

## Pengaruh *Heat Treatment* Baja St 60 Terhadap Nilai Kekerasan Dengan Media Pendingin Asam Cuka

**Hendry Iriandoko<sup>1</sup>, Ali Akbar<sup>1</sup>, Yasinta Sindy Pramesti<sup>1</sup>**  
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri  
E-mail: \*[iriandokohendry@gmail.com](mailto:iriandokohendry@gmail.com)

**Abstrak** – Baja ST 60 tergolong baja karbon sedang yang memiliki kandungan karbon 0,564%. Pada baja ST 60 ini terkandung mangan 0,697%, baja ST 60 merupakan baja dengan kekuatan tarik hingga 600 kg/mm<sup>2</sup>. Efek dari pemakaian mengakibatkan deformasi atau perubahan bentuk Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *quenching* menggunakan asam cuka terhadap kekerasan Baja ST60 dengan *heat treatment* pada temperatur 750<sup>o</sup>C. Pendekatan penelitian kuantitatif. Teknik penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Lokasi penelitian di Lab. Teknik Mesin Fakultas Teknik/Jurusan Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri dan Lab Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Teknik analisis data yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan data deskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh *quenching* menggunakan asam cuka terhadap kekerasan Baja ST 60 dengan *heat treatment* pada temperatur 750<sup>o</sup> C yang mampu meningkatkan nilai kekerasan Baja ST 60 sebesar 18,65 dari nilai 33,03 sebelum mendapat perlakuan *heat treatment* meningkat menjadi 51,69 setelah mendapat perlakuan *heat treatment*.

**Kata Kunci** — Asam Cuka, Baja ST 60, Nilai Kekerasan, *Heat Treatment*, *Quenching*

### 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, penggunaan logam sebagai bahan utama operasional atau sebagai bahan baku produksi industri semakin tinggi. Efek dari pemakaian, menyebabkan struktur logam akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk [1].

Baja ini umumnya dipakai sebagai komponen automotif misalnya untuk komponen roda gigi pada kendaraan bermotor yang pada aplikasinya sering mengalami gesekan dan tekanan maka ketahanan terhadap aus dan kekerasan sangat diperlukan sekali. Pada sebuah perkakas atau alat yang beroperasi akan mengalami kenaikan suhu pada semua komponennya, faktor inilah sebagai penyebab tertariknya peneliti untuk melakukan penelitian menggunakan media *quenching* dengan larutan asam cuka pada *heat treatment* baja ST60, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan larutan asam dan basa pada proses *quenching* terhadap kekerasan baja [2].

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut, peneliti menggunakan baja ST 60 yang dipanaskan hingga temperatur 750<sup>o</sup>C. Setelah baja dipanaskan kemudian didinginkan secara cepat (*quenching*) dengan variasi media pendingin, yaitu asam cuka selama 15 menit. Tahap terakhir analisis kekerasan baja ST 60. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan nilai kekerasan hasil *heat treatment* dan pengambilan kesimpulan media pendingin yang tepat untuk mendapatkan sifat baja yang diinginkan.

Adanya tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *quenching* menggunakan

asam cuka terhadap kekerasan Baja ST60 dengan *heat treatment* pada temperatur 750<sup>o</sup> C.

Baja karbon merupakan baja yang mengandung karbon antara 0,3% sampai 1,7% . Pada penelitian ini baja yang digunakan adalah baja ST 60, baja ini termasuk dalam golongan baja karbon sedang, yang mempunyai kandungan karbon 0,564%. Pada baja ST 60 ini terdapat kandungan mangan 0,697% yang memiliki sifat keras dan tahan aus [3]. 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 sendiri 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 mempunyai kekuatan tarik hingga 600 kg/mm<sup>2</sup> [4].

Melalui diagram fasa dapat menentukan 3 jenis baja berdasarkan kadar karbonnya yaitu eutektoid : baja dengan C=0,8%, hipoeutektoid : baja dengan C<0,8% dan hypereutektoid : baja dengan C>0,8 [5].

Perlakuan panas didefinisikan sebagai perpaduan antara 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 mendinginkan material yang sudah dipanaskan dalam tungku (*annealing*) atau udara terbuka (*normalizing*) sedangkan pengerasan adalah usaha meningkatkan sifat material terutama

kekerasan dengan cara pendinginan secara cepat (*quenching*) [6].

Asam cuka merupakan senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam cuka memiliki rumus empiris  $C_2H_4O_2$ . Rumus ini sering ditulis dalam bentuk  $CH_3COOH$  [7].

