



## Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Volume 5 No. 2 (2022)

### **ANALISA PENGARUH VARIASI WAKTU PENAHANAN (*HOLDING TIME*) PADA PROSES *NORMALIZING* MATERIAL BAJA ST 60 DAN ST 42 TERHADAP UJI KEKERASAN DAN UJI TARIK**

**Sonny Pambudi, Mochamad Lukman, Ismail**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: [sonnypam123@gmail.com](mailto:sonnypam123@gmail.com)

#### **ABSTRAK**

Baja ST-42 dan Baja ST-60 adalah dua jenis baja yang biasanya digunakan dalam struktur bangunan, baik berupa bangunan, fasilitas, maupun struktur lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menetapkan normalizing heat therapy menggunakan temperatur 880 °C dan durasi penahanan panas yang berbeda yaitu 5 menit, 15 menit, dan 35 menit. Pada pengujian tarik ST-42 dari ketiga variasi waktu tersebut didapat nilai terendah pada waktu penahanan panas 15 menit dengan nilai 35,49 Kg/mm<sup>2</sup> sedangkan untuk nilai tertinggi pada waktu penahanan panas 5 menit dengan nilai 65,76 Kg/mm<sup>2</sup>. Pada pengujian tarik ST-60 dari ketiga variasi waktu tersebut didapatkan nilai terendah pada waktu penahanan panas 35 menit dengan nilai 61,5 Kg/mm<sup>2</sup> sedangkan untuk nilai tertinggi pada waktu penahanan panas 5 menit dengan nilai 100,49 Kg/mm<sup>2</sup>. Pada pengujian kekerasan rockwell baja ST-42 tanpa *heattreatment* memiliki nilai kekerasan tertinggi dari ketiga variasi waktu penahanan panas dengan nilai 50 HRC. Pada baja ST-60 dari ketiga variasi waktu tersebut didapatkan nilai terendah pada waktu penahanan panas 15 menit dengan nilai 42,3 HRC, sedangkan untuk nilai tertinggi pada waktu penahanan panas 5 menit dan 35 menit dengan nilai 44,5 HRC.

**Kata Kunci :** Baja ST-42, Baja ST-60, *Hardening*, *Normalizing*, Uji mekanik

#### **ABSTRACT**

*ST-42 steel and ST-60 steel are two types of steel that are usually used in building structures, whether in the form of buildings, facilities, or other structures. The purpose of this study was to determine normalizing heat therapy using a temperature of 880 °C and different durations of heat retention, namely 5 minutes, 15 minutes and 35 minutes. In the ST-42 tensile test of the three time variations, the lowest value was obtained at the 15 minute heat retention time with a value of 35.49 Kg/mm<sup>2</sup> while the highest value was at the 5 minute heat retention time with a value of 65.76 Kg/mm<sup>2</sup>. In the ST-60 tensile test of the three time variations, the lowest value was obtained at the heat holding time of 35 minutes with a value of 61.5 Kg/mm<sup>2</sup> while the highest value was at the heat holding time of 5 minutes with a value of 100.49 Kg/mm<sup>2</sup>. In the rockwell hardness test ST-42 steel without heat treatment has the highest hardness value of the three variations of heat holding time with a value of 50 HRC. In the ST-60 steel of the three time variations, the lowest value was obtained*

at the heat holding time of 15 minutes with a value of 42.3 HRC, while for the highest value at the heat holding time of 5 minutes and 35 minutes with a value of 44.5 HRC.

**Keywords:** Steel ST-42, Steel ST- 60, Hardening, Normalizing, Mechanical test

## PENDAHULUAN

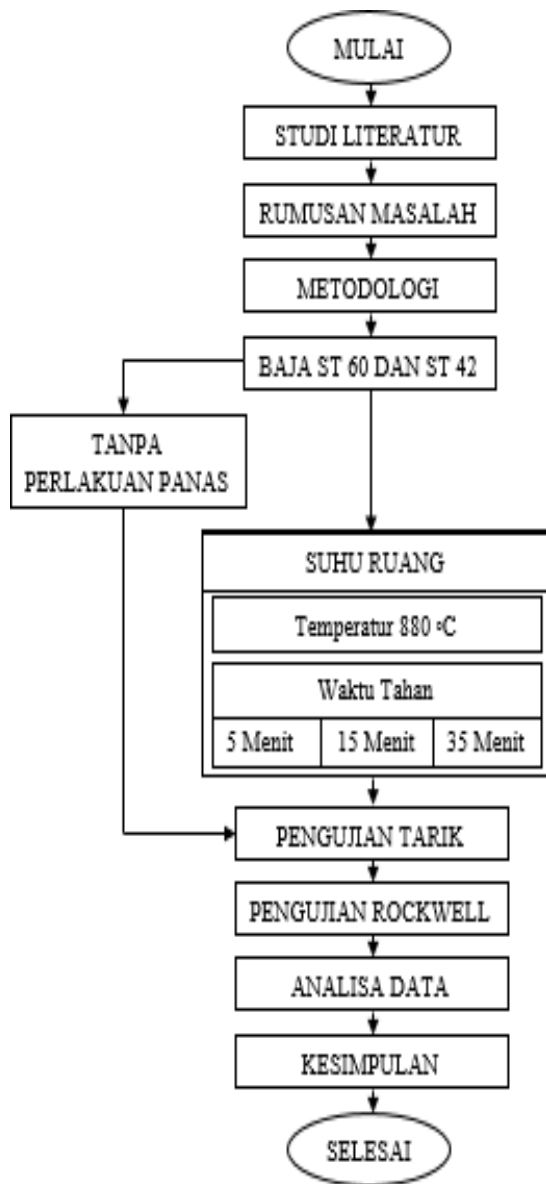
Penggunaan logam sebagai komponen operasi utama atau sebagai bahan baku manufaktur telah berkembang seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi. Karena berbagai kualitasnya, mulai dari yang paling lunak dan paling mudah diproduksi hingga yang paling keras, besi dan baja adalah logam yang paling sering digunakan sebagai bahan industri. Ini sebagian karena kepentingan ekonomi mereka. Dengan menggunakan teknik pengaturan panas, sifat baja dapat ditingkatkan secara signifikan. Para peneliti saat ini diantisipasi untuk dapat menghasilkan barang dan material baja dengan kualitas yang lebih baik, seperti nilai kekerasan, keuletan, dan ketangguhan yang lebih tinggi. (Ahmadin, 2021).

