

**PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN (AIR GARAM, OLI SAE 20W-50, DAN UDARA) TERHADAP KEKERASAN BAJA AISI 1045**  
**THE EFFECTS OF COOLING MEDIA VARIATIONS (SALT WATER, OLI SAE 20W-50, AND AIR) ON THE HARDNESS OF AISI STEEL 1045**

**Danang Setyawan<sup>1</sup>**

Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember

<sup>1)</sup> [nyawan268@gmail.com](mailto:nyawan268@gmail.com)

**Nely Ana Mufarida<sup>2</sup>, Kosjoko<sup>3</sup>**

Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember

<sup>2)</sup> [nelyana\\_munfarida@yahoo.com](mailto:nelyana_munfarida@yahoo.com), <sup>3)</sup> [kosjoko@unmuhjember.ac.id](mailto:kosjoko@unmuhjember.ac.id)

**Abstrak**

Baja merupakan bahan yang sering dipakai dalam berbagai macam kegiatan industri baik dalam proses industri maupun sebagai komponen mesin. Pada dasarnya baja memiliki sifat-sifat mekanik seperti kekerasan, keuletan, kekakuan impak, atau kekuatan terhadap tarikan. Untuk merubah sifat mekanik dan sifat fisik bisa dilakukan dengan proses perlakuan panas (*heat treatment*). Industri logam berperan sebagai industri dasar untuk kemajuan bidang industri lainnya. Studi tentang pengolahan logam menjadi sangat penting untuk menghasilkan kualitas logam yang baik dari masa ke masa. Untuk mendapatkan kekerasan dan ketahanan terhadap aus dari bahan tersebut dapat dilakukan melalui perlakuan panas dengan cara *hardening* yang dilanjutkan dengan proses. Dari pengujian kekerasan pada baja AISI 1045 hasil dari proses perlakuan panas didapatkan nilai rata – rata tertinggi pada spesimen dengan variasi media pendingin air garam senilai 76,5 HRG yang meningkat sekitar 18,2 HRG sampai 28,7 HRG dari pendinginan oli SAE 20W-50 dan udara yang memiliki nilai rata – rata tingkat kekerasan 58,3 HRG dan 47,8 HRG.

**Kata Kunci:** *Heat Treatment, Hardening*

*Abstract*

*Steel is a material that is often used in a variety of industrial activities both in industrial processes and as machine components. Basically steel has mechanical properties such as hardness, tenacity, impact rigidity, or strength to pull. To change the mechanical and physical properties can be done with the heat treatment process(heat treatment). The metal industry has a role as a basic industry for the advancement of other industries. The study of metal processing becomes very important to produce good quality metal from time to time. To get the hardness. From the hardness testing of AISI 1045 steel the results of the heat treatment process obtained the highest average value in the specimens with variations of the brine cooling media worth 76,5 HRG which increased about 18,2 HRG to 28,7 HRG from SAE 20W-50 oil cooling and air which has an average hardness level of 58,3 HRG and 47,8 HRG.*

**Keyword:** *Heat Treatment, Hardening*

**PENDAHULUAN**

Baja merupakan bahan yang sering dipakai dalam berbagai macam kegiatan industri baik dalam proses industri maupun sebagai komponen mesin. Pada dasarnya baja memiliki sifat-sifat mekanik seperti kekerasan, keuletan, kekakuan impak, atau kekuatan terhadap tarikan. Untuk merubah sifat mekanik dan sifat fisik bisa dilakukan dengan proses perlakuan panas (*heat treatment*). Industri logam berperan sebagai industri dasar untuk kemajuan bidang industri lainnya. Studi tentang pengolahan logam menjadi sangat penting untuk menghasilkan kualitas logam yang baik dari masa ke masa.

Baja spesifikasi AISI 1045 merupakan baja karbon menengah dengan komposisi karbon berkisar 0,43-0,50 %. 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 [KS Review, 2004].

Untuk mendapatkan kekerasan dan ketahanan terhadap aus dari bahan tersebut dapat dilakukan melalui perlakuan panas dengan cara *hardening*, tujuannya untuk mendapatkan struktur martensit yang

keras dan memiliki ketahanan aus yang baik.