Pengujian kekerasan merupakan suatu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui harga kekerasan dari benda uji pada beberapa bagian sehingga dapat diketahui distribusi kekerasan serta kekerasan rata-ratanya dari semua benda uji. Kekerasan merupakan ketahanan bahan terhadap goresan atau penetrasi pada permukaannya. Terdapat tiga jenis ukuran kekerasan yang tergantung dari cara melakukan pengujian yaitu: (a) Metode Gesek (*Scratch Hardness*); (b) Metode Elastik /Pantul (*Dynamic Hardness*); (c) Metode Lekukan / Indentasi (*Indentation Hardness*); (d) Metode Brinell; (e) Metode Meyer; (f) Metode Vickers; (g) Metode Rockwell.

Berdasarkan kajian teori di atas hasil penelitian ini dimungkinkan akan terjadi peningkatan nilai kekerasan pada baja yang disebabkan oleh waktu yang berbeda, variasi suhu, dan *quenching* media larutan asam cuka.

## 2. METODE PENELITIAN

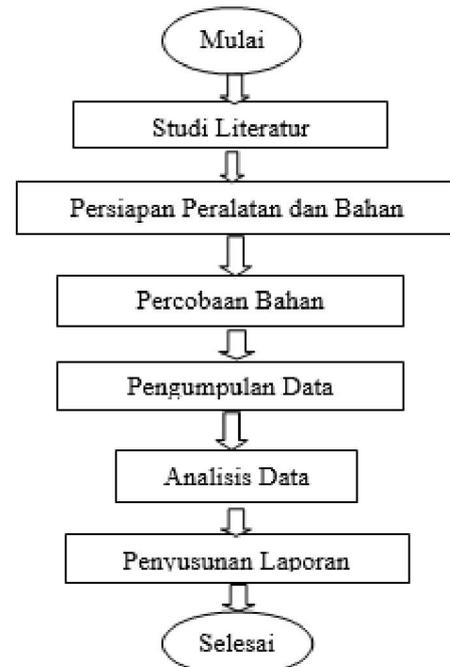
Penelitian ini menggunakan teknik eksperimen untuk menguji hipotesis yang merupakan suatu penelitian untuk mengetahui apakah ada perubahan atau tidak pada suatu keadaan yang dikontrol secara ketat maka kita memerlukan perlakuan (*treatment*) pada kondisi tersebut sehingga penelitian eksperimen dapat dikatakan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Variabel Bebas. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah media *quenching* yang telah ditentukan yaitu dengan menggunakan asam cuka; (2) Variabel terikat. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kekerasan; (3) Variabel Kontrol. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah jenis perlakuan panas.

Pendekatan analisis kuantitatif terdiri atas perumusan masalah, menyusun model, mendapatkan data, mencari solusi, menguji solusi, menganalisis hasil, dan menginterpretasikan hasil.

Teknik penelitian yang digunakan adalah eksperimen yaitu untuk mencari nilai kekerasan hasil *heat treatment* dengan temperatur  $750^{\circ}C$  terhadap baja ST 60 dengan media *quenching* larutan asam cuka.

Alur dalam penelitian ini adapun alur penelitian dari mulai mempersiapkan bahan hingga pengambilan data dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian

Keterangan :

Diagram alir diatas dapat dijelaskan seperti 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  $750^{\circ}C$ . Jika temperatur pengapian kurang maksimal maka proses pemanasan tidak berjalan sesuai keinginan. Alat dan bahan untuk pengujian ini adalah:
  - 1) Alat yang digunakan
    - a) *Mesin furnace*  
Furnace adalah alat pemanas untuk melakukan *heat treatment*
    - b) *Timer*  
*Timer* digunakan melakukan *holding time* pada proses *treatment*.
    - c) *Kontainer*  
Kontainer (wadah) adalah tempat untuk melakukan *quenching* spesimen yang sudah di *heat treatment* hingga suhu  $750^{\circ}C$  dan berisi asam cuka
    - d) *Tang penjepit*  
Alat ini digunakan untuk mengambil spesimen setelah di *heat treatment* dari *furnace*.
    - e) *Mesin amplas*

Mesin amplas dalam penelitian ini digunakan untuk membersihkan dan meratakan spesimen setelah dilakukannya proses *heat treatment* dan *quenching* sebelum dan sesudah dilakukannya proses uji kekerasan

f) 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

a) Media *quenching*

Media *quenching* dalam proses pendinginan spesimen adalah dengan media asam cuka.

b) 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,

4) Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui normalitas distribusi data yang diteliti. Uji normalitas ini menggunakan skewness jika data dikatakan berdistribusi normal jika  $-1 < x < +1$ .

