

## Pengaruh Quenching Baja St 60 dengan Media Hot Oil Terhadap Nilai Kekerasan

Basori<sup>1</sup>, Ali Akbar<sup>2</sup>, Yasinta Sindy Pramesti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: <sup>1</sup>[basori251296@gmail.com](mailto:basori251296@gmail.com)

**Abstrak** – Baja ST 60 tergolong baja karbon sedang, yang mempunyai kandungan karbon 0,564%. Pada baja ST 60 ini terkandung mangan 0,697%, baja ST 60 merupakan baja dengan kekuatan tarik hingga 60 kg/mm<sup>2</sup>. Efek dari pemakaian, mengakibatkan struktur logam terengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek yang mengakibatkan deformasi atau perubahan bentuk. Permasalahan penelitian ini adalah bagaimana menjaga agar logam dapat leih tahan terhadap gesekan atau tekanan. Maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh heat treatment dengan suhu 750<sup>0</sup> C dan quenching dengan media hot oil suhu ±85<sup>0</sup> C terhadap nilai kekerasan baja. Proses treatment baja dibutuhkan untuk meningkatkan nilai kekerasan baja. Oleh karena itu proses treatment sangat dibutuhkan dalam industri logam. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental (Experimental Research) dengan variabel bebasnya adalah quenching menggunakan media hot oil dengan suhu ±85<sup>0</sup> C. Metode ini dilaksanakan dengan pengujian untuk mengetahui treatment ini dalam meningkatkan nilai kekerasan pada baja ST 60. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh heat treatment dan quenching dapat meningkatkan nilai kekerasan yang signifikan terhadap nilai kekerasan baja ST 60 dari sebelum di treatment memiliki rata – rata nilai kekerasan 36.3625 HRC setelah ditreatment meningkat menjadi 65.9825 HRC.

**Kata Kunci** — tuliskan 3 sampai 5 kata menurut urutan alfabet dan dipisahkan dengan tanda koma

### 1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi yang sangat pesat, logam menjadi salah satu sebagai bahan utama operasional atau sebagai bahan baku produksi industri. Baja karbon sering digunakan untuk membuat alat-alat perkakas, alat - alat pertanian, komponen - komponen otomotif dan kebutuhan rumah tangga. Pemakaian dapat menyebabkan struktur logam akan terkena gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Usaha agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan dengan cara *heat treatment* pada baja [1]. Proses perlakuan panas meliputi pemanasan dengan suhu tertentu, dipertahankan pada waktu tertentu dan didinginkan dengan media tertentu. Perlakuan panas bertujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan butir kristal, dan meningkatkan kekerasan, tegangan tarik logam dan sejenisnya. Tujuan tersebut dapat tercapai jika memperhatikan faktor yang mempengaruhinya, meliputi suhu pemanasan dan media pendingin yang digunakan [2].

Pada penelitian ini baja yang digunakan adalah baja ST 60, baja ini tergolong baja karbon sedang, yang mempunyai kandungan karbon 0,564%. Pada baja ST 60 mengandung mangan 0,697% yang mempunyai karakteristik keras dan tahan aus. Baja ST 60 sangat cocok digunakan untuk membuat rangka jembatan, poros, roda gigi serta peralatan permesinan. Baja ST 60 dalam bentuk plat seringkali harus mengalami proses pengerolan setelah dilas untuk menyesuaikan bentuk konstruksi dan desain. Pengkodean baja ST 60 berasal dari standarisasi Jerman atau biasa dikenal dengan DIN (*Deutsches*

*Institut for Normung*). ST merupakan singkatan dari steel (baja) dan angka dibelakang ST merupakan kode yang menunjukkan besar kekuatan tarik maksimumnya. Dari pernyataan tersebut baja ST 60 merupakan baja yang memiliki nilai kekuatan tarik sampai 60 kg/mm<sup>2</sup> [3].

Perlakuan panas atau *heat treatment* diartikan sebagai perpaduan proses pemanasan, penahanan temperatur dan pendinginan. Perlakuan panas terdiri atas dua kategori yaitu pelunakan (*softening*) dan pengerasan (*hardening*). Pelunakan adalah usaha menurunkan sifat mekanik dengan proses pendinginan material yang sudah dipanaskan dalam tungku (*annealing*) atau udara terbuka (*normalizing*) sedangkan pengerasan adalah usaha dalam memberi peningkatan sifat material terutama kekerasan dengan cara pendinginan secara cepat (*quenching*) [4].