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan hasil terbaik dari proses *hardening* dengan variasi media pendingin. Pengujian yang digunakan yaitu uji kekerasan. Sehingga dapat mengetahui pengaplikasian dan penggunaan yang tepat agar menghemat waktu dan biaya produksi. Dari penjelasan di atas maka didapatkan rumusan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimanakah proses *heat treatment* dengan variasi media pendingin pada baja AISI 1045 dengan media pendingin air garam, oli SAE 20W-50, dan udara
2. Berapa nilai kekerasan baja AISI 1045 setelah proses *heat treatment* dengan variasi media pendingin pendingin air garam, oli SAE 20W-50, dan udara

Dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui proses perlakuan panas dengan variasi media pendingin pendingin air garam, OLI SAE 20W-50, dan udara.
2. Untuk mengetahui nilai kekerasan dari spesimen baja AISI 1045 setelah dilakukan *hardening*
3. Untuk mengetahui perbandingan dari pendingin menggunakan air garam, OLI SAE 20W-50, dan udara.

## TINJAUAN PUSTAKA

Setiap jenis dan tipe logam mempunyai daya tahan terhadap berbagai perlakuan, mulai dari pembebanan, perlakuan panas, interaksi dengan cairan, menerima gaya dari luar dan lain sebagainya. Dari berbagai perlakuan tersebut akan berpengaruh terhadap sifat-sifat logam. Sifat-sifat logam antara lain sebagai berikut :

### a. Sifat- Sifat Mekanis Logam.

Sifat mekanis adalah kemampuan bahan untuk menerima pembebanan atau untuk menahan beban yang diterimanya, baik beban statis maupun beban dinamis.

### b. Sifat Kimia

Sifat kimia adalah suatu sifat bahan yang mencakup kelarutan bahan tersebut pada larutan basa atau garam, dan pengoksidan bahan tersebut. Hampir semua sifat kimia logam erat hubungannya dengan kerusakan secara kimiawi. Kerusakan tersebut berupa korosi dan ketahanan bahan terhadap serangan korosi tersebut.

### c. Sifat Fisis

Sifat fisis adalah sifat karena mengalami peristiwa fisika, seperti adanya pengaruh panas dan listrik.

Secara garis besar baja dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu baja karbon dan baja paduan. Baja karbon dibagi menjadi tiga yaitu baja karbon rendah ( $< 0,3\% C$ ), baja karbon sedang ( $0,30\% < C < 0,7\%$ ) dan baja karbon tinggi ( $0,70 < C < 1,40\%$ ). Baja paduan dibagi menjadi dua yaitu baja paduan rendah (jumlah unsur paduan khusus  $< 8,0\%$ ) dan baja paduan tinggi (jumlah unsur paduan khusus  $> 8,0\%$ ). (Amstead, dkk. 1997:51)

AISI 1045 adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,43 - 0,50 dan termasuk golongan baja karbon menengah [Glyn.et.al, 2001]. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen automotif misalnya untuk komponen roda gigi pada kendaraan bermotor. Komposisi kimia dari baja AISI 1045 dapat dilihat pada:

Tabel 1

Kode	C %	Si%	Mn%	Mo%	P %	S %
AISI 1045	0,45	0,3	0,90	0,05	0,04	0,05

Komposisinya dijelaskan pada tabel 1 dengan kandungan karbon 0,45%, silikon 0,3%, mangan 0,90%, molibdenum 0,05%, fosfor 0,04%, dan sulphur 0,05%

Baja AISI 1045 disebut sebagai baja karbon karena sesuai dengan pengkodean internasional, yaitu seri 10xx berdasarkan nomenklatur yang dikeluarkan oleh AISI dan SAE (Society of Automotive Engineers). Pada angka 10 pertama merupakan kode yang menunjukkan plain carbon kemudian kode xxx setelah angka 10 menunjukkan komposisi karbon [Glyn.et.al, 2001].

