurangnya waktu pakai (Syahril, 2013)

Guna meningkatkan sifat mekanik tertentu pada baja dapat diberikan proses *heat treatment* atau perlakuan panas untuk memperbaiki atau meningkatkan sifat tertentu. *Quenching* merupakan proses salah satu dari perlakuan panas (*heat treatment*) melalui proses pendinginan cepat. Percepatan pendinginan dari temperatur austenisasi

menjadi fasa bainit atau martensite agar mencapai nilai kekuatan dan kekerasan tertentu

Berdasarkan uraian diatas, peneliti memiliki gagasan untuk meningkatkan sifat mekanik baja AISI 1045 untuk bahan poros roda kendaraan dengan menggunakan proses quenching dengan suhu pemanasan 900oC dengan waktu tahan 60 menit. Pada penelitian ini akan dilakukan pendinginan dengan menggunakan variasi media pendingin antara lain, air mineral, oli SAE 20W-50 dan minyak sayur. Selanjutnya setelah proses pemanasan dan pendinginan selesai akan dilakukan pengujian kekerasan menggunakan uji rockwell C dan pengujian dampak menggunakan uji dampak charpy. Dalam penelitian ini diharapkan akan dapat mengetahui jenis media pendingin yang terbaik dalam meningkatkan nilai kekerasan dan ketangguhan baja AISI 1045 pada aplikasi poros roda sepeda motor.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas peneliti merumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

- Bagaimana pengaruh variasi media pendingin air mineral, oli SAE 20W-50 dan minyak sayur dengan temperatur pemanasan 900oC dan Holding time 60 menit terhadap kekerasan komponen poros roda sepeda motor dengan bahan baja AISI 1045?
- Bagaimana pengaruh variasi media pendingin air mineral, oli SAE 20W-50 dan minyak sayur dengan temperatur pemanasan 900oC dan Holding time 60 menit terhadap ketangguhan komponen poros roda sepeda motor dengan bahan baja AISI 1045?
- Apakah terdapat perubahan signifikan pada variasi media pendingin air mineral, oli SAE 20W-50 dan minyak sayur dengan temperatur pemanasan 900oC dan Holding time 60 menit terhadap kekerasan dan ketangguhan baja AISI 1045?

### Tujuan Masalah

- Untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh variasi media pendingin air mineral, oli SAE 20W-50 dan minyak sayur dengan temperatur pemanasan 900oC dan Holding time 60 menit terhadap kekerasan baja AISI 1045,
- Untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh variasi media pendingin air mineral, oli SAE 20W-50 dan minyak sayur dengan temperatur pemanasan 900oC dan Holding time 60 menit terhadap ketangguhan baja AISI 1045.

### METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan analisis eksperimen (*experimental research*), yang memiliki tujuan untuk mengetahui nilai kekerasan dan ketangguhan baja AISI 1045 hasil dari proses *heat treatment (quenching)* dengan variasi media pendingin.

### Tempat dan Waktu Penelitian

#### • Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan diberbagai tempat, antara lain :

- Bengkel di daerah gresik dipilih sebagai tempat pembuatan spesimen
- Perlakuan panas (*Heat treatment*) dilaksanakan di laboratorium pelapisan gedung A8 lantai 3 Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UNESA
- Uji kekerasan dilaksanakan di laboratorium pengujian bahan gedung A6 lantai 1 Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UNESA
- Uji *impact* dilakukan di balai standarisasi dan pelayanan jasa industri surabaya
- Uji struktur mikro dilakukan pada laboratorium uji department teknik metalurgi & material fakultas teknik, Universitas Indonesia.

#### • Waktu Penelitian

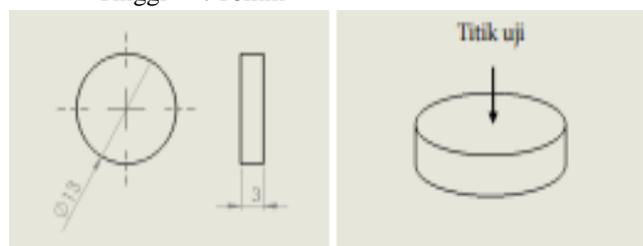
Penelitian dilaksanakan setelah seminar proposal disetujui dan telah dilakukan revisi.