*Quenching* adalah proses pengerjaan logam dengan cara pendinginan cepat. Sehingga melalui quenching dapat mencegah adanya proses yang dapat terjadi pada pendinginan lambat seperti pertumbuhan butir. Secara umum, quenching dapat menurunkan ukuran butir dan dapat memberi peningkatan nilai kekerasan pada suatu paduan logam. Laju quenching tergantung pada beberapa faktor yaitu medium, panas spesifik, panas pada penguapan, konduktivitas termal medium, viskositas, dan agritasi (aliran media pendingin). Kecepatan pendinginan dengan air lebih besar daripada pendinginan dengan oli, sedangkan pendingin dengan udara mempunyai kecepatan yang paling kecil. Pada umumnya baja yang telah dilakukan proses quenching mempunyai kekerasan yang tinggi serta dapat mencapai kekerasan yang maksimum tetapi agak rapuh [5].

Penelitian ini menggunakan media pendingin oli SAE 50 dengan kondisi suhu oli ±85<sup>0</sup> C, Pelumas

adalah minyak yang memiliki sifat untuk selalu melekat dan menyebar pada permukaan-permukaan yang bergesekan, sehingga mengurangi resiko keausan dan kenaikan suhu. Oli mengandung lapisan-lapisan halus untuk menangkai terjadinya benturan antar logam agar seminimal mungkin, meminimalisir goresan atau keausan. Pada sebuah mesin yang beroperasi akan mengalami kenaikan suhu pada semua komponennya, oli adalah media pendingin sekaligus pelumas yang mengakibatkan tahan lama atau awetnya sebuah komponen mesin, faktor inilah sebagai penyebab tertariknya peneliti untuk melakukan penelitian menggunakan media quenching oli pada temperatur  $750^{\circ}\text{C}$  pada heat treatment baja ST 60.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang meneliti tentang (pengaruh quenching terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro rocker arm) proses heat treatment dengan suhu  $820^{\circ}\text{C}$  variasi holding time dengan waktu penahanan 10 menit, 20 menit, 30 menit, lalu quenching menggunakan media pendingin oli SAE 20 dan SAE 40. Hasil uji kekerasan dengan beban 1471.5 N, didapatkan nilai kekerasan rocker arm tanpa perlakuan sebesar 61,10 HRC, nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada material rocker arm setelah di heat treatment pada suhu  $820^{\circ}\text{C}$  Cholding time 10 menit dengan media quenching oli SAE 40 sebesar 65,89 HRC [6].

Menurut Setyo yang meneliti tentang (pengaruh viskositas oli terhadap kekerasan dan struktur mikro baja ST 60) Proses pemanasan quenching mencapai temperatur austenit  $750^{\circ}\text{C}$ , sedang proses quenching dilakukan dengan menggunakan media pendingin oli SAE10; SAE 40; dan SAE 80. Hasil uji kekerasan permukaan material meningkat dengan semakin bertambahnya tingkat kekentalan media pendingin. Secara berurutan besar kekerasan permukaan pada keenceran oli SAE 10; SAE 40; dan SAE 8 diperoleh 175 VHN 0,015; 179 VHN 0,15; dan 195 VHN 0,015 [7].

Pengujian Sifat Mekanik Baja yang dilakukan adalah pengujian kekerasan, pada penelitian ini uji kekerasan dengan metode rockwel dengan menggunakan alat tipe Universal Hardness Tester. Dari uraian tersebut, peneliti tertarik untuk mengetahui pengaruh pengaruh quenching baja ST 60 dengan media hot oil terhadap nilai kekerasan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan teknik eksperiment untuk menguji hipotesis yang merupakan suatu penelitian untuk mengetahui adakah perubahan atau tidak pada suatu keadaan yang dikontrol dengan ketat maka kita memerlukan perlakuan (treatment) pada kondisi tersebut sehingga penelitian eksperimen mampu dikatakan sebagai metode penelitian yang dapat digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Variabel penelitian adalah kegiatan penilaian sorang yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan

ditarik kesimpulannya [8]. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari:

### 1. Variabel Bebas

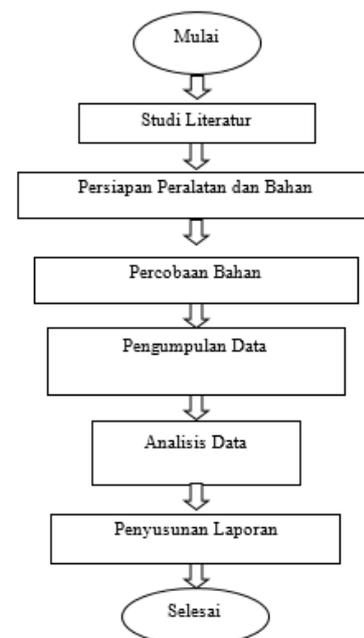
Variabel bebas adalah variabel yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah media quenching yang telah ditentukan yaitu dengan menggunakan oli SAE 50 pada temperatur  $\pm 85^{\circ}\text{C}$ .