5) 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:

c. Jika nilai signifikansi (sig)  $\leq 0,05$  data berasal dari populasi yang mempunyai varans tidak homogen.

d. Jika nilai signifikansi (sig)  $\geq 0,05$  data berasal dari populasi yang mempunyai varians homogen.

6) Uji -T

Teknik analisis data yang digunakan adalah uji normalitas, uji homogenitas dan uji T (t-test). Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui normalitas distribusi data. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui data termasuk homogen atau tidak homoogen. Uji T (t-test) digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel

dependen [8]. 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

#### 3.1 Hasil pengambilan data

Tabel merupakan hasil pengambilan data untuk pengujian nilai kekerasan baja ST60 dari sebelum dan sesudah treatment.

Tabel 1. Pengambilan data nilai kekerasan

No Spesimen	Sebelum pengujian (HRC)	Setelah Pengujian Rockwell Hardness (HRC)
1	33.44	51
2	31.43	48.22
3	32.01	49.89
4	34.78	48.9
5	31.2	52.76
6	35.08	51.07
7	31.89	51.65
8	32.61	52
9	34.98	53.01
10	32.17	54.12
11	32.77	53.14
12	34.09	54.55
Rata-rata	33.0375	51.6925

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

Teknik pengujian nilai kekerasan *Universal Hardness Tester* dari setiap 12 spesimen.

Berikut ini gambar-gambar proses pengambilan data pada penelitian ini.



Gambar 2. Proses perampelasan dan pemolesan baja ST 60

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 dapat lebih valid.



Gambar 3. Uji kekerasan sebelum dilakukan *treatment*



Gambar 4. Baja dilakukan proses *heat treatment*



Gambar 5. Proses *quenching* pada baja



Gambar 6. Proses perampelasan dan pemolesan ulang setelah proses *heat treatment* dan *quenching*.



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



Gambar 8. Hasil baja yang telah dilakukan proses *treatment*

### 3.2 Statistik Deskriptif

Tabel 2. Statistik Deskriptif

	Min	Max	Mean	Std.Dev
Sebelum	31,20	35,08	33,03	1,40
Sesudah	48,22	54,55	51,69	1,97

Berdasarkan data pada tabel diatas menunjukkan bahwa sebelum pengujian Rockwell Hardness (HRC) memiliki nilai minimal 31,20 dan maksimal 35,08, sedangkan setelah pengujian Rockwell Hardness (HRC) didapatkan nilai minimal sebesar 48,22 dan maksimal sebesar 54,55. Nilai rata-rata sebelum pengujian Rockwell Hardness (HRC) adalah sebesar 33,03, sedangkan sesudah pengujian Rockwell Hardness (HRC) didapatkan nilai rata-rata sebesar 51,69.

### 3.3 Uji Normalitas

Untuk menguji normalitas data digunakan uji statistik One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test. Kriteria pengujian normalitas data dengan membandingkan probabilitas Asymp. Sig (2-tailed) dengan nilai alpha ( $\alpha$ ), Kriteria pengujian adalah apabila probabilitas Asymp. Sig (sig 2-tailed) > alpha ( $\alpha$ ), maka hasil tes dikatakan berdistribusi normal. Hipotesis pengujian uji normalitas dengan menggunakan One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test adalah sebagai berikut:

$H_0$ : angka signifikan (Sig) < 0,05 maka data tidak berdistribusi normal

$H_1$ : angka signifikan (Sig) > 0,05 maka data berdistribusi normal.

Hasil uji normalitas dengan One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test menggunakan software program SPSS, ditunjukkan pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 3.  
Hasil Uji Normalitas Variabel Nilai Kekerasan Baja ST60 Sebelum Dan Setelah Mendapat Perlakuan *Heat Treatment*

Data	Asymp. Sig	$\alpha$	Keterangan
Sebelum	0,922	0,05	Normal
Sesudah	0,994	0,05	Normal

Berdasarkan Tabel 2 di atas, hasil uji *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* terlihat bahwa nilai signifikansi untuk data Kekerasan Baja ST 60 sebelum dan setelah mendapat perlakuan *heat treatment* adalah lebih besar dari 0,05, maka data tersebut berdistribusi normal.