### Variabel Penelitian

- Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi media pendingin air mineral, oli sae 20w-50 dan minyak sayur.
- Variabel terikat  
Penelitian ini menggunakan variabel terikat sifat mekanik baja AISI 1045 meliputi nilai kekerasan dengan uji kekerasan *rockwell C*, ketangguhan baja menggunakan uji *impact charpy* dan uji struktur mikro menggunakan alat uji struktur mikro
- Variabel kontrol  
Variabel kontrol pada penelitian ini adalah spesimen baja AISI 1045 dengan temperatur pemanasan 900°C dan waktu tahan selama 60 menit.

### Spesimen Penelitian

- Spesimen uji kekerasan  
Spesime uji kekerasan menggunakan baja aisi 1045 dengan dimensi sebagai berikut :
  - Diameter : 30mm
  - Jari-jari : 15mm
  - Tinggi : 10mm

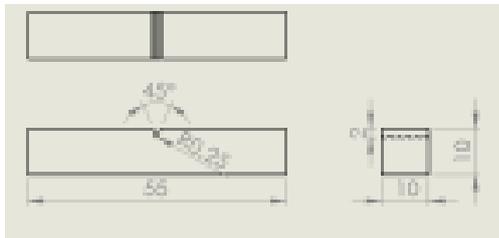


Gambar 1. Spesimen uji kekerasan

- Spesimen uji *Impact*

Spesimen uji *impact* menggunakan baja aisi 1045 dengan dimensi sebagai berikut :

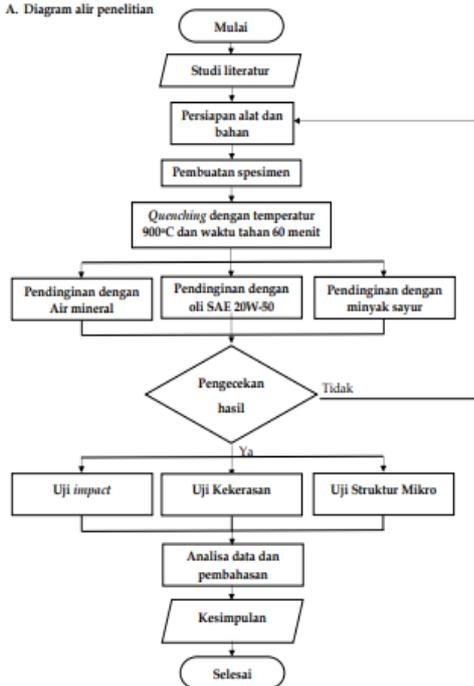
- Panjang : 55mm
- Lebar : 10mm
- Tinggi : 10mm
- Sudut takik: 45°



Gambar 2. Spesimen uji *impact*

**Diagram alir penelitian**

A. Diagram alir penelitian



Gambar 3. Diagram alir penelitian

**Teknik Analisa Data**

Analisa data dilakukan dengan cara menelaah data dari pengujian kekerasan rockwell C dan pengujian impact berupa nilai, kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Selanjutnya dilakukan pengujian statistik menggunakan Anova (*Analysis of Varians*) satu arah menggunakan aplikasi SPSS.

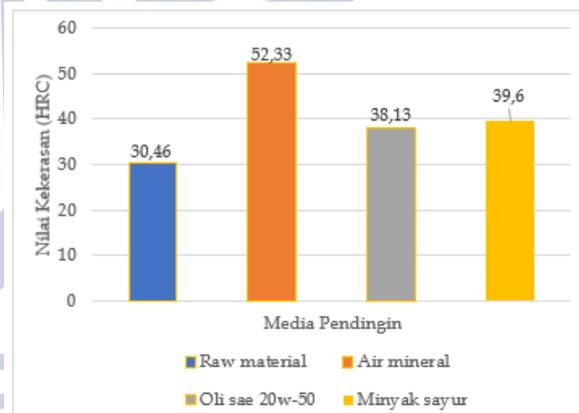
**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**PEMBAHASAN**

- Uji Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan pada permukaan spesimen uji sebanyak 3 titik per spesimen. Kemudian dimasukkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekerasan

