



PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN (2022)

STUDI EKSPERIMENT PENGARUH SUHU *HARDENING* DENGAN *QUENCHING* MEDIA AIR LAUT TERHADAP KETANGGUHAN BAJA ST 60

Abdillah Halim¹, Muhammad Subhan², Zaldy Kurniawan³

¹Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Abdillahhalim27@gmail.com

ABSTRAK

Baja ST 60 adalah baja karbon menengah yang sering digunakan pada konstruksi mesin seperti poros dan bangunan kapal namun seiring juga terjadi beban impak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil ketangguhan terbaik baja ST 60 dari pengaruh suhu pada proses hardening. Metode yang digunakan untuk pengolahan data pada penelitian ini adalah metode two way anova tanpa interaksi. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu (900, 930, 950 °C) dan holding time (30, 60, 90menit). Hasil ketangguhan terbaik didapatkan pada suhu 900 °C dengan holding time 30menit sebesar (2,5934 J/mm²) dengan hasil ketangguhan terendah didapatkan pada suhu 950 °C dan holding time 90 menit didapatkan sebesar (2,5588 J/mm²).

Kata Kunci: baja ST 60, uji impak, suhu hardening, holding time.

ABSTRACT

ST 60 steel is a medium carbon steel that is often used in machine construction such as shafts and shipbuilding, but impact loads often occur. The purpose of this study was to determine the best toughness of st60 steel from the effect of temperature on the hardening process. The method used for data processing in this study is the two way ANOVA method without interaction. The variables used in this study were temperature (900, 930, 950 °C) and holding time (30, 60, 90 minutes). The best toughness results were obtained at a temperature of 900 °C with a holding time of 30 minutes (2.5934 J/mm²) with the lowest toughness results were obtained at a temperature of 950 °C and a holding time of 90 minutes was obtained at (2.5588 J/mm²).

Keywords: ST 60 steel, impact test, hardening temperature, holding time.

1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan semakin banyak juga penemuan baru, menyebabkan faktor-faktor perancangan mulai bertambah dan juga sering terjadi kegagalan mekanis. Salah satu yang biasanya terjadi adalah beban impak. Untuk mengetahui hal tersebut maka diperlukan suatu pengujian dalam proses perancangan tersebut.

Proses *hardening* adalah proses perlakuan panas yang berguna untuk merubah struktur pada spesimen menjadi lebih keras. Proses ini dilakukan pemanasan baja hingga suhu austenit dan ditahan dengan jangka waktu yang telah ditentukan kemudian ditinggikan secara cepat. (Trihutomo, 2015). Menurut diagram Fe3C Pemanasan dilakukan diatas garis transformasi A3 sehingga fase pearlit berubah menjadi austenit.

Quenching merupakan proses pendinginan secara cepat dengan cara mencelupkan logam pada media pendingin. Pada proses ini terjadi perubahan struktur dan akan didapat kekerasan maksimum dengan mendinginkan sampel yang telah dipanaskan secara mendadak (Mustofa, 2016). Dengan menghasilkan sifat kekerasan tinggi pada baja adalah tujuan dari proses *quenching* (Fhadillah, Budiarto, & Budi, 2019).

Uji impak adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui beban yang dapat ditahan oleh suatu material dengan menerapkan gaya aksial (gaya yang sesumbu). (m) (putra & k, 2019).