Meningkatkan kualitas adalah kegiatan teknis dan manajemen dengan mengukur karakteristik kualitas dari yang lain. Ada banyak paduan dengan berbagai komposisi dan perlakuan panas. Kandungan karbon, yang umumnya kurang dari 1,0% berat, mempengaruhi karakteristik mekanik. Menurut kandungan karbonnya, berbagai baja sering dibagi menjadi jenis karbon rendah (0,25% C), sedang (0,25% hingga 0,60% C), dan tipe karbon tinggi (0,60% hingga 1,4% C). Baja St 60, juga dikenal sebagai baja keras yang digunakan sebagai bahan tangki, sering didefinisikan sebagai baja karbon sedang dengan konsentrasi besi-karbon 0,3% hingga 0,59 °C, suhu didih 1550 °C, dan titik leleh dari 2900 °C. Sebuah baja ringan yang dikenal sebagai ST 42 memiliki unsur komposisi sebagai berikut: 0,07-0,10% C, 0,15-0,25% Si, 0,03% P, 0,035% S, dan 0,3-0,6% Mn. Baja ST 42 termasuk dalam kategori baja karbon rendah karena kandungan karbonnya kurang dari 0,25 persen. Baja karbon rendah kurang kuat dari baja karbon sedang. (Syahrillah et al., 2016).

Proses *normalizing* baja adalah proses dimana baja dipanaskan sampai fasa austenitik untuk mendapatkan struktur mikro austenitik kemudian didinginkan di udara hingga suhu ruang 27 °C. Dalam metode ini, struktur material yang pertama kali diubah oleh tekanan atau penggunaan pada suhu tinggi dapat dipulihkan melalui proses pemulihan. Dengan normalisasi, tegangan sisa berkurang, karakteristik mekanis baja ditingkatkan, dan daya tahan baja dipulihkan. Prosedur normalisasi melibatkan pemanasan ke suhu tertentu dan kemudian pendinginan bertahap menggunakan AC. Baja dipanaskan hingga fase austenitik untuk membuat struktur mikro austenitik, dan kemudian didinginkan hingga suhu kamar menggunakan media pendingin udara biasa. Proses ini dikenal sebagai baja normalisasi. sehingga proses normalisasi dapat mengembalikan struktur alami material setelah strukturnya diubah oleh operasi atau aktivitas mekanis pada suhu tinggi atau rendah. Sifat mekanik baja sangat dipengaruhi oleh waktu pendinginan, yaitu didinginkan hingga suhu sekitar 27 °C setelah baja dipanaskan di atas suhu kritis (800-950 °C), ditahan pada suhu tersebut setelah mencapai suhu kritis. , lalu didinginkan pada suhu kamar. Kualitas mekanis baja meningkat dengan kecepatan pendinginan dalam bentuk peningkatan kekuatan dan kekerasan, dan sebaliknya jika pendinginan berlangsung lambat. (Jokosisworo, 2018).

## PROSEDUR EKSPERIMEN

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### Prosedur Penelitian

Dari gambaran metodologi penelitian tersebut, secara rinci proses penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### Mulai

Bagian ini menjelaskan bagaimana judul awalnya diambil sebagai proposal Tugas Akhir (TA).

### Studi Literatur

Bagian ini membahas bagaimana menemukan sumber dan bahan referensi penelitian, termasuk buku, makalah, dan penelitian terkini, untuk mendukung kebenaran penelitian.

### Permasalahan

Bagaimana prosedur normalisasi pada uji tarik dan uji rockwell berubah tergantung pada suhu perlakuan panas dan waktu penahanan.

### Spesimen Penelitian

Baja ST 60 dan baja ST 42 tanpa perlakuan panas.

Spesimen baja ST 60 dan baja ST 42 tanpa perlakuan panas akan langsung di uji tarik dan uji rockwel.

Baja ST 60 dan baja ST 42 perlakuan panas.

Spesimen baja ST 60 dan baja ST 42 dengan perlakuan panas bagian ini akan diproses *normalizing* melalui temperatur 880 °C dengan *holding time* 5 menit, 15 menit dan 35 menit.

### Pengujian Tarik

Pada pengujian tarik digunakan standar JIS Z2201 untuk setiap sampelnya, sampel yang digunakan memiliki gambaran sebagai berikut :

- Material Uji : Baja ST 60 dan ST 42
- Ukuran : 200 mm x 22 mm x 6 mm
- Jumlah : 16 Spesimen

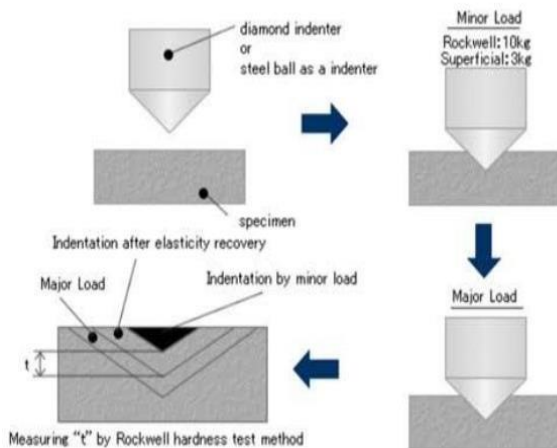


Gambar 2. Spesimen Uji tarik

### Pengujian Rockwell

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini memiliki karakteristik sebagai berikut, yang diuji dengan mengalokasikan 3 poin untuk setiap sampel:

- Material Uji : Baja ST 60 dan ST 42
- Ukuran : 30 mm x 30 mm x 10 mm
- Jumlah : 16 Spesimen



Gambar 3. Spesimen Uji Rockwell

### Analisa Data

Analisa data bertujuan untuk mendapatkan nilai optimal dari penelitian tersebut.

### Kesimpulan

Temuan terakhir analisis, kesimpulan, merangkum temuan terpenting dari temuan penelitian.