Media pendingin	Kode Spesimen	Uji Kekerasan (HRC)
Raw material	KA1	31,1
	KA2	30,4
	KA3	29,9
Rata-rata		30,46
Air mineral	KB1	50,5
	KB2	53,6
	KB3	52,9
Rata-rata		52,33
Oli SAE 20w-50	KC1	40,2
	KC2	38,9
	KC3	38,4
Rata-rata		39,5
Minyak Sayur	KD1	37,8
	KD2	38,0
	KD3	38,6
Rata-rata		38,13



Gambar 4. Grafik uji kekerasan rockwell C

Hasil *heat treatment* dengan pemanasan pada suhu 900°C dan waktu tahan selama 60 menit menggunakan media pendingin air mineral, oli sae 20w-50, dan minyak sayur, didapatkan rata-rata nilai kekerasan sebesar 30,46 HRC pada *raw material*, pada air mineral sebesar 52,33 HRC, pada oli sae 20w-50 sebesar 38,13 HRC, sedangkan pada minyak sayur sebesar 39,6 HRC.

- Uji *Impact*

Pada penelitian ini baja AISI 1045 dilakukan pengujian *impact* dengan metode *charpy*. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pada masing-masing spesimen. Berikut rumus perhitungan uji *impact* :

$$K = \frac{W}{A_0} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

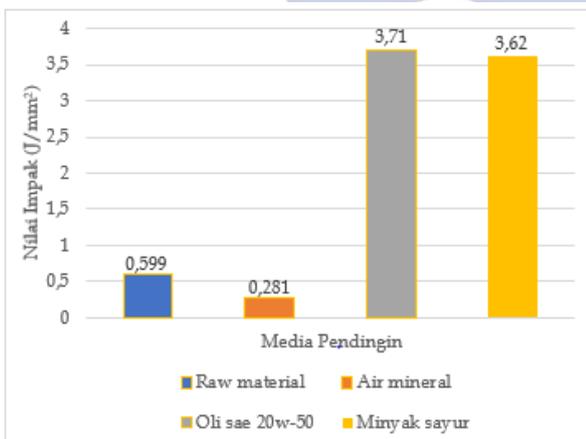
K = Nilai impak (J/mm<sup>2</sup>)

W = Usaha yang digunakan untuk mematahkan benda uji (J)

A<sub>0</sub> = Luas penampang di bawah takikan (mm<sup>2</sup>)

Tabel 2. Hasil Pengujian *impact charpy*

Media pendingin	Kode Spesimen	Uji Kekerasan (HRC)
Raw material	IA1	0,604
	IA2	0,592
	IA3	0,602
Rata-rata		0,599
Air mineral	IB1	0,282
	IB2	0,272
	IB3	0,288
Rata-rata		0,281
Oli SAE 20w-50	IC1	3,78
	IC2	3,73
	IC3	3,63
Rata-rata		3,71
Minyak Sayur	ID1	3,54
	ID2	3,63
	ID3	3,69
Rata-rata		3,62

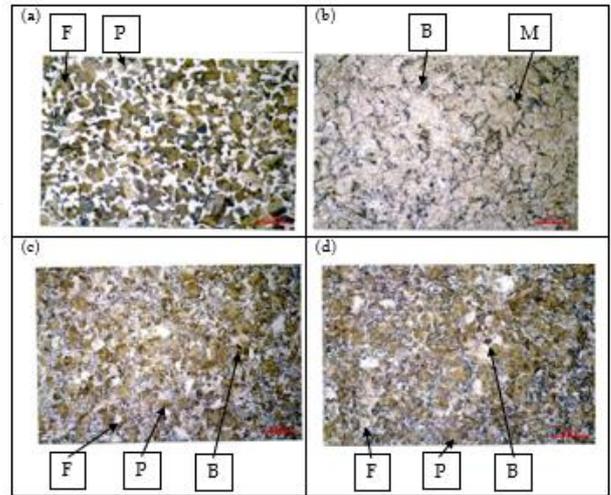


Gambar 5. Grafik uji *impact charpy*

Baja AISI 1045 yang telah dilakukan proses *heat treatment* dengan pemanasan sebesar 900°C dan waktu tahan sebesar 60 menit, kemudian dilakukan *quenching* dengan variasi media pendingin, didapatkan nilai rata-rata *impact* sebesar 0,599 J/mm<sup>2</sup> pada *raw material*, kemudian sebesar 0,281 J/mm<sup>2</sup> pada air mineral, sedangkan pada oli sae 20w-50 sebesar 3,71 J/mm<sup>2</sup> dan pada minyak sayur diadaptkan sebesar 3,62 J/mm<sup>2</sup>.