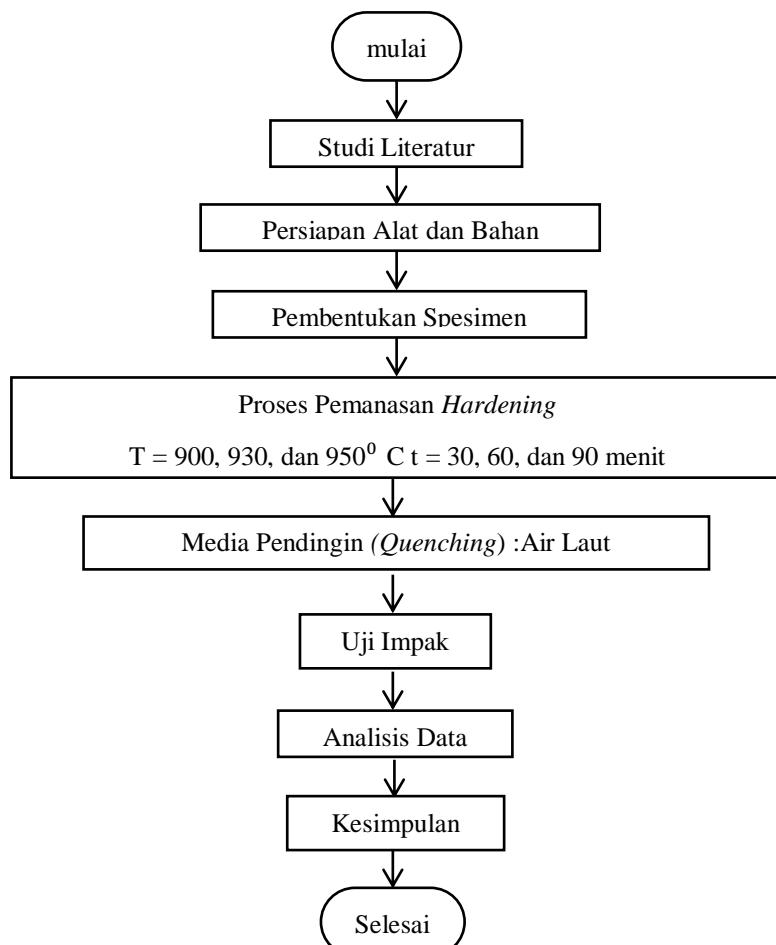
Menurut (Putra, Jokosisworo, & Budi S., 2018) “Baja ST 60 merupakan jenis baja karbon menengah dengan memiliki kandungan karbon sebesar 0,5012 %. Dengan jumlah karbon tersebut memungkinkan baja ST 60 bisa dilakukan proses perlakuan panas (*heat treatment*)”.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Analisa Ketangguhan dan Perubahan Struktur Mikro Patahan Akibat Heat Treatment dan Variasi Sudut Impact Pada Baja ST 60” pada suhu *hardening* 600 °C dengan variasi sudut *impact* $\alpha=90^\circ$ mendapatkan hasil ketangguhan sebesar 0.7926 J/mm², sedangkan pada suhu *hardening* 900 °C dengan sudut *impact* $\alpha=90^\circ$ mendapatkan hasil impak sebesar 1.2729 J/mm² mengalami peningkatan sebesar 62,9%. Hal ini menunjukkan bahwa suhu *hardening* berpengaruh terhadap ketangguhan baja St 60 dan mempunyai perbedaan hasil impak pada spesimen yang di uji(Widodo, Siswanto, & Puspitasari, 2014).

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai ketangguhan yang baik dari eksperimen baja ST 60 dengan suhu *hardening* yang berbeda dan di *quenching* menggunakan media air laut. Dari kesimpulan tersebut mendapatkan data tentang ”**Studi Eksperimen Pengaruh Suhu Hardening Dengan Quenching Media Air Laut Terhadap Ketangguhan Baja ST 60**”. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan bisa bermanfaat dalam bidang industry manufaktur.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan secara bertahap sesuai diagram alir. Diagram tersebut dapat dilihat pada Gambar 1, berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Alat dan Bahan Penelitian

1. Penelitian ini menggunakan tungku pemanas *Nabertherm made in Germany*. serta menggunakan material baja ST 60 dengan ukuran 10 x10x55mm dan memiliki takikan ditengah sebesar 45° yang dapat dilihat pada Gambar 2. dibawah ini :



Gambar 2. Tungku Pemanas *Nabertherm Made In Germany* dan Material Baja ST 60

2. Penelitian ini menggunakan alat uji impak jb 300 b yang dapat dilihat pada Gambar 3. dibawah ini :



Gambar 3. Alat uji impak jb 300 b

2.2 Rancangan Penelitian

Setelah alat dan bahan dipersiapkan selanjutnya adalah menentukan metode analisis data dengan menggunakan metode anova dua arah tanpa interaksi. Metode anova dua arah tanpa interaksi adalah pengujian hipotesis perbandingan untuk k sampel yang memiliki lebih dari dua sampel yang berkorelasi dengan dua faktor yang berpengaruh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian impak didapatkan hasil ketangguhan sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil uji impak sesudah *hardening* (J/mm²)