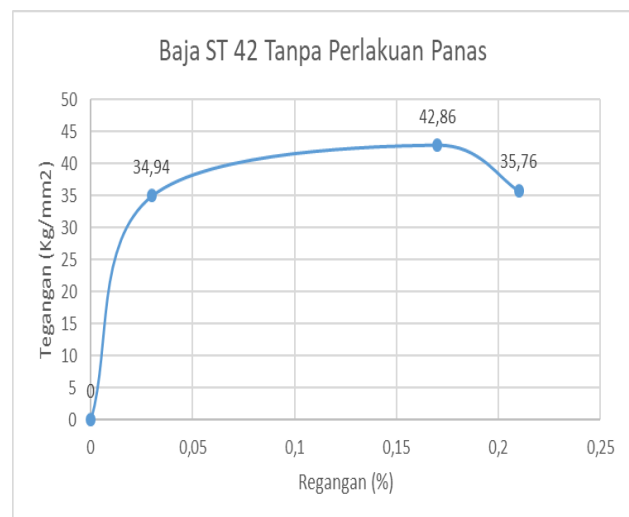
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Tarik

Hasil Pengujian Baja ST 42 Tanpa Perlakuan Panas

BENDA UJI	BAHAN BAJA ST 42		
	Spesimen 1	Spesimen 2	Rata-Rata
Lebar Spesimen (mm)	12,5	12,5	12,5
Tebal Spesimen (mm)	6	6	6
Luas Penampang $A_0$ ( $mm^2$ )	75	75	75
PANJANG UKUR			
Awal, $l_0$ (mm)	80	80	80
Akhir, $l_f$ (mm)	99,4	94,6	97
$\Delta L$ Max (Pertambahan Panjang)	19,4	14,6	17
Beban Luluh (Kg)	2610	2632,45	2621,22
Beban Maksimum (Kg)	3240	3190	3215
Beban Putus (Kg)	2640	2725,36	2682,68
Tegangan Luluh ( $Kg/mm^2$ )	34,8	35,09	34,94
Tegangan Max ( $Kg/mm^2$ )	43,2	42,53	42,86
Tegangan Putus ( $Kg/mm^2$ )	35,2	36,33	35,76
Regangan Luluh, $\epsilon_r$ (%)	0,02	0,04	0,03
Regangan Max, $\epsilon_{max}$ (%)	0,2	0,15	0,17
Regangan Patah, $\epsilon_p$ (%)	0,24	0,18	0,21

Tabel 1. Data Baja ST 42 Tanpa Perlakuan Panas



Gambar 4. Grafik Baja ST 42 Tanpa Perlakuan Panas

Hasil Pengujian Baja ST 42 Perlakuan Panas 5 Menit

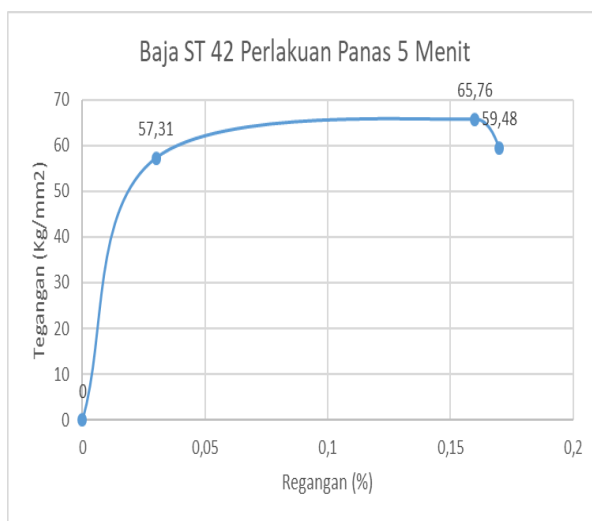
BENDA UJI	BAHAN BAJA ST 42		
	Spesimen 1	Spesimen 2	Rata-Rata
Lebar Spesimen (mm)	12,5	12,5	12,5
Tebal Spesimen (mm)	6	6	6
Luas Penampang $A_0$ (mm) <sup>2</sup>	75	75	75
PANJANG UKUR			
Awal, $l_0$ (mm)	80	80	80
Akhir, $l_f$ (mm)	103,1	86,3	94,7
$\Delta L$ Max (Pertambahan Panjang)	23,1	6,3	14,7
Beban Luluh (Kg)	1987,2	6609,96	4298,58
Beban Maksimum (Kg)	2640	7225	4932,5
Beban Putus (Kg)	2390,85	6533,1	4461,97
Tegangan Luluh (Kg/mm <sup>2</sup> )	26,49	88,13	57,31
Tegangan Max (Kg/mm <sup>2</sup> )	35,2	96,33	65,76
Tegangan Putus (Kg/mm <sup>2</sup> )	31,87	87,1	59,48
Regangan Luluh, $\epsilon_y$ (%)	0,04	0,03	0,03
Regangan Max, $\epsilon_{max}$ (%)	0,26	0,06	0,16
Regangan Patah, $\epsilon_p$ (%)	0,28	0,07	0,17

Tabel 2. Data Baja ST 42 Perlakuan Panas 5 Menit

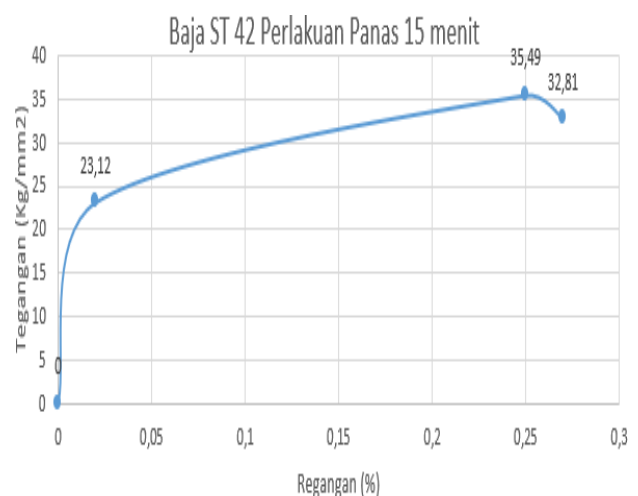
Hasil Pengujian Baja ST 42 Perlakuan Panas 15 Menit

