

## ANALISIS PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PROSES QUENCHING TERHADAP NILAI KEKERASAN MATERIAL BAJA S45C

Andrian Firmansyah

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [andrianzzz160@gmail.com](mailto:andrianzzz160@gmail.com)

### Abstrak

Teknologi yang terus berkembang berdampak pada banyak aspek, salah satunya material. Salah satu jenis material salah satunya baja, sering digunakan dalam bidang industri untuk pembuatan komponen mesin, proses produksi, dan peralatan produksi. Diperlukan material dengan kualitas yang baik, yaitu ditinjau dari karakteristik material tersebut. Pengujian *hardening* dapat dilakukan untuk mendapatkan kekerasan dan ketahanan aus dari material tersebut yang dilakukan dengan proses *quenching* untuk mendapat karakteristik yang baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan baja S45C. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan metode hipotesis asosiasi. Material baja S45C dengan ukuran 20x20 mm dibakar pada suhu 850°C, kemudian dilakukan proses *quenching* menggunakan media pendingin air, oli SAE 40, dan udara dengan waktu 15-20 menit. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian kekerasan *rockwell* dengan beban sebesar 150kgf dengan waktu pembebanan 10 detik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil pengujian kekerasan didapatkan bahwa pada variasi raw material memiliki nilai rata-rata 13,00 HRC, variasi media air memiliki nilai rata-rata 64,57 HRC, variasi media oli SAE 40 memiliki nilai rata-rata 23,25 HRC, dan variasi media udara memiliki nilai rata-rata 4,00 HRC. Material dengan media pendingin air memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan media pendingin lainnya.

**Kata kunci:** proses *quenching*, uji kekerasan, baja S45C.

### Abstract

*Technology that continues to develop has an impact on many aspects, one of which is material. One type of material, steel, is often used in the industrial sector to manufacture machine components, production processes and production equipment. Material of good quality is required, namely in terms of the characteristics of the material. Hardening testing can be carried out to obtain the hardness and wear resistance of the material which is carried out using a quenching process to obtain good characteristics. The aim of this research is to analyze the effect of variations in cooling media on the hardness of S45C steel. This research is experimental research using the associative hypothesis method. S45C steel material measuring 20x20 mm is burned at a temperature of 850°C, then a quenching process is carried out using the cooling media of water, SAE 40 oil and air for 15-20 minutes. Then proceed with rockwell hardness testing with a load of 150kgf with a loading time of 10 seconds. The results of this research show that the hardness test results show that the raw material variation has an average value of 13.00 HRC, the water media variation has an average value of 64.57 HRC, the SAE 40 oil media variation has an average value of 23.25 HRC, and variations in air media have an average value of 4.00 HRC. Materials with water cooling media have a higher hardness value compared to other cooling media.*

**Key word:** *quenching process, hardness test, S45C steel.*

### PENDAHULUAN

Teknologi yang terus berkembang berdampak pada banyak aspek, salah satunya material. Berbagai macam material dengan keunggulannya sangat berpengaruh pada pembuatan suatu teknologi. Material yang digunakan harus memiliki kualitas yang baik. Untuk kelayakan suatu material agar dapat digunakan dengan baik, perlu dilakukan beberapa pengujian. Baja adalah salah satu material yang sering digunakan. Baja merupakan logam yang paling banyak digunakan dalam bidang Industri (Amanto & Daryanto, 2006).

Pada bidang industri secara umum sering menggunakan material baja dalam pembuatan komponen mesin, proses produksi, dan peralatan produksi. Baja mempunyai

ketahanan aus dan gesekan yang kurang baik, oleh karena itu perlu adanya perlakuan khusus untuk meningkatkan sifat-sifat mekanik permukaan material terutama yang berkaitan dengan ketahanan aus dan gesekan yaitu kekerasan permukaan material (Arlingga, dkk, 2021).

Perancang pada industri otomotif juga telah berupaya meningkatkan kualitas rancangan dengan mengoptimasi disain material. Meskipun demikian, kegagalan atau kerusakan suatu produk masih sering terjadi yang disebabkan oleh insiden dan bukan insiden. Kegagalan karena insiden umumnya terjadi karena beban yang melebihi kekuatan komponen atau struktur, misalnya beban kejut (*shock*) karena benturan, beban berlebih (*over load*), dan lain sebagainya. Sedangkan kegagalan yang bukan insiden disebabkan karena umur operasi yang telah

melampaui batas waktu. Memperbaiki sifat logam agar tahan terhadap keausan dapat dilakukan dengan meningkatkan kekerasan dari logam tersebut (Prabowo dan Sunyoto, 2020).

