

# PENGARUH VARIASI *QUENCHING* BERTINGKAT PADA BAJA AISI-1045 DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA PENDINGIN OLI SAE-20W DAN AIR TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO

Saharuddin Rasyid<sup>1</sup>, Ahmad<sup>1</sup>, Muh.Sulfikar Ramadhani<sup>2</sup>, Istan Herdin<sup>2</sup>

**Abstrak-** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi *quenching* bertingkat dengan menggunakan media pendingin oli dan air pada baja AISI 1045 terhadap sifat mekanik dan struktur mikro. Sifat mekanis yang dianalisa meliputi uji kekerasan, uji impak dan pengamatan struktur mikro. Metode yang digunakan yaitu diawali dengan proses Perlakuan Panas (*Heat Treatment*) pada temperatur 850° dengan waktu Penahanan ( *Holding Time*) selama 4 jam. Setelah itu dilanjutkan Pendinginan Cepat (*Quenching*) dengan volume air dan oli yang divariasikan untuk setiap spesimen. Nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada media pendingin air saja tanpa campuran oli sebesar 71.74 HRC atau meningkat sebesar 796.75% atau delapan kali lipat dari kekerasan *raw material* sedangkan kekerasan terendah dari variasi oli dan air terjadi pada variasi 50:50 (%) sebesar 46,38 HRC atau meningkat sebesar 475% atau hampir lima kali lipat. Kekuatan impak baja AISI-1045 cenderung mengalami peningkatan kekuatan pada media pendinginan air + oli diatas 10% dibandingkan *raw material*, ini menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah volume oli terhadap air sebagai media *quenching*, maka akan meningkatkan keuletan baja namun menurunkan kekerasan baja. Jenis variable pendinginan yang menghasilkan baja yang tangguh (keras dan ulet) adalah pada variable *quenching* air 80:20 (%) oli dan air 70:30 (%) oli. Namun, berdasarkan pertemuan dua garis linear pada grafik perbandingan nilai kekerasan dan impak, ditemukan perbandingan variasi pendinginan yang paling optimal yakni pada variasi air 68% dan oli 32%.

## 1. PENDAHULUAN

Baja karbon adalah salah satu logam yang umum dan banyak digunakan terutama untuk membuat alat-alat perkakas, alat-alat pertanian, komponen-komponen otomotif, konstruksi, pemipaan, alat-alat rumah tangga. Dalam aplikasi pemakaiannya, semua baja akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek, tarik maupun tekan sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Usaha menjaga baja agar lebih tahan gesekan, tarikan atau tekanan adalah dengan cara mengeraskan baja tersebut, yaitu salah satunya dengan perlakuan panas (*heat treatment*). Proses *heat treatment* pada baja hanya dapat dilakukan pada baja yang memiliki kandungan karbon diatas 0.03% (Yose Rizal, 2014).

Proses *heat treatment* meliputi pemanasan baja pada suhu tertentu, dipertahankan pada waktu tertentu dan didinginkan pada media pendingin tertentu pula. Perlakuan panas mempunyai banyak tujuan, diantaranya untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal atau tegangan sisa, menghaluskan butir kristal, meningkatkan kekerasan, meningkatkan tegangan tarik logam dan sebagainya, tujuan ini akan tercapai seperti apa yang diinginkan jika memperhatikan parameter yang mempengaruhinya, seperti suhu pemanasan dan media pendingin yang digunakan (Wibowo,2006).

---

<sup>1</sup> Staf Pengajar D4 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

<sup>2</sup> Alumni Program D4 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah pengerasan (*hardening*), yaitu proses pemanasan baja sampai suhu didaerah atau diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat dinamakan *quenching* (Amstead, 1979).

Penggunaan baja AISI-1045 untuk pembuat poros berputar pada mesin, perkakas dan alat potong sering kali terjadi kerusakan berupa keretakan pada permukaan atau patahan apabila menerima beban yang tiba-tiba ataupun berlebih. Umumnya keretakan ini sering terjadi dari hasil *heat treatment* dengan menggunakan media *quenching* air. Berdasarkan hasil penelitian Yunaidi (2015) tentang pengaruh *viskositas* oli sebagai media *quenching* pada baja ST-60. Mengatakan “Pada material ST-60 kekuatan tarik tertinggi terjadi pada spesimen dengan *quenching* oli SAE-20, sedangkan *elongation* terbesar terjadi pada spesimen dengan *quenching* oli SAE-40”.

Penelitian terdahulu oleh Muas (2014) meneliti tentang *quenching-tempering* dengan variasi temperatur dan variasi media pendinginan pada baja AISI-1045. Berdasarkan hasil penelitiannya perlakuan pendinginan dengan menggunakan metode air dapat menyebabkan timbulnya tegangan sisa atau tegangan dalam pada baja yang berakibat memicu terjadinya keretakan pada baja. Sedangkan dengan menggunakan media pendinginan dengan oli tidak menyebabkan terjadinya peningkatan kekerasan sesuai dengan yang diharapkan.

Penggunaan minyak pelumas akan menimbulkan selaput karbon pada spesimen tergantung dari besarnya viskositas pelumas. Yunaidi (2015) meneliti tentang viskositas pelumas. Penelitian ini menunjukkan bahwa viskositas oli sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik baja. Maka dari itu peneliti memilih menggunakan oli SAE-20 sebagai media *quenching* yang memiliki kekentalan yang rendah. Penelitian ini menggunakan materian AISI-1045 untuk mengetahui sifat mekanik dan sifat fisis melalui struktur mikro yang terjadi. Pemilihan minyak pelumas *mesran* dikarenakan merupakan salah satu jenis pelumas yang mudah di temui dipasaran dan memiliki harga yang jauh lebih murah dibandingkan minyak pelumas khusus *quenching*.

Baja AISI-1045 termasuk dalam baja karbon menengah yang memiliki sifat yang dapat dimodifikasi, sedikit ulet (*ductile*) dan tangguh (*toughness*). Umumnya baja jenis ini sering diaplikasikan sebagai bahan utama pada bagaian mesin seperti poros, gear, dan batang penghubung piston kendaraan yang pada aplikasinya sering mengalami gesekan dan tekanan maka ketahanan terhadapaus dan kekerasan sangat diperlukan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukanlah penelitian perlakuan panas baja AISI-1045 dengan metode *queching* bertingkat menggunakan media pendingin oli dan air. Perpaduan media *quenching* ini diharapkan mampu memadukan karakter baja yang dihasilkan dari media pendingin air yang keras dan oli yang ulet.