BENDA UJI	BAHAN BAJA ST 42		
	Spesimen 1	Spesimen 2	Rata-Rata
Lebar Spesimen (mm)	12,5	12,5	12,5
Tebal Spesimen (mm)	6	6	6
Luas Penampang $A_0$ (mm) <sup>2</sup>	75	75	75
PANJANG UKUR			
Awal, $l_0$ (mm)	80	80	80
Akhir, $l_f$ (mm)	102,3	103,1	102,7
$\Delta L$ Max (Pertambahan Panjang)	22,3	23,1	22,7
Beban Luluh (Kg)	1766,6	1702,26	1734,43
Beban Maksimum (Kg)	2650	2675	2662,5
Beban Putus (Kg)	2409	2512,86	2460,93
Tegangan Luluh (Kg/mm <sup>2</sup> )	23,55	22,69	23,12
Tegangan Max (Kg/mm <sup>2</sup> )	35,33	35,66	35,49
Tegangan Putus (Kg/mm <sup>2</sup> )	32,12	33,50	32,81
Regangan Luluh, $\epsilon_y$ (%)	0,02	0,03	0,02
Regangan Max, $\epsilon_{max}$ (%)	0,24	0,26	0,25
Regangan Patah, $\epsilon_p$ (%)	0,27	0,28	0,27

Tabel 3. Data Baja ST 42 Perlakuan Panas 15 Menit



Gambar 5. Grafik Baja ST 42 Perlakuan Panas 5 menit

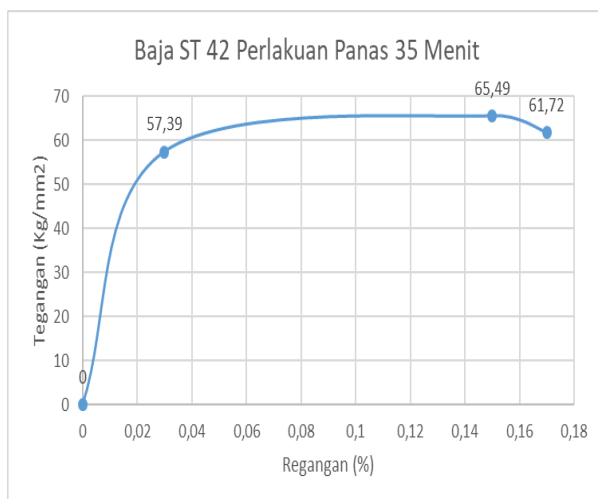


Gambar 6. Grafik Baja ST 42 Perlakuan Panas 15 menit

Hasil Pengujian Baja ST 42 Perlakuan Panas 35 Menit

BENDA UJI	BAHAN BAJA ST 42		
	Spesimen 1	Spesimen 2	Rata-Rata
Lebar Spesimen (mm)	12,5	12,5	12,5
Tebal Spesimen (mm)	6	6	6
Luas Penampang $A_0$ (mm) <sup>2</sup>	75	75	75
PANJANG UKUR			
Awal, $l_0$ (mm)	80	80	80
Akhir, $l_f$ (mm)	86,7	101	93,85
$\Delta L$ Max (Pertambahan Panjang)	6,7	21	13,85
Beban Luluh (Kg)	6846,75	1761,76	4304,25
Beban Maksimum (Kg)	7250	2575	4912,5
Beban Putus (Kg)	6444	2439,36	4441,68
Tegangan Luluh (Kg/mm <sup>2</sup> )	91,29	23,49	57,39
Tegangan Max (Kg/mm <sup>2</sup> )	96,66	34,33	65,49
Tegangan Putus (Kg/mm <sup>2</sup> )	85,92	37,52	61,72
Regangan Luluh, $\epsilon_y$ (%)	0,04	0,02	0,03
Regangan Max, $\epsilon_{max}$ (%)	0,06	0,24	0,15
Regangan Patah, $\epsilon_p$ (%)	0,08	0,26	0,17

Tabel 4. Data Baja ST 42 Perlakuan Panas 35 menit

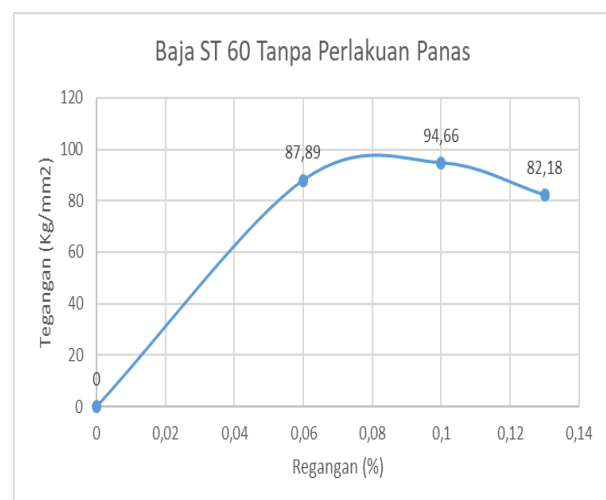


Gambar 7. Grafik Baja ST 42 Perlakuan Panas 35 Menit

Hasil Pengujian Baja ST 60 Tanpa Perlakuan Panas

BENDA UJI	BAHAN BAJA ST 60		
	Spesimen 1	Spesimen 2	Rata-Rata
Lebar Spesimen (mm)	12,5	12,5	12,5
Tebal Spesimen (mm)	6	6	6
Luas Penampang $A_0$ (mm) <sup>2</sup>	75	75	75
PANJANG UKUR			
Awal, $l_0$ (mm)	80	80	80
Akhir, $l_f$ (mm)	90	91,6	90,8
$\Delta L$ Max (Pertambahan Panjang)	10	11,6	10,8
Beban Luluh (Kg)	6932,21	6252,8	6592,50
Beban Maksimum (Kg)	7400	6800	7100
Beban Putus (Kg)	6309,09	6018,32	6163,70
Tegangan Luluh (Kg/mm <sup>2</sup> )	92,42	83,37	87,89
Tegangan Max (Kg/mm <sup>2</sup> )	98,66	90,66	94,66
Tegangan Putus (Kg/mm <sup>2</sup> )	84,12	80,24	82,18
Regangan Luluh, $\epsilon_y$ (%)	0,06	0,07	0,06
Regangan Max, $\epsilon_{max}$ (%)	0,09	0,11	0,1
Regangan Patah, $\epsilon_p$ (%)	0,12	0,14	0,13