### 2. Variabel Terikat

Variabel terikatnya adalah variabel yang akibat adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini yang variabel terikat adalah nilai kekerasan pada baja.

### 3. Variabel kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti". Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah jenis perlakuan panas yaitu menggunakan kontrol suhu pada  $750^{\circ}\text{C}$ .



Gambar. 1 Diagram Alir Penelitian.

Alur penelitian dalam penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir seperti pada Gambar 1.

Diagram alir diatas dapat dijelaskan sepeti berikut;

### 1. Studi Literatur

Kegiatan peneliti dengan mencari sumber-sumber berupa tulisan, media, atau dokumen yang relevan dengan rumusan masalah yang sudah ditetapkan untuk dijadikan rujukan dalam memperkuat argumen yang ada.

### 2. Persiapan alat dan bahan

Dalam sistem kerja treatment baja, suhu kerja mesin treatment diatur dengan penggunaan suhu  $750^{\circ}\text{C}$ . Jika temperatur pengapian kurang maksimal maka proses pemanasan tidak berjalan sesuai keinginan. Alat dan bahan untuk pengujian ini adalah:

1. Alat yang digunakan
  1. *Mesin furnace*  
Furnace adalah alat pemanas untuk melakukan heat treatment
  2. *Timer*  
*Timer* digunakan melakukan holding time pada proses treatment.
  3. Kontainer  
Kontainer (wadah) adalah tempat untuk melakukan *quenching* spesimen yang sudah di heat treatment dan terdapat oli dengan temperatur  $\pm 85^{\circ}\text{C}$
  4. Tang penjepit  
Alat ini digunakan untuk mengambil spesimen setelah di heat treatment dari *furnace*.
  5. Mesin amplas  
Mesin amplas dalam penelitian ini digunakan untuk membersihkan dan meratakan spesimen setelah dilakukannya proses heat treatment dan *quenching* sebelum dilakukannya proses uji kekerasan
  6. Alat uji kekerasan  
Alat yang digunakan untuk pengujian kekerasan dalam penelitian ini adalah alat uji metode rockwell tipe *Universal Hardness Tester* dengan beban 1471 N dan 2.5 mm.

2. Bahan yang digunakan
  1. Media *quenching*  
Media *quenching* dalam proses pendinginan spesimen adalah dengan media oli dengan SAE 50 yang di panaskan dengan suhu  $\pm 85^{\circ}\text{C}$ .
  2. Spesimen uji  
Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja ST 60 berbentuk balok dengan ukuran panjang 10 mm, lebar 10 mm dan tinggi 100 mm.

3. Analisis data  
Analisis data merupakan kegiatan mengolah data agar mendapatkan informasi yang dapat dipahami dan bermanfaat untuk solusi permasalahan yang dihadapi. Teknik analisis data menggunakan teknik deskriptif berdasarkan hasil eksperimen, sedangkan metode analisis dipergunakan pengolahan dengan SPSS. Analisis dilakukan dengan,

- 1) Uji Normalitas  
Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui normalitas distribusi data yang diteliti. Uji normalitas ini menggunakan skewness jika data dikatakan berdistribusi normal jika  $-1 < x < +1$ .
- 2) Uji homogenitas  
Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh homogen atau tidak. Uji homogenitas ini

menggunakan statistik uji Levene dengan mengambil taraf signifikansi 5%. Kriteria pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Jika nilai signifikansi (sig)  $< 0,05$  data berasal dari populasi yang mempunyai varans tidak homogen.
- b. Jika nilai signifikansi (sig)  $\geq 0,05$  data berasal dari populasi yang mempunyai varians homogen.