## II. METODE

### 2.1 Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja AISI-1045 atau baja EMS-45, BOHLER, PT. BOHLINDO BAJA. Baja AISI-1045 mempunyai kadar (% berat) C 0,48%, Si 0,30%, dan Mn 0,70%. (Grade Bohler PT. Bhinneka Bajanasa). Ukuran spesimen uji kekerasan adalah 10x10x80 mm, dan spesimen uji impak adalah 10x10x80 mm.

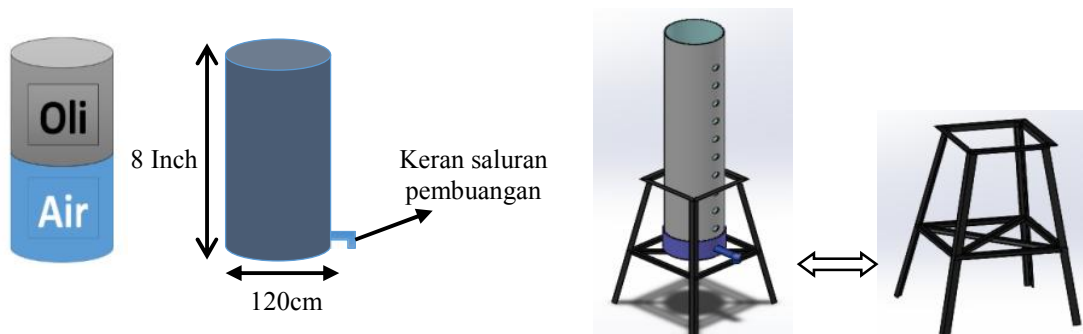
Media pendingin yang digunakan terdiri dari dua jenis yaitu oli dan air. Media *quenching* oli yang digunakan adalah SAE-20W dengan spesifikasi seperti table dibawah ini.

**Tabel 1. Spesimen Pengujian**

Jenis Pengujian	Media Quenching Bertingkat Air dan Oli							Jumlah
	100:	90:10	80:2	70:30	60:4	50:50	raw	
Uji Kekerasan & Impak	4	4	4	4	4	4	4	28
Uji Struktur Mikro	1	1	1	1	1	1	1	7

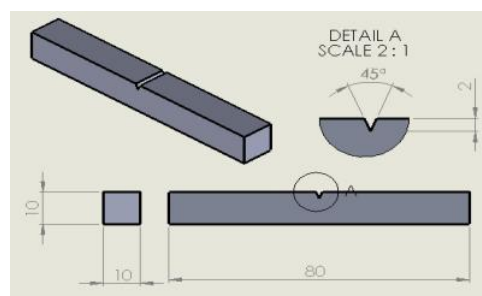
### 2.2 Pembuatan Wadah Media Pendingin

Wadah media pendingin yang dibuat dari bahan pipa PVC dengan ukuran 8" x 120 cm (gambar 1), alat ukur ketinggian dibuat dari pipa transparan ukuran 0,5"x 60 cm, yang diberi skala ukur, saluran pengeluaran menggunakan keran air 1/2", dan dudukan wadah sebagai rangka penahan pipa terbuat dari besi siku dengan ukuran 40x40x100 cm (gambar 2).



**Gambar 1. Konsep Wadah Pendingin Gambar 2. Rancangan Wadah Quenching**

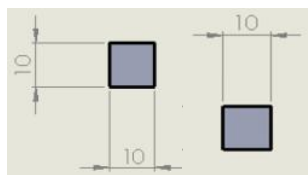
### 2.3 Pembuatan Spesimen Uji Kekerasan dan Impak



**Gambar 3. Spesimen Uji Kekerasan dan Takik**

Pembuatan spesimen uji impak didasari dengan metode Charpy dengan kampuh V berdasarkan standar ASTM E23-82, ISO 148-1 atau EN 10045-1 (gambar 3). Untuk pengujian kekerasan dibentuk dengan merujuk ke standar ASTM E10, ISO 6506. Ukuran spesimen uji kekerasan adalah 10x10x80 mm, dan spesimen uji impak adalah 10x10x80 mm. Spesimen uji ini berjumlah 28 buah.

### 2.4 Spesimen Uji Struktur Mikro dan Uji Komposisi



**Gambar 4. Spesimen Uji Struktur Mikro dan Uji Komposisi**

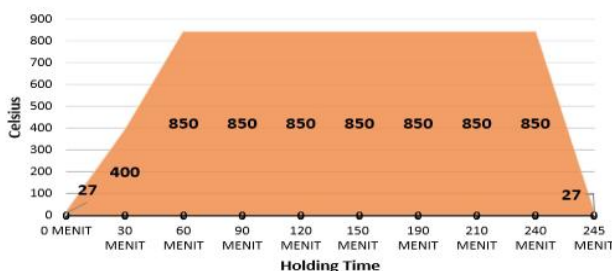
Satandar uji yang digunakan dalam pengujian ini terdiri dari standar persiapan sebelum uji struktur mikro (ASTM E3) dan standar pelaksana uji struktur mikro (ASTM E7). Spesimen struktur mikro dan uji komposisi unsur (gambar 4) dipersiapkan secukupnya guna melengkapi data dan informasi hasil.

## 2.5 Alur Penelitian

Urutan dalam penelitian ini dimulai dari penyiapan bahan material AISI-1045 yang kemudian dilakukan proses permesinan untuk membentuk spesimen kekerasan dan impak sesuai dengan standar yang telah ditentukan dan memenuhi persyaratan spesimen sejumlah 26 buah pada tiap-tiap jenis spesimen dari 4 jenis pengujian yaitu uji kekerasan dan uji ketangguhan. Masing-masing terdiri dari dari 2 buah sebagai pembandingan utama (*raw material*), sebagai kontrol *quenching*.