Tabel 5. Data Baja ST 60 Tanpa perlakuan Panas

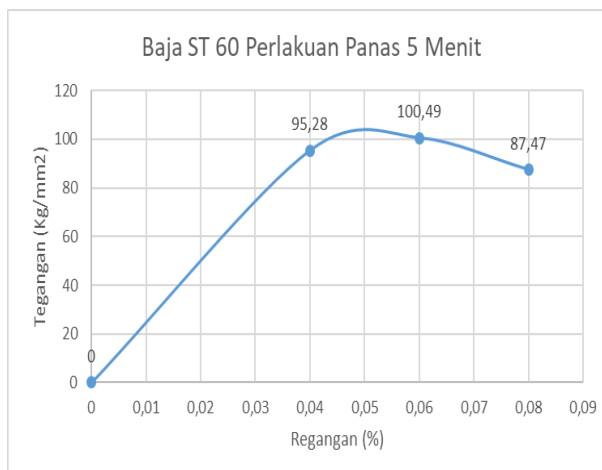


Gambar 8. Grafik Baja ST 60 Tanpa Perlakuan Panas

Hasil Pengujian Baja ST 60 Perlakuan Panas 5 Menit

BENDA UJI	BAHAN BAJA ST 60		
	Spesimen 1	Spesimen 2	Rata-Rata
Lebar Spesimen (mm)	12,5	12,5	12,5
Tebal Spesimen (mm)	6	6	6
Luas Penampang $A_0$ (mm) <sup>2</sup>	75	75	75
PANJANG UKUR			
Awal, $l_0$ (mm)	80	80	80
Akhir, $l_f$ (mm)	87,2	87	87,1
$\Delta L$ Max (Pertambahan Panjang)	7,2	7	7,1
Beban Luluh (Kg)	7006,08	7286,88	7146,48
Beban Maksimum (Kg)	7400	7675	7537,5
Beban Putus (Kg)	6455,04	6666,72	6560,88
Tegangan Luluh (Kg/mm <sup>2</sup> )	93,41	97,15	95,28
Tegangan Max (Kg/mm <sup>2</sup> )	98,66	102,33	100,49
Tegangan Putus (Kg/mm <sup>2</sup> )	86,06	88,88	87,47
Regangan Luluh, $\epsilon_y$ (%)	0,05	0,04	0,04
Regangan Max, $\epsilon_{max}$ (%)	0,07	0,06	0,06
Regangan Patah, $\epsilon_p$ (%)	0,09	0,08	0,08

Tabel 6. Data Baja ST 60 Perlakuan Panas 5 Menit

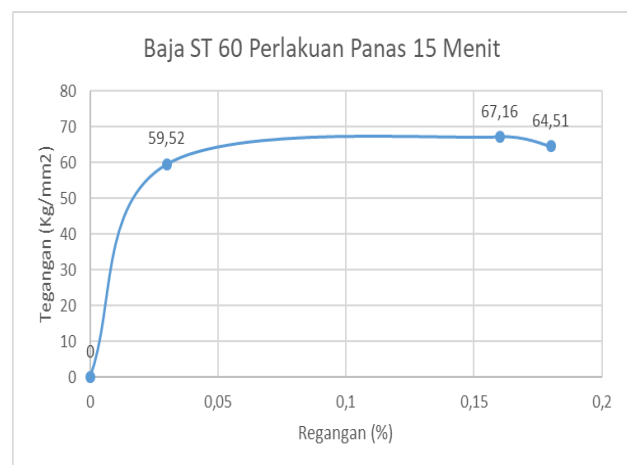


Gambar 9. Grafik Baja ST 60 Perlakuan Panas 5 Menit

Hasil Pengujian Baja ST 60 Perlakuan Panas 15 Menit

BENDA UJI	BAHAN BAJA ST 60		
	Spesimen 1	Spesimen 2	Rata-Rata
Lebar Spesimen (mm)	12,5	12,5	12,5
Tebal Spesimen (mm)	6	6	6
Luas Penampang $A_0$ (mm) <sup>2</sup>	75	75	75
PANJANG UKUR			
Awal, $l_0$ (mm)	80	80	80
Akhir, $l_f$ (mm)	85,1	104,4	94,75
$\Delta L$ Max (Pertambahan Panjang)	5,1	24,4	14,75
Beban Luluh (Kg)	7268,45	1660	4464,22
Beban Maksimum (Kg)	7575	2500	5037,5
Beban Putus (Kg)	7344,96	2333,24	4839,1
Tegangan Luluh (Kg/mm <sup>2</sup> )	96,91	22,13	59,52
Tegangan Max (Kg/mm <sup>2</sup> )	101	33,33	67,16
Tegangan Putus (Kg/mm <sup>2</sup> )	97,93	31,10	64,51
Regangan Luluh, $\epsilon_y$ (%)	0,03	0,04	0,03
Regangan Max, $\epsilon_{max}$ (%)	0,05	0,28	0,16
Regangan Patah, $\epsilon_p$ (%)	0,06	0,30	0,18