- 3) Uji -T  
Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji normalitas, uji homogenitas dan uji T (t-test). Uji normalitas bertujuan mengetahui normalitas distribusi data. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui data termasuk homogen atau tidak homogen. Uji T (t-test) digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen [9]. Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

$H_0$  = Tidak terdapat perbedaan nilai kekerasan baja. ST 60 antara sebelum dan sesudah ditreatment.  $H_a$  = Terdapat perbedaan nilai kekerasan baja ST 60 antara sebelum dan sesudah ditreatment.  $H_0$  dinyatakan diterima jika t hitung  $<$  t tabel, sementara jika  $H_a$  diterima jika t hitung  $>$  t tabel.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 merupakan hasil pengambilan data untuk pengujian nilai kekerasan baja ST60 dari sebelum dan sesudah ditreatment dengan metode rockwell tipe *Universal Hardness Tester* dengan beban 1471 N dan 2.5 mm.

Pengambilan data dalam pengujian ini adalah nilai kekerasan dari baja ST 60 dilakukan sebanyak 2 kali pada 12 spesimen yang sama pada kondisi sebelum dan sesudah dilakukannya treatment.

Tabel 1. Pengambilan data nilai kekerasan.

No. Spesimen	Sebelum Pengujian HRC (kgf)	Sesudah Pengujian HRC (kgf)
1	34.9	62
2	31.13	68.33
3	37.48	69.77
4	32.24	68.65
5	38.11	62.53
6	38.12	67.94
7	39.12	68.56
8	40.45	65.31
9	38.71	64.15
10	37.17	64.39
11	33.89	63.71
12	35.03	66.45
Rata-rata	36.3625	65.9825



Gambar 2. Proses perempelasan dan pemolesan baja ST 60.



Gambar 6. Proses perempelasan dan pemolesan setelah dilakukannya proses *heat treatment* dan *quenching*.



Gambar 3. Uji kekerasan sebelum dilakukan *treatment*.



Gambar 7. Pengujian kekerasan pada baja setelah dilakukan proses *treatment* dan pembersihan.



Gambar 4. Baja dilakukan proses *heat treatment*.



Gambar 5. Proses *quenching* pada baja sesudah dilakukan *heat treatment*.

Teknik pengujian nilai kekerasan pada baja menggunakan alat uji kekerasan *Universal Hardness Tester* dari setiap 12 spesimen.

Perempelasan dan pemolesan ini dilakukan sebelum bahan di uji kekerasan dan sebelum dilakukan *heat treatment* dan *quenching*. Proses ini bertujuan saat dilakukan uji kekerasan hasilnya lebih valid

#### 1. Analisa Data

Analisis data merupakan kegiatan mengolah data agar mendapatkan informasi yang dapat dipahami dan berguna untuk solusi permasalahan yang dihadapi. Teknik analisis data menggunakan teknik deskriptif berdasarkan hasil eksperimen, sedangkan metode analisis dipergunakan pengolahan dengan SPSS. Analisis dilakukan dengan,

##### 1. Uji normalitas data

Normalitas data uji kekerasan sebelum baja dilakukan proses *treatment*. Uji normalitas data hasil penelitian menggunakan program SPSS. Dari penghitungan SPSS, diperoleh hasil seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Uji normalitas data.

Descriptive Statistics		
	Skewness	
	Statistic	Std. Error
Sebelum diuji	-0,535	0,637
Sesudah diuji	-0,092	0,637
Valid N (listwise)		

Tabel 3. Uji homogenitas data.

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Hasil Pengujian	Equal variances assumed	.071	.792
	Equal variances not assumed		

Tabel 4. Uji rata rata data.

Tingkat Kekerasan				
Dependent Variable : Hasil Pengujian				
			95% Confidence Interval	
Tingkat kekerasan	Mean	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
Sebelum diuji	36,363	,801	34,702	38,023
Sesudah diuji	65,983	,801	64,332	67,643

## 2. Uji homogenitas data

Hasil uji homogenitas seperti pada tabel 3, dimana  $H_0$  = Data uji kekerasan homogen,  $H_a$  = Data uji kekerasan tidak homogen,  $H_0$  dinyatakan diterima jika  $P\text{-Value} > 0,05$  atau  $T\text{-Test} > T\text{-Tabel}$ . Dari output diatas diperoleh nilai Sig. *Levene's Test for Equality of Variances* adalah  $0,792 > 0,05$  atau  $H_0$  diterima sehingga 2 data diatas bersifat homogenitas.