Perlakuan panas dilakukan dalam dapur pemanas atau tungku pemanas, yang pertama yaitu proses pemanasan dari suhu ruang sampai dengan temperatur 850 °C selama  $\pm 60$  menit (sesuai kemampuan tungku pemanas). Selanjutnya pada suhu ini akan ditahan (*holding time*) selama 240 menit atau 4 jam. Table *heat treatment* dapat dilihat di Gambar 5. Kemudian spesimen yang telah dipanaskan dikeluarkan lalu dicelupkan dan dijatuhkan kedalam media pendingin mengikuti kecepatan grafitasi bumi. Perbandingan volume oli dan air pada proses *quenching* adalah 0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, dan 50:50.

Setelah proses heat treatment dilakukan maka akan dilanjutkan dengan pengujian kekerasan, impak, dan pengamatan struktur mikro.



**Gambar 5. Diagram Waktu Pemanasan**

## 2.6 Prosedur Penelitian

### 1. Proses Quenching Bertingkat pada Baja AISI-1045

Tahap Pertama: yaitu mempersiapkan material baja berbentuk 10x10x80 mm. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan mesin Frais merek *Minyang*. kemudian di pertengahan spesimen dibuatkan kampuh V dengan mesin *Secraf*. Lalu baja diikat untuk mempermudah proses pengangkatan saat proses *heat treatment* (gambar 6).



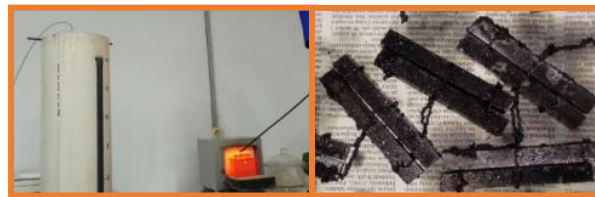
**Gambar 6. Pembuatan Spesimen**

Tahap kedua: yaitu pembuatan wadah *quenching* khusus yang terbuat dari material pipa PVC setinggi 1,2 m dan cawan pembakaran yang terbuat dari plat baja berukuran 850x110x80 mm, kemudian untuk tinggi total wadah cairan pendingin adalah 1 m dengan selisih jarak 10 cm tiap level perbaindingan dengan jumlah volume total cairan sebanyak 32,4 dm<sup>3</sup> (liter). Bisa dilihat seperti pada gambar 7.



**Gambar 7. Wadah *Quenching***

Tahap ketiga: yaitu perlakuan *heat treatment* lalu disusul dengan perlakuan *quenching* pada spesimen dengan varisasi perbandingan air dan oli mulai dari 0% oli hingga 50% oli dari air.

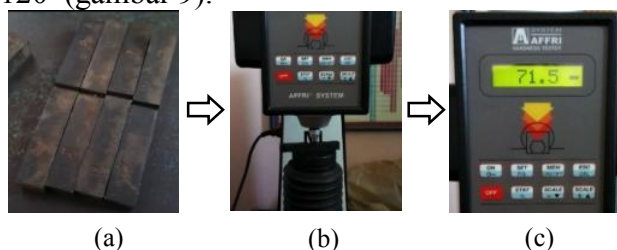


**Gambar 8. Proses *Heat Treatment- Quenching*, dan Hasil *Quenching* Bertingkat**

Berdasarkan gambar hasil *quenching* bertingkat (gambar 8), tidak ditemukan adanya keretakan pada baja setelah proses *quenching* bertingkat dilakukan. Ini mengindikasikan tidak terdapatnya tegangan sisa akibat proses *quenching*.

2. Proses Pengujian Kekerasan, Impak dan Pengamatan Struktur Mikro pada Baja AISI-1045
  - Pengujian Kekerasan
    - Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui kekerasan baja dari setiap variasi *quenching* yang telah dilakukan. Kemudian tahap selanjutnya melakukan pengujian *specimen*

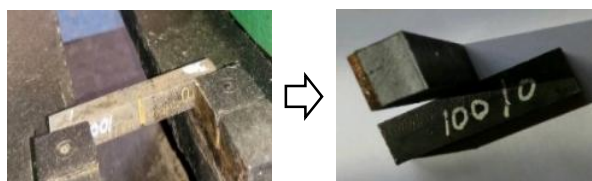
dengan menggunakan metode Brinnel (HB) dengan *indentor* bola baja Ø 2,5 mm untuk *raw material* sedangkan material setelah di-*heat treatment* dengan menggunakan metode HRC dengan *indentor* intan 120<sup>0</sup> (gambar 9).



**Gambar 9. a) Spesimen Uji Kekerasan, b) Proses Pengujian Kekerasan, c) Hasil Pengujian Kekerasan**

- Pengujian Ketangguhan (Impak)

Pengujian ini dengan menggunakan bahan yang sama dengan pengujian kekerasan (gambar 10). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keuletan baja dari setiap variasi *quenching* yang telah dilakukan. Selanjutnya pada penelitian ini kami melakukan pengujian impak dengan menggunakan metode *charphy*.



**Gambar 10. Spesimen Uji Impak**

- Analisis Struktur Mikro (Matalografi)

Metode pengujian ini memerlukan persiapan yang cukup teliti dan cermat, agar diperoleh hasil metallografi yang baik, oleh karenanya diperlukan beberapa tahap dalam persiapannya yaitu:

- *Pemotongan Benda Uji*

Untuk dapat melihat struktur dalam benda uji mikroskopik dengan baik, maka benda uji dipotong dengan ukuran (10x10x10) mm mengacu dari satandar ASTM E3 dan E7.

- *Mounting*

Bertujuan agar memudahkan pengoperasian selama proses preparasi (*grinding* dan *polishing*). Spesimen dimasukkan kedalam cetakan yang berbentuk cawan berdiameter 3 cm. lalu diberi resi (campuran 97% *polyster* dan 3% *hardener*).

- *Grinding dan Polishing*

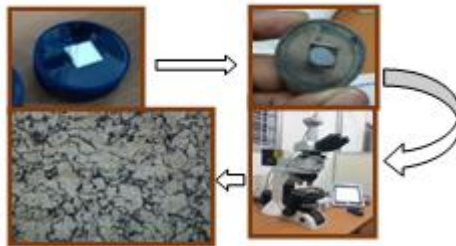
Diampas secara berurutan dari yang kasar sampai yang halus dengan memakai kekasaran kertas ampas dengan nomor: 180, 220, 450, 550, 800, 1000, 1200, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000. Kertas ampas terbuat dari bahan *aluminiumoxide waterproof*. Kemudian akan dilanjutkan dengan *polishing* dengan menggunakan kain poles beludru dan mesin poles. Kain beludru ditempelkan pada piringan yang berputar pada mesin poles, kemudian kain diberi carian abrasif yang sangat halus.