Tabel 7. Data Baja ST 60 Perlakuan Panas 15 Menit

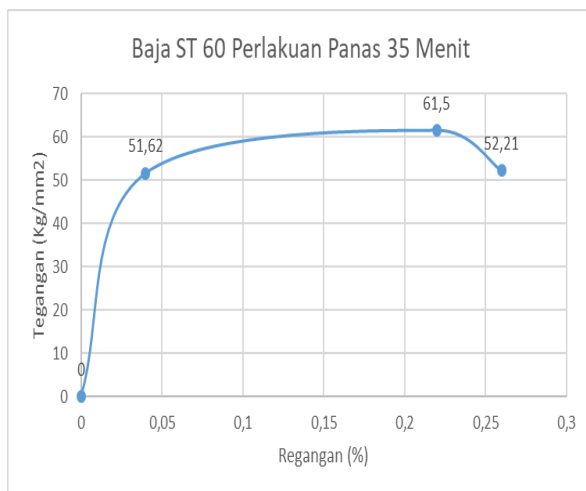


Gambar 10. Grafik Baja ST 60 Perlakuan Panas 15 Menit

Hasil Pengujian Baja ST 60 Perlakuan Panas 35 Menit

BENDA UJI	BAHAN BAJA ST 60		
	Spesimen 1	Spesimen 2	Rata-Rata
Lebar Spesimen (mm)	12,5	12,5	12,5
Tebal Spesimen (mm)	6	6	6
Luas Penampang $A_0$ (mm) <sup>2</sup>	75	75	75
PANJANG UKUR			
Awal, $l_0$ (mm)	80	80	80
Akhir, $l_f$ (mm)	90,4	112,7	101,55
$\Delta L$ Max (Pertambahan Panjang)	10,4	32,7	21,55
Beban Luluh (Kg)	5889	1854,72	3871,86
Beban Maksimum (Kg)	6675	2550	4612,5
Beban Putus (Kg)	5574,92	2257,92	3916,42
Tegangan Luluh (Kg/mm <sup>2</sup> )	78,52	24,72	51,62
Tegangan Max (Kg/mm <sup>2</sup> )	89	34	61,5
Tegangan Putus (Kg/mm <sup>2</sup> )	74,33	30,10	52,21
Regangan Luluh, $\epsilon_y$ (%)	0,04	0,04	0,04
Regangan Max, $\epsilon_{max}$ (%)	0,09	0,36	0,22
Regangan Patah, $\epsilon_p$ (%)	0,13	0,40	0,26

Tabel 8. Data Baja ST 60 Perlakuan Panas 35 Menit



Gambar 11. Grafik Baja ST 60 Perlakuan Panas 35 Menit

Hasil Rata-Rata Uji Tarik Baja ST 42 Dan Baja ST 60

No	Spesimen Uji		Tegangan (Kg/mm <sup>2</sup> )	Regangan (%)
	Temperatur 880 °C Normalizing	Spesimen		
1	Baja ST 42 Tanpa Perlakuan Panas	A1(a)	42,86	0,17
		A1(b)		
2	Baja ST 42 Perlakuan Panas 5 Menit	A2(a)	65,76	0,16
		A2(b)		
3	Baja ST 42 Perlakuan Panas 15 Menit	A3(a)	35,49	0,25
		A3(b)		
4	Baja ST 42 Perlakuan Panas 35 Menit	A4(a)	65,49	0,15
		A4(b)		
5	Baja ST 60 Tanpa Perlakuan Panas	B1(a)	94,66	0,1
		B1(b)		
6	Baja ST 60 Perlakuan Panas 5 Menit	B2(a)	100,49	0,06
		B2(b)		
7	Baja ST 60 Perlakuan Panas 15 Menit	B3(a)	67,16	0,16
		B3(b)		
8	Baja ST 60 Perlakuan Panas 35 Menit	B4(a)	61,5	0,22
		B4(b)		

Tabel 9. Hasil Rata-Rata Uji Tarik Baja ST 42 Dan Baja ST 60

Keterangan Kodefikasi :

(a) = Spesimen 1 dengan uji tarik

(b) = Spesimen 2 dengan uji Tarik

A1 = Baja ST 42 tanpa perlakuan panas

B1 = Baja ST 60 tanpa perlakuan panas

A2 = Baja ST 42 perlakuan panas 5 menit

B2 = Baja ST 60 perlakuan panas 5 menit

A3 = Baja ST 42 perlakuan panas 15 menit

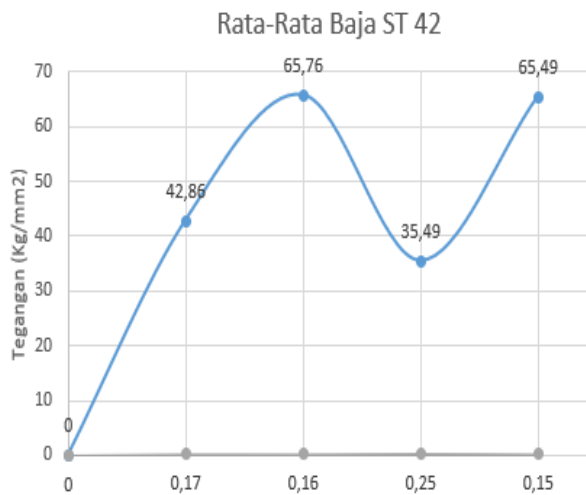
B3 = Baja ST 60 perlakuan panas 15 menit

A4 = Baja ST 42 perlakuan panas 35 menit

B4 = Baja ST 60 perlakuan panas 35 menit

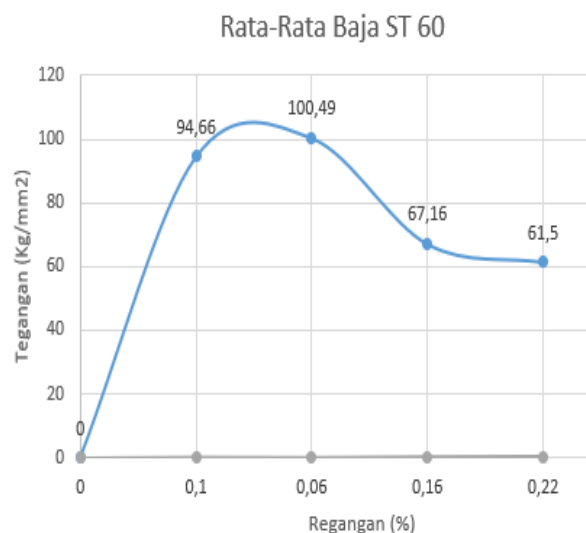


Grafik Hasil Rata-Rata Uji Tarik Baja ST 42



Gambar 12. Grafik Hasil Rata-Rata Uji Tarik Baja ST 42

Grafik Hasil Rata-Rata Uji Tarik Baja ST 60



Gambar 13. Grafik Hasil Rata-Rata Uji Tarik Baja ST 60

Pada grafik diatas terdapat dua garis berwarna biru dan orange. Garis biru menunjukkan tegangan rata-rata sampel uji dan garis orange menunjukkan regangan rata-rata sampel uji. Gambar diatas menunjukkan bahwa suhu pemanasan dan media media pendingin *normalizing* mempengaruhi pada hasil tegangan regangan.