Pengujian *hardening* dapat dilakukan untuk mendapatkan kekerasan dan ketahanan aus dari material tersebut yang dilakukan dengan proses *quenching* untuk mendapat karakteristik yang baik. Dari proses *quenching* tersebut spesimen sering sekali mengalami *cracking*, distorsi, dan ketidakseragaman kekerasan yang diakibatkan oleh tidak seragamnya temperatur larutan pendingin. Pada proses *quenching* terjadi perpindahan panas dari spesimen baja kelarutan pendingin yang ditandai dengan terjadinya pembentukan gelembung-gelembung udara yang kemudian berlanjut dengan terbentuknya selubung udara pada permukaan spesimen tersebut. Adanya selubung udara ini dapat membuat laju pendinginan menjadi lebih kecil dari pada laju pendinginan kritis. (Totten, 1993).

Penelitian Arlingga, dkk (2021) tentang Analisis Pengaruh Media Pendingin terhadap Kekerasan Baja S45C pada proses Hardening-Tempering. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh hardening 930°C dengan media pendingin cepat air kelapa, air garam dapur, air mineral, air radiator coolant dan air dromus terdapat nilai kekerasan yang paling optimum terdapat pada media pendingin air kelapa dengan tingkat kekerasan 53,5 HRC. Sedangkan pada pengaruh tempering terhadap nilai kekerasan hasil paling tinggi pada suhu 200°C yaitu 50,7 HRC.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan baja S45C.

## METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

#### • Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai setelah seminar proposal sampai data dan analisa pengujian yang diperlukan terpenuhi.

#### • Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Perlakuan Bahan Politeknik Negeri Malang.

### Variabel Penelitian

Pada eksperimen penelitian ini menggunakan tiga variabel, antara lain:

#### • Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian adalah variasi media pendingin yaitu air, udara, dan oli SAE40.

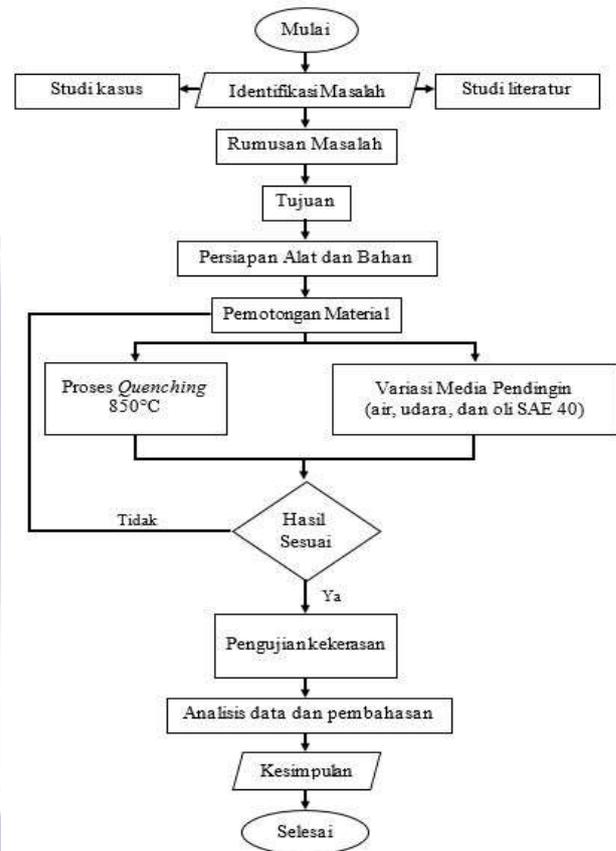
#### • Variabel Terikat

Variabel terikat penelitian ini yaitu nilai kekerasan pada baja S45C.

#### • Variabel Kontrol

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah material yang digunakan baja S45C, temperatur proses *quenching* 850°C, dan oli yang digunakan adalah oli SAE 40.

### Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

### Objek dan Peralatan Penelitian

#### • Objek Penelitian

Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah material baja S45C yang dilakukan proses *quenching* dengan suhu 850°C.

#### • Peralatan Penelitian

- Tungku Pemanas
- Gerinda
- Ragum
- Jangka Sorong
- Mesin Uji Kekerasan

### Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

#### • Persiapan Bahan Uji

Persiapan bahan uji adalah dengan melakukan pengukuran dimensi baja S45C dari bentuk plat ke bentuk yang sesuai. Dengan cara dilakukan

pemotongan dengan menggunakan gerinda potong sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan, yaitu diameter 20 mm dan tebal 20 mm.