- *Etsa*

Proses pengetsaan, dimana permukaan benda uji dicelup atau ditetesi dengan waktu  $\pm$  5detik menggunakan larutan Nitral 2% (alkohol 97% 100ml + HNO<sub>3</sub> 3ml) setelah itu dibersihkan dengan air dan alkohol 97 % kemudian dikeringkan dengan udara hangat, tujuannya agar terhindar dari oksidasi udara sekitar.

- Foto Struktur Mikro

Selanjutnya setelah sampel permukaannya telah halus dan tidak ada goresan maka dilakukan foto struktur mikro specimen sebelum dan setelah di-etsa dengan perbesaran 5-50  $\mu$ m. Adapun tahapan dan hasil uji struktur mikro dapat dilihat pada gambar 11.

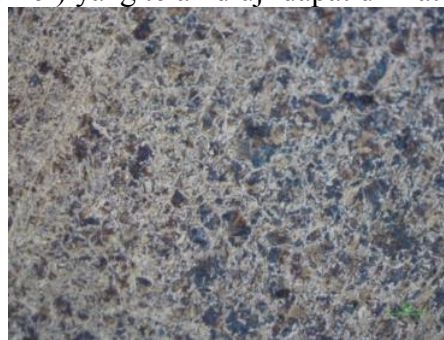


**Gambar 11. Spesimen Polis Uji Struktur Mikro, Spesimen Stelah Di-Etsa, Pengamatan Struktur Mikro, Hasil Pengamatan Struktur Mikro**

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil

Data yang dihasilkan dari penelitian ini berupa angka dan grafik yang meliputi pengamatan/uji struktur mikro, uji kekerasan dan uji dampak baja AISI-1045 sebelum dan sesudah pengerasan. Uji struktur mikro pada baja AISI-1045 dilakukan untuk mengetahui struktur mikro awal pada bahan dan dibandingkan dengan struktur mikro bahan setelah proses pengerasan dan proses *quenching* yang telah direncanakan. Adapun gambar struktur mikro Baja AISI-1045 (EMS-45, Bohler) yang telah diuji dapat dilihat pada gambar 12.



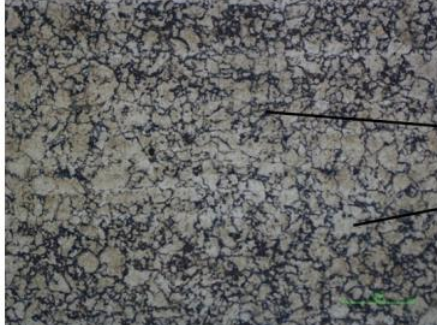

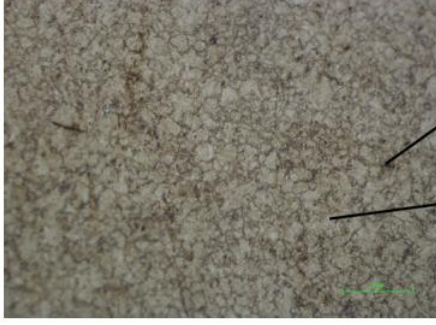


**Gambar 12. Struktur mikro baja AISI-1045 pembesaran 10X (EMS-45, Bohler)**

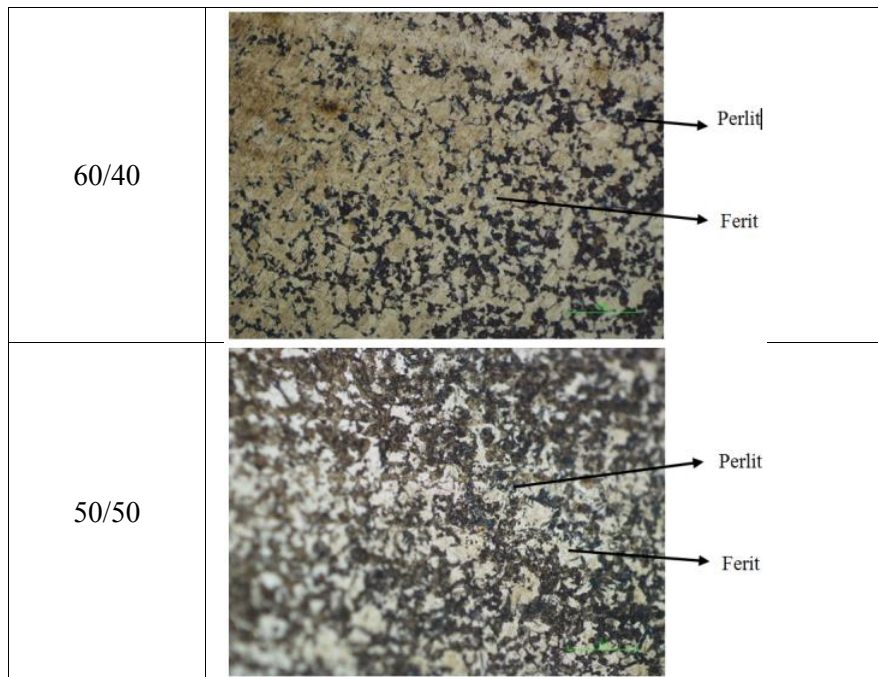
Dengan melihat karakteristik kandungan ferit dan perlit yang telah diteliti sebelumnya ([www.Steeldata.Info](http://www.Steeldata.Info)). Berdasarkan hasil foto struktur mikro yang telah dilakukan dapat diamati kandungan ferit, perlite dan martensit pada baja AISI-1045.