Hasil tegangan pada spesimen baja ST 42 tanpa heattreatment (A1) adalah 42,86 Kg/mm<sup>2</sup> dan untuk regangannya adalah

0,17% sedangkan pada spesimen baja ST 60 tanpa heattreatment (B1) adalah 94,66 Kg/mm<sup>2</sup> dan untuk regangannya adalah 0,1%. Berdasarkan variasi waktu retensi panas setelah normalizing, spesimen ST 42 (A2) memiliki tegangan tarik terbesar yaitu 65,76 Kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan spesimen ST 60 (B2) memiliki tegangan tarik tertinggi yaitu 100,49 Kg/mm<sup>2</sup>.

Pada regangannya pada gambar diatas menunjukkan bahwa regangan tertinggi pada spesimen ST 42 (A3) adalah 0,25% sedangkan regangan tertinggi pada spesimen ST 60 (B4) adalah 0,22%.

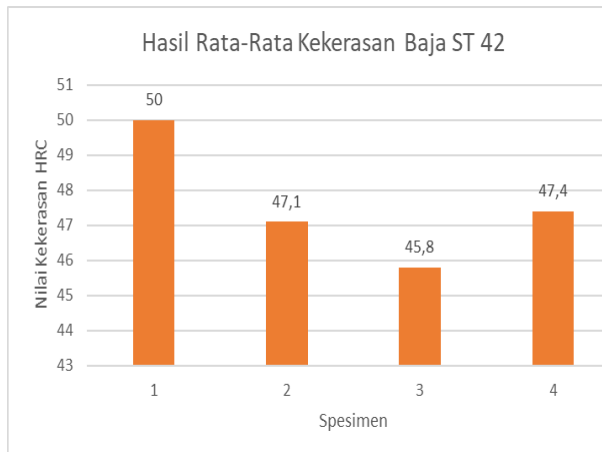
### Pengujian Kekerasan Rockwell

Data Hasil Uji Kekerasan Rockwell Baja ST 42

No	Benda Uji	Kondisi Indentasi	Indentasi	Spesimen	HRC	HRC Rata-Rata
1	Baja ST 42 Tanpa Perlakuan Panas	P = 150 kg t = 5 Detik	Diamond Cone	1	50	50
					51	
				2	50	
					49	
2	Baja ST 42 Perlakuan Panas 5 Menit	P = 150 kg t = 5 Detik	Diamond Cone	1	47	47,1
					47,5	
				2	48,5	
					46	
3	Baja ST 42 Perlakuan Panas 15 Menit	P = 150 kg t = 5 Detik	Diamond Cone	1	43	45,8
					47	
				2	44	
					47	
4	Baja ST 42 Perlakuan Panas 35 Menit	P = 150 kg t = 5 Detik	Diamond Cone	1	46,5	47,4
					48	
				2	48	
					47	

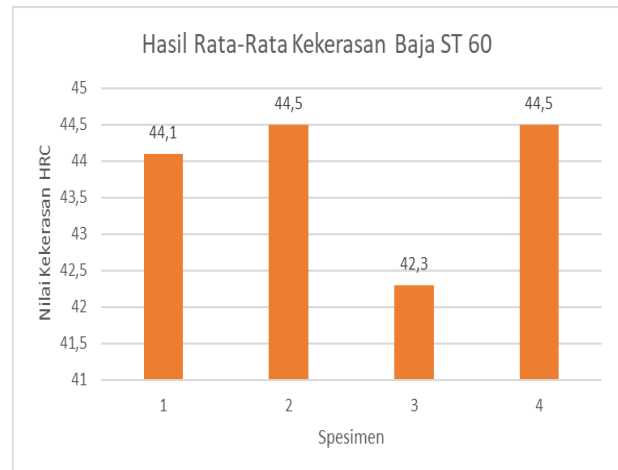
Tabel 10. Data Hasil Uji kekerasan Rockwell Baja ST 42

Diagram Hasil Rata-Rata Kekerasan Baja ST 42



Gambar 14. Diagram Hasil Rata-Rata Kekerasan Baja ST 42

Diagram Hasil Rata-Rata Kekerasan Baja ST 60



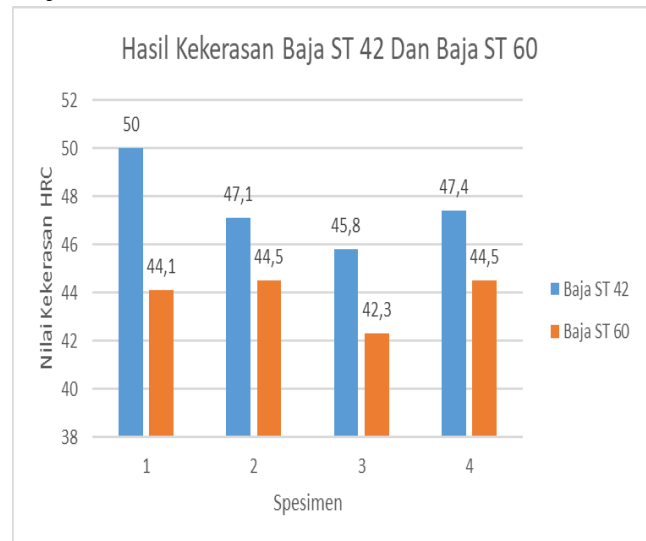
Gambar 15. Diagram Hasil Rata-Rata Kekerasan Baja ST 60

Data Hasil Uji kekerasan Rockwell Baja ST 60

No	Benda Uji	Kondisi Indentasi	Indentasi	Spesimen	HRC	HRC Rata-Rata
1	Baja ST 60 Tanpa Perlakuan Panas	P = 150 kg t = 5 Detik	Diamond Cone	1	44,5	44,1
					44,5	
					43,5	
				2	44,5	
					44	
					44	
2	Baja ST 60 Perlakuan Panas 5 Menit	P = 150 kg t = 5 Detik	Diamond Cone	1	44	44,5
					45,5	
					44,5	
				2	44	
					45	
					44	
3	Baja ST 60 Perlakuan Panas 15 Menit	P = 150 kg t = 5 Detik	Diamond Cone	1	43	42,3
					41	
					42	
				2	45	
					41	
					42	
4	Baja ST 60 Perlakuan Panas 35 Menit	P = 150 kg t = 5 Detik	Diamond Cone	1	42,5	44,5
					44	
					45,5	
				2	45	
					44	
					46	