• **Proses *Quenching***

Proses *quenching* yang dilakukan pada baja S45C dengan beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

- Baja S45C dimasukan kedalam tungku pemanas untuk dipanaskan ke temperatur sebesar 850°C.
- Kemudian bahan uji dilakukan pendinginan ke temperatur ruang dengan cara mencelupkan pada media *quench* (udara, air, dan oli SAE 40) bertemperatur rendah dengan waktu 15-20 menit.
- Bahan uji kemudian dikeringkan dan dilakukan pengamplasan untuk membersihkannya.

• **Pengujian Kekerasan *Rockwell***

- Mempersiapkan spesimen baja S45C yang telah dihaluskan terlebih dahulu.
- Mengatur beban pada alat uji kekerasan rockwell sebesar 150kgf.
- Memasang indentor yang berbentuk seperti bola dengan pembacaan beban pada dial merah.
- Meletakkan spesimen atau benda uji pada meja uji.
- Menempelkan indentor pada benda uji dengan cara memutar tuas pada bagian bawah meja uji.
- Setelah indentor menempel berikan beban minor dengan cara memutar tuas hingga skala minor menunjukkan angka 3.
- Menarik tuas beban dan tahan selama 10 detik kemudian tarik kembali tuas beban.
- Setelah itu membaca nilai kekerasan pada dial merah pada alat uji.
- Menurunkan meja uji agar indentor tidak menempel pada benda uji dengan memutar tuas pada meja uji.
- Lakukan langkah tersebut pada 2 titik berbeda untuk mendapatkan nilai kekerasan.

**Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah dengan mengukur dan mengumpulkan data dari hasil pengujian, kemudian dicatat ke dalam tabel penelitian.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Penelitian**

Pengujian kekerasan baja S45C dengan proses *quenching* dan variasi media pendingin dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Pengujian kekerasan dilakukan setelah spesimen melalui proses *quenching* kemudian didinginkan dengan tiga media pendingin yaitu air, udara, dan oli SAE 40.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Kekerasan pada Titik Pertama (Tengah)

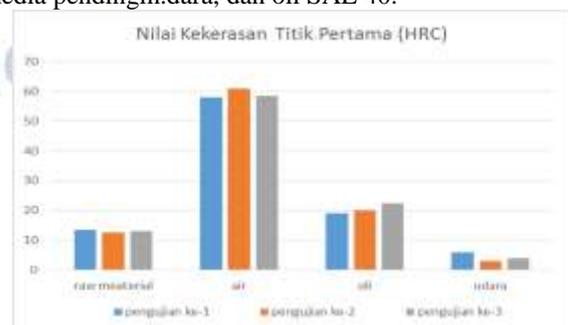
Media pendingin	Bahan uji	Nilai kekerasan <i>rockwell</i> (HRC)			Rata-rata (HRC)	Rata-rata keseluruhan (HRC)
		1	2	3		
Raw material	A	13,35	13,65	13,50	13,50	13,00
	B	12,70	12,55	12,25	12,50	
	C	12,80	12,95	13,25	13,00	
Air	A	58,40	57,65	57,95	58,00	59,17
	B	60,15	61,30	61,55	61,00	
	C	57,95	58,90	58,65	58,50	
Oli SAE 40	A	19,35	18,75	18,90	19,00	20,5
	B	19,75	20,45	19,80	20,00	
	C	22,75	21,85	22,90	22,50	
Udara	A	5,40	6,60	6,00	6,00	4,33
	B	2,75	3,70	2,55	3,00	
	C	4,30	4,15	3,55	4,00	

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Kekerasan pada Titik Kedua (Samping)

Media pendingin	Bahan uji	Nilai kekerasan <i>rockwell</i> (HRC)			Rata-rata (HRC)	Rata-rata keseluruhan (HRC)
		1	2	3		
Raw material	A	12,90	13,95	12,90	13,25	13,00
	B	12,55	11,95	12,70	12,40	
	C	12,95	13,75	13,35	13,35	
Air	A	56,50	55,60	55,90	56,00	57,17
	B	59,95	59,65	68,90	59,50	
	C	56,40	56,15	55,45	56,00	
Oli SAE 40	A	27,00	25,80	26,50	26,50	26,00
	B	27,05	26,10	27,85	27,00	
	C	25,15	24,2	24,15	24,50	
Udara	A	3,95	3,55	4,50	4,00	3,67
	B	2,85	3,15	3,00	3,00	
	C	3,8	4,6	3,60	4,00	

**Pembahasan**

Pengujian kekerasan baja S45C dengan proses *quenching* dan variasi media pendingin dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Pengujian kekerasan dilakukan setelah spesimen melalui proses *quenching* kemudian didinginkan dengan tiga media pendingin yaitu air, oli SAE 40, dan udara. Dari nilai kekerasan pada titik pertama yang didapatkan, maka dibuatlah grafik perbandingan nilai kekerasan rata-rata dari tiga variasi media pendingin, udara, dan oli SAE 40.