**Tabel 2. Ferit dan Perlit pada Struktur Mikro Baja AISI-1045**

Variasi Quenching	Gambar Struktur Mikro	Keterangan
-------------------	-----------------------	------------

<p><i>Raw Material</i></p>		<p>Perlit</p> <p>Ferit</p>
<p>100/0</p>		<p>Martensit</p> <p>Perlit</p> <p>Ferit</p>
<p>90/10</p>		<p>Perlit</p> <p>Ferit</p>
<p>80/20</p>		<p>Martensit</p> <p>Perlit</p> <p>Ferit</p>
<p>70/30</p>		<p>Perlit</p> <p>Ferit</p>





Penggunaan aplikasi ImageJ digunakan untuk mengetahui ukuran butiran struktur mikro baja AISI-1045, dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Jumlah Butiran pada Struktur Mikro Baja AISI-1045 dengan menggunakan Aplikasi ImageJ**

Material	Pembesaran	Jumlah	Total Luas	Luas rata-rata ( $\mu\text{m}^2$ )	(%) Luas	Diameter ( $\mu\text{m}$ )
Raw	20X.JPG	3102	148537.8	47.885	48.352	<b>20.088</b>
50/50	20X.JPG	518	181254.5	349.912	59.002	<b>25.415</b>
60/40	20X.JPG	3206	108941.5	33.981	35.463	<b>17.771</b>
70/30	20X.JPG	4787	124885.8	26.089	40.653	<b>15.214</b>
80/20	20X.JPG	5913	154851.3	26.188	50.407	<b>12.987</b>
90/10	20X.JPG	3396	115488.5	34.007	37.594	<b>14.811</b>
100/0	20X.JPG	4082	138936	34.036	45.227	<b>15.254</b>

Pada pengujian kekerasan baja AISI-1045 sebelum proses *hardening* dilakukan dengan menggunakan metode Brinell. Data hasil pengujian baja AISI-1045 dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4. Data Hasil Pengujian Kekerasan Baja AISI-1045 Sebelum Dikeraskan**

Sample	Nilai Kekerasan Metode Brinell					Rata-rata
	1	2	3	4	5	(HB)
I	152.2	178.8	171.5	200	192	178.9
II	155	162.2	180.2	220	183	180.08
				Rata-rata		<b>179.49</b>
				<b>HRC</b>		<b>8</b>

Untuk pengujian impak baja AISI-1045 dilakukan dengan menggunakan metode Charpy. Data hasil pengujian baja AISI-1045 dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5. Data Hasil Pengujian Impak Baja AISI-1045 Sebelum Dikeraskan**

Jenis Quenching	(G) Beban Pendulum (Kg)	( $\lambda$ ) Panjang Lengan Pendulum (m)	Sudut Awal ( $\alpha^\circ$ )	Sudut Akhir ( $\beta^\circ$ )	(W) Nilai Usaha (kg m)	(K) Nilai Impak ( $\text{kg m/mm}^2$ )
Raw Material	12.7	1.2	130	111	4.335	0.054

Dengan menggunakan persamaan  $W = G \times \lambda (\cos \beta - \cos \alpha)$  (kg m) diperoleh nilai usaha untuk mematahkan spesimen adalah 4.335 Kg m dan kekuatan impak spesimen adalah  $0.054 \text{ kg m/mm}^2$ .

Data-data uji kekerasan dan uji impak sebelum proses pengerasan selanjutnya akan dibandingkan dengan data hasil uji kekerasan dan uji impak setelah proses pengerasan. Untuk data hasil pengujian kekerasan dan data hasil pengujian impak setelah proses pemanasan atau *heat treatment* dengan menggunakan media pendingin/*quenching* dengan perbandingan antara air dan oli; 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, dapat dilihat pada tabel 6.

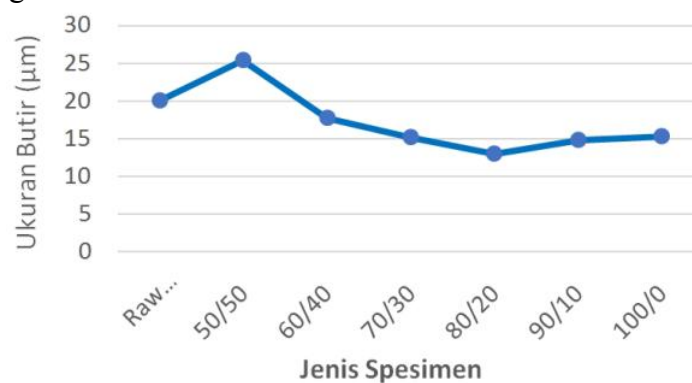
**Tabel 6. Data Hasil Pengujian Kekerasan Baja AISI-1045 Setelah Dikeraskan**

Jenis Quenching	Spesiment	Nilai Kekerasan (HRC)					Rata - rata (HRC)
		1	2	3	4	5	
100/0	I	78.2	77.1	76.7	78.8	69.8	76.12
	II	64.4	71	58.6	73.3	69.5	67.36
		Rata-rata					<b>71.74</b>
90/10	I	57.7	75.4	66.7	59	62.4	64.24
	II	60.7	63.9	64.6	70.7	55.3	63.04
		Rata-rata					<b>63.64</b>
80/20	I	51.3	58.1	61	58	47.9	55.26
	II	71.9	67.4	53.6	55.7	57.9	61.3
		Rata-rata					<b>58.28</b>
70/30	I	49.1	48	53.1	50.4	50.4	50.2
	II	49.9	48.1	55.3	48.6	48.2	50.02
		Rata-rata					50.11
60/40	I	51.3	47.2	50	41.7	48	47.64
	II	42.4	51.4	48	49.9	50.1	48.36
		Rata-rata					<b>48</b>
50/50	I	47.3	49	48.8	43.9	45.4	46.88
	II	53.5	45.5	40.2	45.9	44.3	45.88
		Rata-rata					<b>46.38</b>

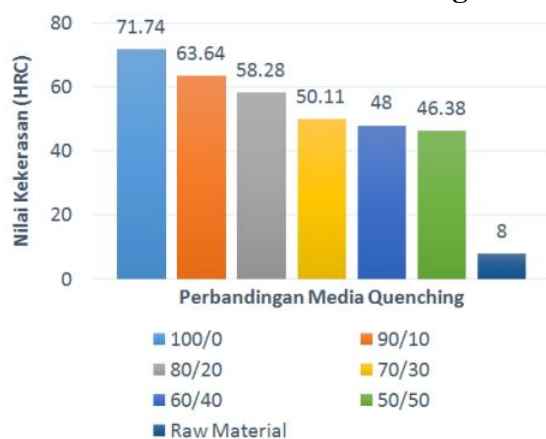
**Tabel 7. Data Hasil Pengujian Impak Baja AISI-1045 Setelah Proses Heat Treatment Dengan Menggunakan Perbandingan antara Air dan Oli**