### 3.4 Uji Hipotesis

Analisis statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah Uji *t* berpasangan (*Paired Sample t Test*), untuk mengetahui apakah ada perbedaan nilai kekerasan baja ST 60 sebelum dan setelah mendapat perlakuan *heat treatment*. Kesimpulan penelitian dinyatakan signifikan apabila  $t_{hitung} > t_{tabel}$  pada taraf signifikansi 5% atau nilai  $p < 0,05$ . Adapun ringkasan uji *t* sebelum dan sesudah perlakuan *heat treatment* ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4.  
Ringkasan Uji *t* Sebelum dan Sesudah Perlakuan *Heat Treatment*

Kelompok	Rata-rata kekerasan Baja ST60	t hitung	Sig.
Sebelum	33,03	27,53	0,00
Sesudah	51,69		

Hipotesis yang digunakan adalah :

$H_0$  = Nilai kekerasan baja ST 60 sebelum dan sesudah *ditreatment* berdistribusi normal

$H_a$  = Nilai kekerasan baja ST 60 sebelum dan sesudah *ditreatment* tidak berdistribusi normal

$H_0$  dinyatakan diterima jika nilai Skewness  $-1 < x < +1$  atau  $+1 < x < -1$ . Karena nilai Skewness sebelum dan sesudah *ditreatment*  $+1 < (33,03 \text{ dan } 51,69) < +1$  maka  $H_0$  diterima sehingga data berdistribusi normal.

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan rata-rata kekerasan Baja ST 60 sebelum perlakuan *heat treatment* sebesar 33,03 dan rata-rata kekerasan Baja ST 60 setelah perlakuan *heat treatment* sebesar 51,69 diketahui mengalami peningkatan sebesar 18,65. Hal ini didukung dengan hasil uji statistik, dimana diketahui nilai *t* hitung sebesar 27,53 dan mempunyai nilai  $p < 0,05$  yang berarti dapat disimpulkan terdapat perbedaan nilai kekerasan baja ST 60 sebelum dan setelah mendapat perlakuan *heat treatment*. Dimana nilai kekerasan baja ST 60 sebelum dan setelah mendapat perlakuan *heat treatment* memiliki nilai rata-rata yang berbeda atau terdapat peningkatan secara signifikan pada kekerasan baja ST 60.

## 4. SIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh *quenching* menggunakan asam

cuka terhadap kekerasan Baja ST 60 dengan *heat treatment* pada temperatur  $750^0$  C, dimana *quenching* menggunakan asam cuka mampu meningkatkan nilai kekerasan Baja ST 60 sebesar 18,65 dari nilai 33,03 sebelum mendapat perlakuan *heat treatment* meningkat menjadi 51,69 setelah mendapat perlakuan *heat treatment*.

## 5. SARAN

Dari penelitian yang dilakukan, peneliti dapat memeberikan saran yaitu:

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sifat mekanis baja , agar lebih dapat mengetahui secara detail kekuatannya meliputi uji tarik, uji ketangguhan dan muai panas pada baja tersebut dan perlu berbagai pengujian mekanik yang lain seperti struktur mikro dan SEM, untuk mengetahui pengaruh *heat treatment* dan media pendingin terhadap nilai kekerasan yang berbeda dengan kandungan yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Sc, M. Carbon, dan S. C. Dengan, "ANALISA PENGARUH HEAT TREATMENT TERHADAP KEKERASAN MATERIAL BAJA S45C UNTUK APLIKASI POROS RODA SEPEDA MOTOR Abstrak," hal. 29–34.
- [2] G. Rusydi Furqon S, M. Firman, dan M. A. Sugeng P, "Analisa Uji Kekerasan Pada Poros Baja St 60 Dengan Media Pendingin Yang Berbeda," *Uniska*, vol. 01, no. 02, hal. 21–26, 2016.
- [3] I. Las, S. Posisi, V. Baja, dan S. T. Temper, "Studi pengaruh," vol. 9, no. 2, hal. 10–16, 2000.
- [4] A. Pambekti, H. Akhyar, dan P. T. Iswanto, "Pengaruh Variasi Suhu Tuang dengan Heat Treatment T4 terhadap Sifat Mekanis pada Aluminium Paduan 2024," vol. 1, no. July, hal. 61–65, 2018.
- [5] "Annealing Proses annealing," hal. 1–29.
- [6] 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, hal. 97782, 2015.
- [7] U. Eropa dan A. Serikat, "Asam asetat," vol. 7.
- [8] I. Ghozali, "Ghozali, Imam (2013)," *Apl. Anal. Multivar. dengan Progr. IBM SPSS 21Update PLS Regresi. Semarang Badan Penerbit Univ. Diponegoro.*, 2013.