Proses perlakuan panas (*heat treatment*) adalah suatu proses mengubah sifat logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan dengan atau tanpa merubah komposisi kimia logam yang bersangkutan. Tujuan proses perlakuan panas untuk menghasilkan sifat-sifat logam yang diinginkan. Perubahan sifat logam akibat proses perlakuan panas dapat mencakup keseluruhan bagian dari logam atau sebagian dari logam.

Pengerasan (*hardening*) adalah salah satu perlakuan panas dengan kondisi non equilibrium, pendinginannya sangat cepat, sehingga struktur mikro yang akan diperoleh juga adalah struktur mikro yang tidak ekuilibrium. *Hardening* dilakukan dengan memanaskan baja hingga mencapai temperatur austenit, dipertahankan beberapa saat pada temperatur tersebut, lalu didinginkan dengan cepat, sehingga akan diperoleh martensit yang keras. Pengaruh laju pendinginan untuk mencapainya terbentuknya struktur martensit hasil transformasi austenit. Martensit inilah yang akan menentukan seberapa jauh peningkatan sifat mekanis hasil perlakuan panas. Sedang laju pendinginan itu sendiri akan sangat tergantung pada jenis media pendingin yang digunakan, karena masing-masing media pendingin memiliki karakteristik pendinginan berbeda (Suharno & Budi Harjanto, 2015). Tujuan utama dalam pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai kekerasan pada baja AISI 1045 setelah dihardening, dengan variasi media pendingin.

Tabel 2

Skala	Indentor	Beban minor F0(kgf)	Beban mayor F1(kgf)	Beban total F(kgf)
A	Kerucut intan	10	50	60
B	Bola baja 1/16"	10	90	100
C	Kerucut intan	10	140	150
D	Kerucut intan	10	90	100
E	Bola baja 1/8	10	90	100
F	Bola baja 1/16	10	50	60
G	Bola baja 1/16	10	140	150
H	Bola baja 1/8	10	50	60
K	Bola baja 1/8	10	140	150
L	Bola baja 1/4	10	50	60
M	Bola baja 1/4	10	90	100
P	Bola baja 1/4	10	140	150
R	Bola baja 1/2	10	50	60
S	Bola baja 1/2	10	90	100
V	Bola baja 1/2	10	140	150

tabel 2 adalah Skala pada pengujian kekerasan *Rockwell* .

Rumus untuk mencari besarnya kekerasan *Rockwell* ialah:

$$HR = E - e \quad (1)$$

Dimana:

HR= Besarnya nilai kekerasan dengan metode *hardness*

E = Konstanta dengan nilai 100 untuk indentor intan dan 130 untuk indentor bola.

e = Kedalaman penetrasi permanen karena beban utama (F1) diukur dengan satuan 0,002 mm. Jadi,  $e = h/0,002$

Misalnya pada pengujian digunakan indentor intan dengan kedalaman penetrasi (h) = 0,082 mm, maka angka kekerasan *Rockwell* adalah

$$HR = 100 - (0,082 : 0,002) \\ = 100 - 41 = 59 \text{ HR}$$

Untuk kedalaman penetrasi yang sama jika digunakan indentor bola menjadi,

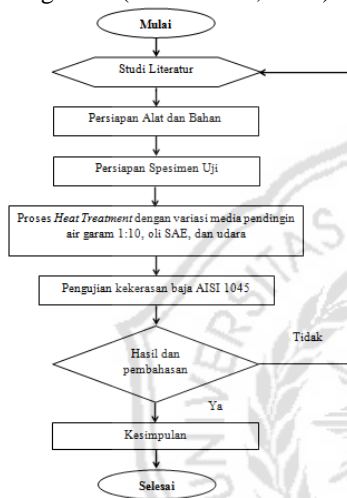
$$HR = 130 - (0,082 : 0,002) \\ = 130 - 41 = 89 \text{ HR}$$

*Rockwell Hardness Testing Machine* adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kekerasan. ini memiliki sebuah indentor, indentor itulah yang akan memberikan pembebanan terhadap benda uji. Setelah gaya tekan dikembalikan ke gaya minor, maka yang akan dijadikan dasar perhitungan untuk nilai kekerasan *Rockwell* bukanlah hasil pengukuran diameter atau diagonal bekas lekukan, tetapi justru dalamnya bekas lekukan yang terjadi itu, inilah perbedaannya metode *rockwell* dengan metode yang lainnya.