NO	Jenis Quenching	(G) Beban Pendulum (Kg)	(λ) Panjang Lengan Pendulum (m)	Sudut Awal(α°)	Sudut Akhir (β°)	(W) Nilai Usaha (kg m)
1	100/0	12.7	1,2	130	124	1.274
2	90/10	12.7	1,2	130	119	2.408
3	80/20	12.7	1,2	130	109	4.834
4	70/30	12.7	1,2	130	111	4.335
5	60/40	12.7	1,2	130	105	5.852
6	50/50	12.7	1,2	130	105	5.852

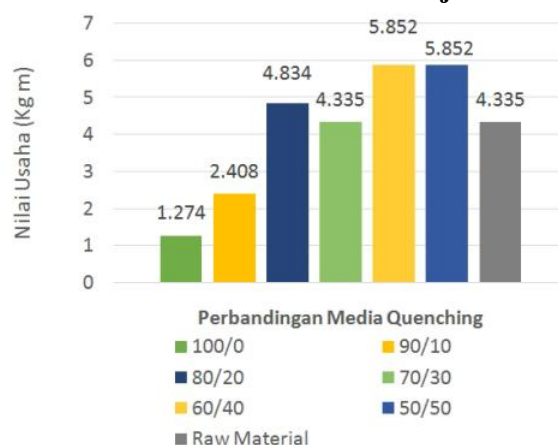
Berdasarkan data hasil pengamatan struktur mikro dan uji kekerasan serta data hasil uji impak pada Tabel 4 s.d 7, maka dapat digambarkan hubungan antara nilai kekerasan baja AISI-1045 dan perbedaan perbandingan air dengan oli dari setiap media pendingin seperti terlihat pada gambar dibawah 13.



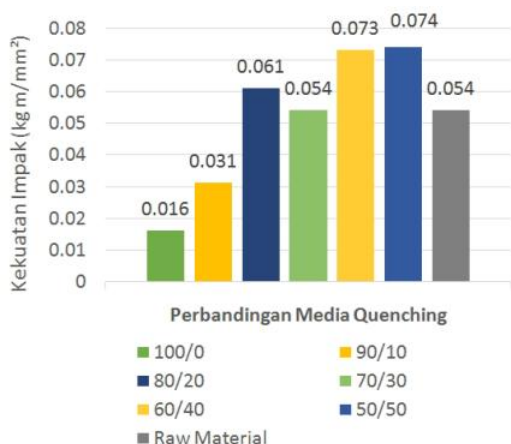
**Gambar 13. Grafik Perbandingan Ukuran Butiran Struktur Mikro Baja AISI-1045**



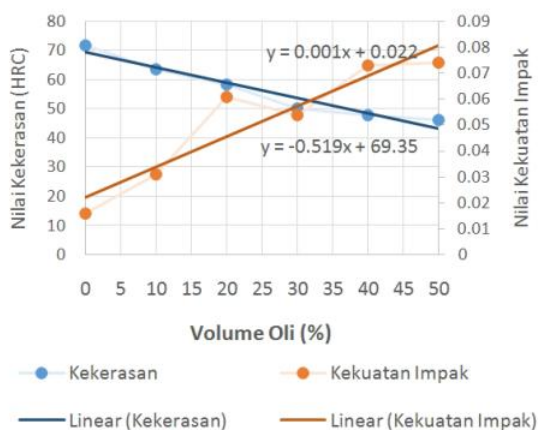
**Gambar 15. Grafik Nilai Usaha Hasil Uji Impak Baja AISI-1045 Setelah dan Sebelum Proses Pengerasan**



**Gambar 14. Grafik Hasil Uji Kekerasan Baja AISI-1045 Setelah dan Sebelum Proses Pengerasan**



**Gambar 16. Grafik Nilai Kekuatan Hasil Uji Impak Baja AISI-1045 Setelah dan Sebelum Proses Pengerasan**



**Gambar 17. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan dan Nilai Impak Setelah Proses Heat Treatment**

**Tabel 8. Data Persentase Kenaikan Kekerasan Hasil Uji kekerasan Baja AISI-1045 dari Raw Material.**

Perbandingan Media Quenching	Nilai Kekerasan (HRC)	Kenaikan Kekerasan (%)	Kelipatan
100/0	71,74	796,75	<b>8 X Lipat</b>
90/10	63,64	695,5	<b>7 X Lipat</b>
80/20	58,28	628,5	<b>6,2 X Lipat</b>
70/30	50,11	526,375	<b>5,2 X Lipat</b>
60/40	48	500	<b>5 X Lipat</b>
50/50	46.38	475	<b>4,7 X Lipat</b>

### 3.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil foto pengamatan struktur mikro dapat dilihat pada Tabel 3 dan hasil pengukuran butiran atau *grain size* menggunakan aplikasi *ImageJ* (Tabel 3) dan (Gambar 13) menunjukkan ukuran butiran pada variasi oli dan air 50:50 sebesar 25.415 μm, kemudian ukuran butir variasi air dan oli 60:40 sebesar 17.771 μm. Lalu pada variasi 100% air adalah sebesar 15.254 μm. Hasil ini menunjukkan dengan perlakuan variasi oli dan air dari 50% air hingga 100% air mengindikasikan ukuran butir cenderung mengecil, tentunya dengan ukuran butiran yang lebih kecil mengindikasikan kekerasan yang lebih kuat dibandingkan ukuran butir lebih besar (Gambar 13).

Data hasil penelitian yang dideskripsikan dalam bentuk diagram (Gambar 14) diketahui ada perbedaan tingkat kekerasan dari spesimen yang didinginkan dengan media pendingin oli dan air dengan persentase 100% hingga 50%. Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian kelompok spesimen *raw material* sebelum pengerasan mempunyai nilai rata-rata kekerasan yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok spesimen yang telah dikeraskan dengan menggunakan media pendingin air dan air yang bercampur oli.