• Uji Struktur Mikro

Dari hasil uji struktur mikro yang telah dilakukan pada baja AISI 1045 tanpa *treatment* dan spesimen yang telah dilakukan proses *quenching* dengan suhu pemanasan sebesar 900°C dengan waktu tahan 60 menit dan variasi media pendingin air mineral, oli sae 20w-50 dan minyak sayur, adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Struktur mikro baja AISI 1045 dengan perbesaran 500x dan etsa nital 3% (a) raw material (b) *quenching* air mineral, (c) *quenching* oli sae 20w-50, dan (d) *quenching* minyak sayur.

Pada pengujian struktur mikro pada baja AISI 1045 sebelum diberikan *heat treatment* dan *quenching* atau raw material, didapatkan bahwa fase yang terbentuk yaitu fase pearlite dan ferrite, seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.. fase pearlite ditunjukkan dengan daerah yang gelap, fase ferrite ditunjukkan dengan daerah yang cerah. Struktur mikro pada baja AISI 1045 setelah dilakukan *heat treatment* dan *quenching* dapat dilihat pada gambar 6. Pada gambar b memiliki fase martensite yang berwarna gelap dengan bentuk seperti goresan atau garis dan fase bainit dengan bentuk seperti poligon dengan warna yang gelap. Pada gambar c dan d memiliki struktur akhir yang hampir sama yaitu memiliki struktur mikro dengan fase ferrite, pearlite dan bainit. Fase ferrite memiliki warna yang cerah, fase pearlite memiliki warna gelap, dan fase bainite memiliki bentuk seperti poligon dengan warna yang gelap.

PEMBAHASAN

- Pengaruh variasi media pendingin air mineral, oli sae 20w-50, dan minyak sayur pada proses *quenching* terhadap nilai kekerasan

Pada pengujian kekerasan yang telah dilakukan didapatkan nilai rata-rata kekerasan pada raw material sebesar 30,46 HRC, kemudian baja AISI 1045

diberikan proses quenching dengan suhu pemanasan sebesar 900°C dan waktu tahan selama 60 menit dengan variasi media pendingin. Setelah baja AISI 1045 diberikan perlakuan panas dan quenching diperoleh nilai kekerasan meningkat pada tiap spesimen dibanding dengan spesimen tanpa perlakuan sebelumnya. Dimana nilai kekerasan tertinggi didapatkan dengan media pendingin air mineral dengan rata-rata nilai kekerasan 52,33 HRC, dapat dilihat bahwa spesimen menggunakan media pendingin air mineral memiliki nilai kekerasana yang lebih tinggi dibandingkan dengan media pendingin minyak sayur sebesar 39,5 HRC dan oli sae 20w-50 sebesar 38,13. Hal ini disebabkan air mineral memiliki cooling rate yang cepat. Cooling rate yang cepat akan mengurangi kemungkinan terbentuknya selimut uap disekitar material yang menyebabkan kekerasan naik (Amalia, 2018).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Prayogi, A., & Suhardiman, S. (2019), berjudul “Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Perlakuan Panas Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah”. Tingkat kekerasan cukup tinggi disebabkan pendinginan cepat akan mengubah *ferrit* yang bertransformasi menjadi *austenite* pada pemanasan akan berubah menjadi *martensite*, sehingga daerah *ferrit* akan memudar dan menyebabkan nilai kekerasan meningkat.

• **Pengaruh variasi media pendingin air mineral, oli sae 20w-50, dan minyak sayur pada proses quenching terhadap nilai ketangguhan**

Dari uji impact didapatkan hasil berupa nilai impact yang dihasilkan pada media pendingin air mineral mengalami penurunan, dibandingkan dengan media pendingin oli sae 20w-50 dan minyak sayur yang mengalami peningkatan nilai impact. Hal ini dapat diketahui dengan melihat struktur mikro yang terbentuk lihat gambar 4.6 pada media pendingin oli sae 20w-50 struktur mikronya terlihat perlit dan bainit yang memiliki sifat keras tapi tidak getas, juga terdapat fasa *feerit* yang memiliki keuletan tinggi. Menunjukkan nilai impact sebesar 3,71 J/mm<sup>2</sup>. Pada media pendingin minyak sayur tidak jauh berbeda dengan media pendingin oli sae 20w-50 yaitu memiliki struktur mikro yang terdiri dari ferrit, perlit dan bainit, dimana nilai impact pada media pendingin minyak sayur sebesar 3,62 J/mm<sup>2</sup> mengalami kenaikan dari yang semula (raw material) memiliki nilai impact sebesar 0,599 J/mm<sup>2</sup>.