**Gambar 2.** Grafik Uji Kekerasan Titik Pertama (tengah)

Dari nilai kekerasan pada titik kedua yang didapatkan, maka dibuatlah grafik perbandingan nilai kekerasan rata-rata dari tiga variasi media pendingin.



**Gambar 3.** Grafik Uji Kekerasan Titik Kedua (Samping)

**Tabel 3.** Rata-rata Nilai Kekerasan

Media pendingin	Titik pertama (tengah) (HRC)	Titik kedua (samping) (HRC)	Rata-rata nilai kekerasan (HRC)
Raw material	13,00	13,00	13,00
Air	59,17	57,17	64,57
Oli SAE 40	20,50	26,00	23,25
udara	4,33	3,67	4,00

Dari pengujian kekerasan didapatkan bahwa pada variasi raw material memiliki nilai rata-rata 13,00 HRC, variasi media air memiliki nilai rata-rata 64,57 HRC, variasi media oli SAE 40 memiliki nilai rata-rata 23,25 HRC, dan variasi media udara memiliki nilai rata-rata 4,00 HRC.



**Gambar 4.** Grafik Rata-rata Nilai Kekerasan

Berdasarkan hasil kekerasan yang diperoleh, variasi media pendingin memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekerasan. Spesimen yang menggunakan media pendingin air memiliki nilai kekerasan paling tinggi karena dengan menggunakan media air dapat mempercepat turunnya temperatur pada spesimen dan mengakibatkan spesimen semakin keras. Dimana perubahan pada suhu air berlangsung lambat, oleh karena itu sifat air yakni sebagai penyimpan panas yang sangat baik. Sifat ini memungkinkan air tidak menjadi panas atau dingin dalam seketika. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa variasi media pendingin mempengaruhi nilai kekerasan spesimen.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pengaruh variasi media pendingin pada proses quenching terhadap

nilai kekerasan material baja S45C, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

Hasil pengujian kekerasan didapatkan bahwa pada variasi raw material memiliki nilai rata-rata 13,00 HRC, variasi media air memiliki nilai rata-rata 64,57 HRC, variasi media oli SAE 40 memiliki nilai rata-rata 23,25 HRC, dan variasi media udara memiliki nilai rata-rata 4,00 HRC. Material dengan media pendingin air memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan media pendingin lainnya. Berdasarkan hasil kekerasan yang diperoleh, variasi media pendingin memiliki pengaruh terhadap nilai kekerasan. Spesimen yang menggunakan media pendingin air memiliki nilai kekerasan paling tinggi karena dengan menggunakan media air dapat mempercepat turunnya temperatur pada spesimen dan mengakibatkan spesimen semakin keras. Dimana perubahan pada suhu air berlangsung lambat, oleh karena itu sifat air yakni sebagai penyimpan panas yang sangat baik. Sifat ini memungkinkan air tidak menjadi panas atau dingin dalam seketika. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa variasi media pendingin mempengaruhi nilai kekerasan spesimen.

### Saran

- Pada saat pengujian kekerasan pastikan permukaan yang akan diuji telah rata agar memudahkan saat proses pengujian.
- Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi media pendingin yaitu air, oli, dan udara. Pada penelitian selanjutnya perlu ditambahkan parameter-parameter lainnya seperti variasi temperatur dan pengujian lainnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, H. dan Daryanto. 2006. Ilmu Bahan. PT Bumi Aksara. Jakarta.
- Arlingga, Alfian Siswara, Somawardi, dan Sugianto. 2021. "Analisis Pengaruh Media pendingin terhadap Kekerasan Baja S45C pada Proses Hardening- Tempering", Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, SJoME Vol.3 No. 1.
- Pramono, Agus, "Karakteristik Struktur Mikro Hasil Proses Hardening Baja AISI 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprocket Rantai", Teknik: Jurnal Sains Dan Teknologi, 7(2), 115-124, 2011.
- Totten, GE, Bates, CE, Clinton, NA. 1997. Handbook of Quenching and Quenching Technology. ASM International, USA.