suhu (° C)	holding time		
	30 menit	60 menit	90 menit
900	2,593368	2,579306	2,57458
	2,593368	2,576181	2,576181
	2,593368	2,572954	2,576181
rata - rata	2,593368	2,576147	2,575647333
	2,593368	2,577757	2,576181
930	2,593368	2,576181	2,569622
	2,562652	2,57458	2,588056
	rata - rata	2,583129333	2,576172667
		2,566188	2,576181
950	2,559013	2,567918	2,569622
	2,582327	2,572954	2,530696
	rata - rata	2,569176	2,572351
			2,558833

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat bahwa variasi suhu dan *holding time* memiliki pengaruh walaupun tidak signifikan. Dan untuk hasil impak terbaik dapat dilihat pada suhu 900° C dengan *holding time* 30 menit yang memiliki nilai rata-rata impak sebesar 2,5934 J/mm² dan pada suhu 950° C dengan *holding time* 90 menit memiliki nilai impak rata-rata terendah yaitu sebesar 2,5602 J/mm².

Berikut cara perhitungan manual *two way anova* :

1) Hipotesis penelitian dengan faktor suhu dan *holding time*

H₀: Tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap harga impak pada baja ST 60.

H₁: Terdapat pengaruh yang signifikan terhadap harga impak pada baja ST 60.

- 2) Kriteria uji
 - Jika nilai $F_{hitung} < \text{nilai } F_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dengan kata lain hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada hasil impak pada baja ST 60.
 - Jika nilai $F_{hitung} > \text{nilai } F_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima dengan kata lain hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan pada hasil impak pada baja ST 60.
- 3) Statistika uji
 - Membuat tabel penolong dilihat pada table 2 berikut :

Tabel 2. Penolong perhitungan *two way ANOVA*

suhu ($^{\circ}$ C)	<i>holding time</i>			total (xnj)	rata-rata (xnj)
	30 menit	60 menit	90 menit		
900	2,593368	2,576147	2,57564733	7,74516233	2,58172078
930	2,58312933	2,57617267	2,577953	7,737255	2,579085
950	2,569176	2,572351	2,558833	7,70036	2,56678667
total tjb	7,74567333	7,72467067	7,71243333	23,1827773	7,72759244
rata-rata (tjb)	2,58189111	2,57489022	2,57081111	7,72759244	

- Menghitung nilai JK (jumlah kuadrat)

$$JKB = \frac{(\sum x_1)^2 + (\sum x_2)^2 + \dots + (\sum x_n)^2}{j} - \frac{(Tx)^2}{bj} = 59,71607 - 59,71568 = 0,00039$$

$$JKK = \frac{(\sum T_1)^2 + (\sum T_2)^2 + \dots + (\sum T_n)^2}{b} - \frac{(Tx)^2}{bj} = 59,7158734 - 59,71568 = 0,000193$$

$$JKT = [(X_{11})^2 + (X_{12})^2 + \dots + (X_{nj})^2] - \frac{(Tx)^2}{bj} = 59,7164 - 59,71568 = 0,00072$$

$$JKG = JKT - JKB - JKK = 0,000137$$
- Menghitung nilai derajat kebebasan (antarbaris, kolom, dan galat)

$$dk_b = b - 1 = 3 - 1 = 2; dk_k = j - 1 = 3 - 1 = 2; dk_G = n(dk_b)(dk_k) = 1(2) \times 2 = 4$$
- Menghitung nilai ragam

$$\text{antarbaris } S_1^2 = \frac{jkb}{dkb}, S_1^2 = 0,000195 ; \text{ antar kolom } S_2^2 = \frac{jkk}{dkk}, S_2^2 = 0,0000965; \text{ galat } S_3^2 = \frac{jkg}{dkg} = 0,00003425$$
- Menghitung nilai F_{hitung}

$$\text{Nilai } F_1 = F_1 = \frac{S_1^2}{S_3^2}, F_1 = 5,6934; \text{ nilai } F_2 = F_2 = \frac{S_2^2}{S_3^2}, F_2 = 2,8175$$
- Membuat tabulasi ragam.
-