Nilai kekerasan baja sebelum di-*heat treatment* adalah 179,49 HB yang jika dikonversikkan ke HRC adalah sebesar 8 HRC, sedangkan baja dengan *quenching* air dan oli dengan perbandingan 50:50 adalah sebesar 46,38 HRC, kemudian untuk air 60 : 40 oli adalah

sebesar 48 HRC, sedangkan air 70 : 30 oli adalah sebesar 50,11 HRC, lalu air 80 : 20 oli adalah sebesar 58,28 HRC, kemudian air 90 : 10 oli adalah sebesar 63.64 HRC, dan selanjutnya air 100 : 0 oli adalah sebesar 71.74 HRC.

Dari data-data yang diperoleh diatas dapat dilihat bahwa semakin besar perbandingan antara oli dari air maka akan semakin rendah kekerasannya. Perubahan kekerasan ini disebabkan beberapa faktor yang mempengaruhinya, diantaranya seberapa besar kecepatan pendinginan dan tingkat viskositas dari setiap media pendingin. Dalam penelitian ini pada saat baja dipanaskan terbentuklah kristal-kristal berbutir halus yang seragam pada semua bagian ketika baja masih padat, karenanya disebut larutan padat (Austenit). Apabila baja dalam keadaan austenit kemudian didinginkan secara perlahan-lahan, maka akan kembali seperti semula sebelum dipanaskan. Tetapi apabila didinginkan dengan cepat maka dapat dikatakan keadaan larutan padat (Austenit) itu juga tetap berada dalam keadaan dingin sebab tidak ada waktu untuk membentuk kristal-kristal yang besar. Keadaan ini disebut martensit. Kristal martensit kecil sekali (halus) sehingga baja mempunyai sifat sangat kuat dan keras (Amanto, 1999).

Adanya variasi perbandingan antara air dan oli dari 100:0 s.d 50:50 yang diperlakukan pada setiap pendinginan memiliki dampak yang cukup besar terhadap peningkatan kekerasan yang disertai berbanding terbalik dengan peningkatan keuletan baja.

Nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada media pendingin air saja tanpa campuran oli sebesar 71.74 HRC atau meningkat sebesar 796.75% atau delapan kali lipat dari kekerasan *raw material* sedangkan kekerasan terendah dari variasi oli dan air terjadi pada variasi 50:50 sebesar 46,38 HRC atau meningkat sebesar 475% atau hampir lima kali lipat. Pengaruh perbedaan kekerasan ini disebabkan oleh adanya pengaruh viskositas media pendingin. Ini telah terbukti dengan semakin banyaknya campuran oli pada air maka akan menurunkan kekerasan baja dibandingkan tanpa campuran oli 0%. Penurunan kekuatan kekerasan baja pada setiap penambahan 10% oli pada air adalah rata-rata sebesar 5,072 HRC.

Dalam penelitian ini juga dilakukan pengujian impak yang bertujuan untuk mengetahui dampak dari besarnya perubahan nilai kekerasan. Nilai yang diukur pada pengujian impak adalah besarnya usaha yang diperlukan untuk mematahkan spesimen impak dan kekuatan impak. Berdasarkan gambar 15 dan 16 terlihat bahwa kekuatan impak baja AISI-1045 yang telah dikeraskan dengan menggunakan media pendingin air dan oli 0% serta air yang bercampur oli 10% mengalami penurunan bila dibandingkan dengan kekuatan impak pada *raw material*. Namun pada media pendingin air + oli diatas 10% tidak terjadi penurunan kekuatan impak dan cenderung mengalami peningkatan kekuatan dibandingkan *raw material*.

Data pengujian impak ini menunjukkan semakin tinggi kadar persentase oli terhadap air sebagai media *quenching* maka akan meningkatkan keuletan baja namun menurunkan kekerasan baja. Berdasarkan gambar 17 pengujian ini menunjukkan jenis variable pendinginan yang menghasilkan baja yang tangguh (keras dan ulet) adalah pada variable *quenching* air 80:20 oli dan air 70:30 oli. Namun, berdasarkan pertemuan dua garis linear pada grafik perbandingan nilai kekerasan dan impak, ditemukan perbandingan variasi pendinginan yang paling optimal yakni pada variasi air 68% dan oli 32%. Penambahan media oli pada air dalam proses *quenching* dapat menghilangkan tegangan sisa pada baja setelah proses *quenching* dan juga dapat menurunkan kekerasan disertai penambahan keuletan pada baja berdasarkan banyaknya kadar oli pada proses *quenching*. Dengan kata lain proses *quenching*

bertingkat ini bisa menggantikan proses tempering yang bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa dan menurunkan kekerasan guna menaikkan keuletan baja.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *quenching* bertingkat pada material baja AISI-1045 dengan menggunakan media pendingin air dan oli dengan persentase campuran air dan oli 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50, menghasilkan:

1. Struktur mikro dari baja AISI-1045 pada perbandingan oli terhadap air yang rendah, menunjukkan ukuran butiran yang cenderung lebih kecil dibandingkan ukuran butiran pada komposisi oli yang lebih banyak dari air.
2. Penelitian ini telah menghasilkan baja dengan karakteristik yang diinginkan yaitu baja yang tangguh (ulet dan keras) serta tegangan sisa dari proses *quenching* bertingkat ini dapat dihilang, sehingga tidak menyebabkan keretakan di permukaan baja. Dengan kata lain proses *tempering* dapat digantikan dengan *quenching* bertingkat ini.
3. Hasil penelitian menunjukkan variable perbandingan air dan oli paling optimal (ulet dan keras) yakni pada variasi air 68% dan oli 32%.
4. Nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada media pendingin air saja tanpa campuran oli sebesar 71.74 HRC atau meningkat sebesar 796.75% atau delapan kali lipat dari kekerasan *raw material* sedangkan kekerasan terendah dari variasi oli dan air terjadi pada variasi 50:50 sebesar 46,38 HRC atau meningkat sebesar 475% atau hampir lima kali lipat.