Tabel 11. Hasil Uji kekerasan Rockwell Baja ST 60

Hasil Rata-Rata Kekerasan Baja ST 42 Dan Baja ST 60



Gambar 16. Diagram Hasil Rata-Rata Kekerasan Baja ST 42 Dan Baja ST 60

Sampel baja ST 60 ditunjukkan dengan warna jingga tanpa perlakuan panas dan warna biru dengan perlakuan panas pada gambar di atas, sedangkan nilai kekerasan sampel baja ST 42 ditunjukkan dengan warna biru dengan perlakuan panas.

Pada spesimen 1 tanpa *heattreatment* baja ST 42 mempunyai nilai kekerasan dengan rata-rata 50 HRC, sedangkan pada spesimen 1 tanpa *heattreatment* baja ST 60 mempunyai nilai kekerasan dengan rata-rata

44,1 HRC. Nilai kekerasan tertinggi pada proses *heattreatment* dengan *normalizing* pada baja ST 42 mempunyai rata-rata 47,4 HRC sedangkan nilai kekerasan tertinggi pada proses *heattreatment* dengan *normalizing* pada ST 60 mempunyai rata-rata 44,5 HRC.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Variasi waktu penahanan mempengaruhi hasil uji tarik. Hal ini disebabkan oleh panas yang digunakan, yang menyebabkan panjang material bervariasi dan menghasilkan uji tarik yang berbeda. Penggunaan variasi *holding time* tertinggi untuk spesimen baja ST 42 pada waktu 5 menit dengan hasil pengujian tarik mencapai 65,76 Kg/mm<sup>2</sup> sedangkan pada baja ST 60 terdapat nilai tertinggi pada waktu 5 menit dengan hasil pengujian tarik sebesar 100,49 Kg/mm<sup>2</sup>.

Dari hasil pengujian ketiga variasi waktu penahanan tersebut, didapatkan nilai terendah pada spesimen ST 42 dengan waktu *holding time* 15 menit dengan nilai 35,49 Kg/mm<sup>2</sup> sedangkan nilai terendah pada spesimen ST 60 dengan waktu *holding time* 35 menit dengan nilai 61,5 Kg/mm<sup>2</sup>.

Dari hasil pengujian kekerasan disimpulkan spesimen ST 42 tanpa *heattreatment* lebih tinggi dari pada menggunakan *heattreatment* dengan nilai 50 HRC Sedangkan pada spesimen ST 60 dengan *heattreatment* lebih tinggi daripada tanpa *heattreatment* dengan nilai 44,5 HRC.

### Saran

Berdasarkan percobaan yang dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut untuk peneliti selanjutnya:

Pengujian diharapkan setiap melakukan pengambilan data pengujian, untuk melakukan dengan baik untuk setiap pengumpulan data pengujian, agar meminimalkan kesalahan saat mengolah data.

Penelitian berikutnya yang terkait *normalizing heat treatment* sebaiknya

menggunakan variasi suhu dan *holding time* yang berbeda agar lebih bervariasi.

Diharapkan pada proses perlakuan panas, penataan sampel uji harus benar untuk agar panas yang diberikan merata dan meminimalisir kesalahan saat pengambilan sampel.

## REFERENSI

- Ahmadin. (2021). Pengujian Kekerasan Dan Struktur Mikro Plat Baja Karbon Rendah Setelah Proses Pemanasan Dengan Suhu 800 0 c Di Quenching Bio Solar. *Teknik Simes*, 15(2), 8–14.
- Bahri, S. (2017). Analisa Perlakuan Panas Terhadap Baja Karbon Ns 1045. *Buletin Utama Teknik*, 3814.
- Nafi, Maula, and dan Ichlas Wahid. 2017. "Effect of T6 Heat Treatment on Mechanical Properties of Coal Ash-Aluminum Composite as Brake Disk Holder Component." : 12–14.
- I Dewa Gede Ary Subagia, ST., MT., P. . (2015). Modul Praktikum Metalurgi. *Modul Praktikum Metalurgi*, September, 1–45.
- Jokosisworo, S. (2018). Pengaruh Normalizing Dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Terhadap Sifat Mekanik Baja ST 46. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan*, 15(2), 68–73. <https://doi.org/10.14710/kpl.v15i2.19193>
- Lhokseumawe, P. N., Pengantar, K., Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetio, A. B., & Andespa, R. (2010). Analisa Uji Kekerasan Pada Material Baja St37 Setelah Mengalami Perlakuan Panas Annealing. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Margono, M. (2008). Margono Staf Pengajar D3 Fakultas Teknik UNDIP. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 6(2), 156–160. <http://ejournal.bappeda.jatengprov.go.id/index.php/jurnaljateng/article/view/196>

- Mesin, J. T., Pendidikan, F., Dan, T., & Indonesia, U. P. (2004). *Rangkuman normalising*. 020836.
- Murtiono, A. (2012). Pengaruh Quenching dan Tempering Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang untuk Mata Pisau Pemanen Sawit. *E-Dinamis*, II(2), 57–70.
- Syahrillah, Gusti R. F., Firman, M., & Sugeng .P, M. A. (2016). Analisa Uji Kekerasan pada Poros Baja ST 60 dengan Media Pendingin yang Berbeda. *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 01(02), 21–26. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JZR/article/view/463>
- Yusuf, F. A. (2021). *Pengaruh Waktu Tahan Terhadap Kekerasan baja AISI 1025 dengan Perlakuan Pendinginan*  
**PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES CARBURIZING TERHADAP KEKERASAN BAJA AISI 1025 DENGAN PERLAKUAN PENDINGINAN QUENCHING , ANNEALING , DAN NORMALIZING**  
*Faizal Akbar Yusuf Abst.*