Tabel 3. tabulasi ragam

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Ragam	F rasio
Antar baris	0,00039	2	0,000195	5,6934
Antar kolom	0,000193	2	0,0000965	2,8175
Antar galat	0,000137	4	0,00003425	

Tabel 4. *Output Two Way Anova Tanpa Interaksi dengan software statistic*

Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	,001 ^a	4	,000	4,033	,103	,801
Intercept	59,716	1	59,716	1691125,976	,000	1,000
Suhu	,000	2	,000	5,398	,073	,730
Waktu	,000	2	9,421E-5	2,668	,184	,572
Error	,000	4	3,531E-5			
Total	59,716	9				
Corrected Total	,001	8				

a. R Squared = ,801 (Adjusted R Squared = ,603)

Langkah-langkah menghitung nilai F_{tabel} . Nilai F_{tabel} dapat dicari dengan menggunakan tabel F Caranya :

Dimana : $n = 3$, $j = 3$, $\alpha = 5\% \diamond 0,05$; Pembilang = $n-1 = 3-1 \Rightarrow 2$ Atau = $j-1 = 3-1 \Rightarrow 2$; Penyebut = $(n-1)(j-1) = (3-1)(3-1) \Rightarrow 4$

Sehingga nilai $F_{1,tabel} = F_1(0,05)(2,4) = 6,94$; nilai $F_{2,tabel} = F_2(0,05)(2,4) = 6,94$; Membandingkan F_{tabel} dan F_{hitung} :

$F_{1,hitung} = 5,398061 < F_{tabel} 6,94$, maka H_{ob} diterima, tidak ada pengaruh Variasi suhu terhadap nilai ketangguhan.

$F_{2,hitung} = 2,667964 < F_{tabel} 6,94$, maka H_{oj} diterima, tidak ada pengaruh Variasi holding time terhadap nilai ketangguhan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data, maka dapat disimpulkan:

- Setelah melakukan penelitian dan menganalisis data terdapat perubahan nilai ketangguhan namun tidak terlalu signifikan dikarenakan pada perhitungan metode *anova* manual dan *software statistic* nilai yang didapatkan F_{tabel} lebih besar dari pada F_{hitung} , maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada pengaruh suhu dan holding time.
- Terdapat pengaruh variasi suhu dan holding time terhadap nilai impak pada proses hardening baja ST 60. Nilai ketangguhan maksimal setelah perlakuan panas yaitu pada suhu 900 °C dengan variasi holding time 30 menit dengan nilai impak sebesar (2,5934 j/mm²) dan hasil ketangguhan terendah pada suhu 950 °C dengan variasi holding time 90 menit dengan nilai impak sebesar (2,558833 j/mm²).

DAFTAR PUSTAKA

- Fhadillah, A., Budiarto, U., & Budi, A. W. (2019). Analisa Sifat Mekanis Baja ST 60 Setelah Carburizing Menggunakan Arang Batok Katalis BaCO₃ Dan Quenching. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7, 29-36.
- Mustofa, Z. (2016, Agustus 5). ANALISA PENGARUH PENDINGIN TERHADAP KEKERASAN BAHAN AISI 1045 PADA PROSES HEAT TREATMENT. 1-16.
- putra, i., & k, a. (2019). ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN IMPACT HASIL SAMBUNGAN LAS GESEK PADA BAJA ST 37. *Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 914-920.
- Putra, R. R., Jokosisworo, S., & Budi S., A. W. (2018). Analisa Kekuatan Puntir, Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja ST 60 sebagai Bahan Poros Baling-baling Kapal (Propeller Shaft) setelah Proses Tempering. *JURNAL TEKNIK PERKAPALAN*, 6, 83-90.
- Trihutomo, P. (2015). ANALISA KEKERASAN PADA PISAU BERBAHAN BAJA KARBON MENENGAH. *JURNAL TEKNIK MESIN, TAHUN 23, NO. 1, APRIL 2015* , 28-34.
- Widodo, D. S., Siswanto, & Puspitasari, R. P. (2014). ANALISA KETANGGUHAN DAN PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO PATAHAN AKIBAT HEAT TREATMENT DAN VARIASI SUDUT IMPACT PADA BAJA ST 60 . *JURNAL TEKNIK MESIN, TAHUN 22, NO. 1, APRIL 2014* , 39-45.