##### 4.2 Saran

Penelitian *quenching* bertingkat ini belumlah sempurna, maka dari itu, kami berharap adanya penelitian lanjutan guna mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

1. Untuk penelitian selanjutnya, pada proses *polishing* disarankan untuk menggunakan amplas halus yang memiliki level tingkat kehalusan merek *Struers* atau sejenisnya, guna menghasilkan hasil polis yang lebih mengkilat dan mengefisiensi waktu *polishing*.
2. Disarankan juga untuk penelitian selanjutnya agar nantinya pada proses *polishing* ke pengamatan struktur mikro tidak mengambil waktu yang terlalu lama, sehingga sample terhindar dari karat dan goresan.
3. Disarankan pada penelitian selanjutnya menggunakan variasi *holding time* pada proses *heat treatment* dan juga pemisahan sample atau memberi cukup jarak antara sampel yang satu dengan yang lainnya, sehingga hasil proses *heat treatment* lebih sempurna.
4. Disarankan juga pada penelitian selanjutnya pada proses *quenching* tidak menjatuhkan sample pada media pendingin dengan posisi horizontal, guna menghindari sampel yang begkok pada proses *quenching*.
5. Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan material yang berbeda (*desimilar*).
6. Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar pada proses pengujian nantinya menggunakan pengujian tarik untuk mengukur kekerasan dan keuletan bahan agar hasil pengujian lebih akurat.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- 170 Saharuddin Rasyid, Ahmad, Muh.Sulfikar Ramadhani, Istan Herdin. *Pengaruh Variasi Quenching Bertingkat Pada Baja Aisi-1045 Dengan Menggunakan Media Pendingin Oli Sae-20w Dan Air Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro*
- Amanto, H., Daryanto, Ilmu Bahan, Penerbit Bumi Aksara, Jakarta, 1999.
- Amstead, B. H., dan Djaprie. 1979. *Teknologi Mekanik*. Edisi ke-7 Erlangga. Jakarta.
- Ariati, Np. 2014. *Perlakuan Panas Logam (TTT & CCT diagram, Annealing, Hardening)*. Fakultas Teknik Universtas Indonesia.
- Bahtiar. Muh Iqbal dan Supramono. 2014. *Pengaruh Media Pendinginan Minyak Pelumas SAE 40 pada Proses Quenching dan Tempering Terhadap Ketangguhan Baja Karbon Rendah*. Palu: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
- Bohler.2015. *Bohler Special Steel Manual*. PT Bhinneka Bajan. Jakara: Bohler.
- Callister, W.D., *Material Science and Engineering An Introduction*, 6<sup>th</sup>Edition, John Wiley & Sons, New York, 2003.
- Campbell, N.A. *et al.* 2002. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Dowling, N,E, 1991, *Mechanical Behaviour of Material*, Prentice, New Jersey.
- Imaniah, Haq Dienulhasanal, Muslim, Roli Gunadi, dan Septera. 2013. *Pengujian Bahan*. Jurusan Teknik Mesin. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Mersilia, Anggun. 2016. *Pengaruh Heat Treatment dengan Variasi Media Quenching Air Garam dan Oli Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun Aisi 6135*. Lampung: Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
- Muas, Syaharuddin Rasyid, dan Arman. 2014. *Karakteristik Sifat Mekanik dan Mikrostruktur Baja AISI-1045 Melalui Variasi Temperatur dan Media Pendingin pada Proses Quenching-Tempering*. Makassar : Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Nurdin, Fadli. 2016. *Sifat Mekanik Alumunium Paduan pada Pengelasan Gesek Friction Stir Welding (FSW)*. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Manufaktur D-4 Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Reno, Indah Astrini. 2016. *Pengaruh Heat Treatmen dengan Variasi Quenching air dan Oli Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135*. Bandar Lampung: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
- Rizal, Yose. 2014. *Analisa Pengauh Media Quench Terhadap Kekuatan Tarik Baja AISI-1045*. Riau: Teknik Mesin Universitas Pasir Pengairan.
- Suratman, R. 1994. *Paduan Proses Perlakuan Panas*. Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Thelning, K.E. 1984. *Steel and It's Heat Treatment*. 2nd editon. Butterworths. London.
- Van Vlack, L.H., Terjemahan. Sriati Djapriae. 1983. *Ilmu da Teknologi Bahan*. Cetakan Keempat, Erlangga, Jakarta.
- Wibowo, Bambang Tri. 2006. *Pengaruh Temper dengan Quenching Media Pendingin Oli Mesran SAE 40 Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Baja ST 60*. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.
- Yunaidi, dan Saptyaji Harnowo. 2015. *Pengaruh Viskositas Oli sebagai Cairan Pendingin Terhadap Sifat Mekanik pada Proses Quenching Baja ST 60*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Mesin Politeknik LPP. Dari Website:
- Agustin, Diana. 2016. *Matematika Bangun Ruang Tabung*. Ponorogo: Program Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah. Jurusan Tarbiyah. Sekolah Tinggi Agama

- Islam Negeri.; Diambil dari: <http://www.informasi-pendidikan.com/2013/01/rumus-volume-tabung.html> (Diakses pada tanggal 9 februari 2017)
- Anonimous. *Hardness Conversion Table*. Diambil dari: <http://beautifuldesign.info/hardness-conversion-table/> (Diakses pada tanggal 8 Agustus 2017)
- Anonimous. *Pendahuluan dan Latar Belakang peelitian Baja AISI 1054*. Diambil dari: <http://digilib.unila.ac.id/5390/14/BAB%20I.pdf> (Diakses pada tanggal 24 Januari 2017)
- Anonimous. *Tinjauan Pustaka Pengujian Baja AISI 1045*. Diambil dari: <http://digilib.unila.ac.id/3759/16/BAB%20II.pdf>(Diakses pada tanggal 24 Januari 2017)
- Anonimous W. *Metode Penelitian Karbonisasi Baja ST 40*. Diambil dari: <http://digilib.unimus.ac.id/download.php?id=1603>(Diakses pada tanggal 27 Januari 2017)
- Hendro, S. 2011. *Perlakuan Panas pada Baja*. Diambil dari: <https://tehnikmesinindustri.wordpress.com/> (Diakses pada tanggal 17 februari 2017)
- Putra, Dani, Irfan, M. 2017. *Rumus Uji Impak*. Diambil dari: <https://mirfandaniputra.wordpress.com/2017/01/07/> (Diakses pada tanggal 5 Januari 2017)
- [www.bhinnekabajanas.com](http://www.bhinnekabajanas.com)(Diakses pada tanggal 9 Januari 2017)
- [www.steeldata.info](http://www.steeldata.info) (Diakses pada tanggal 9 Januari 2017)