## METODE PENELITIAN

Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan baja AISI 1045 hasil perlakuan panas *hardening* dan dengan variasi media pendingin. Baja jenis ini banyak diaplikasikan pada *sprocket* rantai. Gambar 1 menjelaskan, alur penelitian ini. **Pertama, dimuali dari studi literatur. Kedua, persiapan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Ketiga, persiapan spesimen uji yaitu pengambilan data awal dari material spesimen yang akan dilakukan pengujian. Keempat, perlakuan panas *hardening* pada temperatur 750°C dengan waktu tahan**

(*holding time*) 30 menit, menggunakan oli Mesran SAE 20W-50 produksi PT. Pertamina sebagai media pendingin. Kelima, dilakukan pengujian material atau spesimen menggunakan alat uji Rockwell untuk mengetahui nilai kekerasan setelah dilakukan proses perlakuan panas. Keenam yaitu menganalisa hasil pengujian tersebut. Perlakuan panas (*heat treatment*) merupakan kombinasi suatu proses pemanasan dan pendinginan yang dilakukan secara terkontrol yang diterapkan pada logam tertentu atau paduan dalam keadaan padat untuk mendapatkan struktur mikro dan sifat-sifat mekanik tertentu sesuai dengan yang diinginkan (Fadare *et al.*, 2011).



Gambar.1 Diagram Alir Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan Hardness Rockwell menggunakan indenter kerucut intan dan beban 150 kgf. Yang menghasilkan data pada tabel 3 dengan satuan HRG. Perlakuan panas (*heat Treatment*) pada spesimen baja AISI 1045 dengan suhu 750°C yang di *holding time* selama 30 menit. Setelah itu dilakukan pendinginan menggunakan media pendingin air garam dengan perbandingan 1:10, oli SAE 20W-50, dan udara. Proses *heat treatment* dilaksanakan di Universitas Negeri Malang dan pengujian kekerasan dilakukan di Universitas Negeri Jember. Data hasil penelitian dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 3 Nilai Kekerasan Spesimen Dengan Media Pendingin Air Garam

Spesimen Uji	Media Pendingin	Indentor	Nilai Kekerasan Rockwell (HRG)
1	Air Garam 1:10	Bola Baja 1/16"	76,8
2			76,3
3			76,6
Rata-rata	76,5		

Data hasil pengujian kekerasan Rockwell pada spesimen baja AISI 1045 dengan perlakuan panas 750°C dengan media pendingin air garam. Pada tabel 3, nilai kekerasan tertinggi pada spesimen ke 1 yaitu 76,8 HRG. Sedangkan nilai kekerasan terendah pada spesimen ke 2 yaitu 76,3 HRG.

Tabel 4 Nilai Kekerasan Spesimen Dengan Media Pendingin Oli SAE 20W-50

Spesimen Uji	Media Pendingin	Indentor	Nilai Kekerasan Rockwell (HRG)
1	Oli SAE 20W-50	Bola Baja 1/16"	58,4
2			58,1
3			58,4
Rata-rata	58,3		

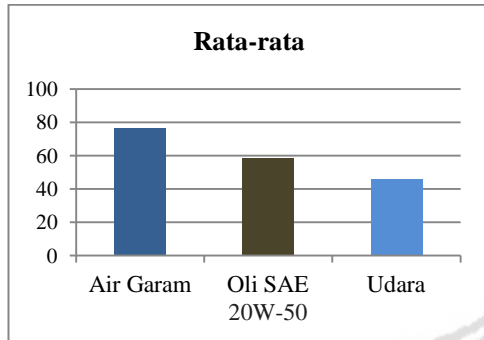
Data hasil pengujian kekerasan Rockwell pada spesimen baja AISI 1045 dengan perlakuan panas 750°C dengan media pendingin oli SAE 20W-50. Pada tabel 4 nilai kekerasan tertinggi pada spesimen ke 1 dan 3 yaitu 58,4 HRG. Sedangkan nilai kekerasan terendah pada spesimen ke 2 yaitu 58,1 HRG.