## 3. Uji T

Uji pengaruh *quenching* baja ST 60 dengan media *hot oil* terhadap nilai kekerasan menggunakan uji *Paired Samples Test* dengan hasil *SPSS* diperoleh t hitung 24,475 sedangkan t tabel untuk df 11 dan taraf signifikansi 0,05 adalah 2,200. Maka bisa disimpulkan t hitung  $>$  t tabel maka  $H_a$  diterima sehingga Terdapat perbedaan nilai kekerasan baja ST 60 antara sebelum dan sesudah *ditreatment*.

## 4. Uji rata – rata

Rata-rata hasil uji kekerasan pada baja ST 60 sebelum treatment adalah 36,363 HRC, sedangkan rata – rata hasil uji kekerasan baja ST 60 sesudah *treatment* adalah 65,983 HRC.

## 2. Pembahasan

Secara deskriptif, bahwa baja ST 60 sesudah *ditreatment* memiliki nilai kekerasan lebih bagus. Dari tabel 5. Uji rata rata diatas melakukan *treatment* baja ST 60 dengan proses *heat treatment* pada suhu  $750^0$  C lanjut proses *quenching* dengan media hot oil dengan suhu  $\pm 85^0$  C mampu meningkatkan nilai kekerasan hingga  $\pm 29,62$  HRC. Dari beberapa penelitian terdahulu nilai kekerasan meningkat karena faktor heat treatment yang membuat perubahan struktur mikro dari baja, selain itu faktor lain adalah sistem *quenching* atau pendinginan secara cepat menggunakan media hot oil sehingga melalui *quenching* dapat mencegah adanya proses yang dapat terjadi pada pendinginan lambat seperti pertumbuhan butir. Secara umum, *quenching* dapat menurunkan ukuran butir dan dapat memberi peningkatan nilai kekerasan pada baja ST 60.

## 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian nilai kekerasan pada baja, maka dapat disimpulkan bahwa adanya pengaruh *quenching* baja ST 60 dengan media *hot oi* terhadap nilai kekerasan dengan hasil uji kekerasan memiliki nilai rata – rata 36,363 HRC setelah dilakukannya heat treatment dan *quenching* meningkat menjadi 65,983 HRC.

## 5. SARAN

Dari penelitian yang dilakukan, peneliti dapat memeberikan saran yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sifat mekanis baja , agar lebih dapat melihat secara detail kekuatannya meliputi uji tarik, uji ketangguhan dan muai panas.
2. Melakukan pengujian mekanik yang lain seperti struktur mikro dan SEM, untuk mengetahui pengaruh heat treatment dan media pendingin terhadap nilai kekerasan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Sc, M. Carbon, and S. C. Dengan, "ANALISA PENGARUH HEAT TREATMENT TERHADAP KEKERASAN MATERIAL BAJA S45C UNTUK APLIKASI POROS RODA SEPEDA MOTOR Abstrak," pp. 29–34.
- [2] B. T. Wibowo, "Pengaruh Temper Dengan Quenching Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Baja St 60," *Skripsi*, 2006.
- [3] P. Studi, P. Teknik, and H. F. Nurdiawan, "Pengaruh Perlakuan Panas Metode," 2017.

- [4] Y. Handoyo, "Pengaruh Quenching Dan Tempering Pada Baja Jis Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Crankshaft," *J. Ilm. Tek. Mesin Unisma "45" Bekasi*, vol. 3, no. 2, p. 97782, 2015.
- [5] I. R. Astrini, P. K. Karo, and Y. I. Supriyatna, "Pengaruh Heat Treatment dengan Variasi Media Quenching Air dan Oli terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135," *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 4, no. 02, pp. 195–200, 2016.
- [6] R. Aryoko, "PENGARUH QUENCHING TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO ROCKER ARM Disusun Oleh : JURUSAN TEKNIK MESIN Jurusan Teknik Mesin , Fakultas Teknik , Universitas Tidar," 2018.
- [7] N. Setyo, "Pengaruh Viskositas Oli Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja 60," *J. Tek. Mesin Univ. Tidar*, pp. 51–60, 2016.
- [8] Sugiyono, "Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Bandung: Alfabeta.," *Metod. Penelit. Kuantitatif, Kualitatif dan R D. Bandung Alfabeta.*, 2012, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [9] I. Ghozali, "Ghozali, Imam (2013)," *Apl. Anal. Multivar. dengan Progr. IBM SPSS 21 Update PLS Regresi. Semarang Badan Penerbit Univ. Diponegoro.*, 2013.