Dari hasil pengujian kekerasan dan ketangguhan pada penelitian ini didapatkan baja AISI 1045 yang akan diaplikasikan pada poros roda sepeda motor yang

baik menggunakan media pendingin oli sae 20w-50 hal ini dapat dilihat pada tabel 4.1 nilai kekerasan mengalami peningkatan, namun pada tabel 4.2 menghasilkan nilai impact yang paling baik.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Berdasar hasil pengujian yang telah dilakukan mengenai pengaruh variasi media pendingin air mineral, oli sae 20w-50 dan minyak sayur terhadap kekerasan dan ketangguhan baja AISI 1045 serta analisa statistik, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Variasi media pendingin berpengaruh pada nilai kekerasan, diperoleh kekerasan optimal menggunakan media pendingin air mineral dengan nilai kekerasan rata-rata sebesar 52,33 HRC, laju pendingin yang dimiliki sebesar 150°C/s yang tertinggi dibandingkan dengan laju pendingin media pendingin oli sae 20w-50 dan minyak sayur.
- Media pendingin dapat mempengaruhi nilai ketangguhan baja, dengan menggunakan uji *impact charpy* didapatkan nilai optimal menggunakan media pendingin oli sae 20w-50 rata-rata sebesar 3,114 J/mm<sup>2</sup>, dengan laju pendinginan sebesar 34, 58°C/s. Dan nilai terendah menggunakan media pendingin air mineral sebesar 0,281 J/mm<sup>2</sup>.
- Terdapat perubahan yang signifikan pada nilai kekerasan dan ketangguhan bahan menggunakan proses *quenching* dengan variasi media pendingin air mineral, oli sae 20w-50, dan minyak sayur, hal ini dapat dilihat pada hasil uji statistik anova *one way* menggunakan SPSS pada nilai kekerasan dan nilai impact sama-sama menghasilkan nilai sig. <0,05 sehingga hipotesis H<sub>0</sub> diterima dengan terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai kekerasan dan ketangguhan setelah dilakukan proses *quenching*.

**Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut merupakan saran yang diberikan oleh penulis yang bisa digunakan untuk penelitian yang selanjutnya:

- Perlu dilakukan studi eksperimental lebih lanjut dengan menambah variasi temprature pemanasan dan holding time untuk mengetahui nilai kekerasan dan ketangguhan baja AISI 1045 yang lebih lebih optimal.
- Perlu dilakukan pengujian struktur mikro lebih lanjut agar didapatkan prosentase kandungan fasa agar informasi struktur mikro lebih detail.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Amalia, A. N. 2018. *Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Hardening Dengan Variasi Temperatur Pemanasan, Waktu Tahan, Dan Media Pendingin Pada Peningkatan Kekerasan Baja AISI 1045 Pada Komponen Axle Shaft*. Tugas Akhir. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ginting, E., Endarmoko, & Marjunus, R. 2020. *Pengaruh Variasi Waktu Tahan pada Austenisasi dengan Pendinginan Cepat terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Baja AISI 1045*. *Jurnal Fisika Indonesia*, 24(1), 47.
- Pramono, A. 2011. *Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1), 32-38.
- Prayogi, A., & Suhardiman, S. 2019. *Analisa pengaruh variasi media pendingin pada perlakuan panas terhadap kekerasan dan struktur mikro baja karbon rendah*. *Jurnal Polimesin*, 17(2), 29-37.
- Rachman, M. R. A., & Sakti, A. M. 2020. *Analisa Perbedaan Kekerasan dan Kekuatan Tarik Baja S45C dengan Perlakuan Quenching dan Tempering*. *Jurnal Teknik Mesin*, 08(02), 89-94.
- Syahril, M. 2013. *Analisa Kegagalan Poros Roda Belakang Kendaraan*. *Majalah Metalurgi*, 28(2), 139-148.