Tabel 5 Nilai Kekerasan Spesimen Dengan Media Pendingin Udara

Spesimen Uji	Media Pendingin	Indentor	Nilai Kekerasan Rockwell (HRG)
1	Udara	Bola Baja 1/16"	47,5
2			47,6
3			48,4

Rata-rata	47,8
-----------	------

Data hasil pengujian kekerasan Rockwell pada spesimen baja AISI 1045 dengan perlakuan panas 750°C dengan media pendingin udara. Pada tabel 5 nilai kekerasan tertinggi pada spesimen ke 3 yaitu 48,4 HRG. Sedangkan nilai kekerasan terendah pada spesimen ke 1 yaitu 47,5 HRG.



Gambar 1 Gambar grafik perbandingan rata-rata nilai kekerasan

Setelah semua data dari proses pengambilan dan perhitungan nilai kekerasan menggunakan metode Rockwell pada spesimen baja AISI 1045 yang diperlakukan panas dengan variasi media pendingin air garam 1:10, oli SAE 20W-50, dan udara yang di holding time selama 30 menit. Pada gambar 1 nilai rata-rata kekerasan tertinggi terdapat pada air garam yaitu sebesar 76,5 HRG, sedangkan yang terendah terdapat pada media pendingin udara sebesar 47,8 HRG

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari data yang diperoleh, perbandingan kualitas kekerasan pada baja AISI 1045 pada suhu temperatur 750°C, dan *holding time* selama 30 menit menggunakan media pendingin air garam dengan perbandingan 1:10 memiliki rata-rata nilai kekerasan paling tinggi yaitu 76,5 HRG.

Dari pengujian kekerasan pada baja AISI 1045 hasil dari proses perlakuan panas didapatkan nilai rata – rata tertinggi pada spesimen dengan variasi media pendingin air garam senilai 76,5 HRG yang meningkat sekitar 18,2 HRG sampai 28,7 HRG dari pendinginan oli SAE 20W-50 dan udara yang memiliki nika rata – rata tingkat kekerasan 58,3 HRG dan 47,8 HRG.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, Hari dan Daryanto. 2003. Ilmu Bahan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Amstead, B.H, Phillip F. Ostwald dan Myron L. Begeman. 1997. Teknologi Mekanik Jilid I Edisi Ketujuh Versi S1. Jakarta : Erlangga.
- ASM Handbook. 1991. *Heat Treating*. ASM Handbook Committee. Volume 4. Page 17.
- Avner, H. S. 1974. *Introduction to Physical Metallurgy*. 2nd edition, New York; McGrawHill International Editions.
- Budiyanto, E., Darmadi, D. B., Universitas, M., Metro, M., Dewantara, K. H., Mesin, T., & Brawijaya, U. (2016). *Hardening Baja AISI 1045 Menggunakan Gel Aloe Vera Sebagai Media Pendingin*. 7(2), 55–64.
- Djapri, S. 1987. Terjemahan dari *Mechanical Metallurgy*. Jakarta, Erlangga: Metalurgi Mekanik
- Glyn, et.al. 2001. *Physical Metallurgy of Steel. Class Notes and lecture material*. FormSE 651.01
- KS Review, 2004, *Chain Sprocket Aplikasi Baru di Segmen Otomotif yang Menjanjikan*, Vol V No 2.. P 62.
- Raharjo, P. D., Istana, B., & Utami, L. P. (2016). *Pengaruh Holding Time Terhadap Baja Karbon Menengahaisi 4140 Dan Aisi 1045 Pada Pengujian Hardenability*. 1, 143–148.
- Surdia T, Saito S. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik, Cetakan Ke empat. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Surdia, T., dan Saito, S., 1995, Pengetahuan Bahan Teknik, cetakan ke-4, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Totten, GE, Bates, CE, Clinton, NA, 1993, *Handbook of Quenchant and Quenching Technology*, ASM International, USA