



Analisis Pengaruh Media Pendingin Dengan Kombinasi Waktu Penahanan Pendingin Terhadap Nilai Kekerasan Baja AISI-1045 Pada Proses *Quenching*

Ervan Agustian¹, Somawardi², Sugianto³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email : ervanagustian04@gmail.com

Abstract

AISI-1045 steel has a hardness of 7,167 HRC without treatment. The hardness of this steel can be increased through the hardening process with rapid cooling. This study aims to determine the optimum hardness value and how the effect of cooling media (brine, water, and oil) with a combination of coolant holding time (5, 10, and 15 minutes) which received quenching heat treatment against the hardness of AISI-1045 carbon steel. The heating process is carried out at a temperature of 900° C using an electric oven. This study used AISI-1045 steel with a diameter of 25 mm and a length of 25 mm. Tests carried out using a Universal Hardness Tester (Rockwell). The hardness is influenced by the type of cooling medium and the holding time of the coolant. Based on the fast cooling carried out from the three media with variations in the cooling holding time, it produces varying levels of hardness. From the heat treatment that has been done, the highest hardness value is in the brine medium with a coolant holding time of 15 minutes (G15) with an average value of 53,283 HRC. And the lowest hardness value is the oil medium with a coolant holding time of 5 minutes (O5) with an average value of 21,583 HRC.

Keywords: AISI-1045 steel; rockwell hardness; quenching.

Abstrak

Baja AISI-1045 memiliki kekerasan 7.167 HRC tanpa perlakuan. Kekerasan baja ini mampu ditingkatkan melalui proses pengerasan dengan pendinginan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan yang optimum dan bagaimana pengaruh media pendingin (air garam, air, dan oli) dengan kombinasi waktu penahanan pendingin (5, 10, dan 15 menit) yang mendapat perlakuan panas *quenching* terhadap kekerasan baja karbon AISI-1045. Proses pemanasan yang dilakukan dengan suhu 900° C dengan menggunakan oven listrik. Penelitian ini menggunakan baja AISI-1045 dengan diameter 25 mm dan panjang 25 mm. Pengujian yang dilakukan menggunakan alat ukur kekerasan *Universal Hardness Tester (Rockwell)*. Kekerasan tersebut dipengaruhi oleh jenis media pendingin dan waktu penahanan pendingin. Berdasarkan pendinginan cepat yang dilakukan dari ketiga media dengan variasi waktu penahanan pendingin tersebut menghasilkan tingkat kekerasan yang bervariasi. Dari perlakuan panas yang telah dilakukan, nilai kekerasan yang paling tinggi yaitu pada media air garam dengan waktu penahanan pendingin 15 menit (G15) dengan nilai rata-rata 53.283 HRC. Dan nilai kekerasan yang paling rendah yaitu pada media oli dengan waktu penahanan pendingin 5 menit (O5) dengan nilai rata-rata 21.583 HRC.

Kata Kunci: baja AISI-1045; kekerasan *rockwell*; pendinginan cepat.

1. PENDAHULUAN

Baja merupakan material yang paling sering digunakan dalam dunia industri. Selain keberadaannya yang memang banyak di perut bumi, baja juga memiliki banyak jenis dan juga mampu untuk didaur ulang, kemampuan inilah yang membuat baja cocok untuk diaplikasikan pada kondisi tertentu. Begitu juga pada era sekarang di mana kebutuhan akan baja terus meningkat baik dalam hal manufaktur, otomotif, maupun konstruksi. Baja mempunyai ketahanan aus dan gesekan yang kurang baik apabila diperlakukan tidak sesuai dengan karakteristik baja tersebut. Sehingga perlu ditingkatkan sifat-sifat mekanik permukaannya terutama yang berkaitan dengan ketahanan aus dan gesekan yaitu kekerasan permukaan material [1].

Dengan peningkatan kekerasan baja biasanya menggunakan proses perlakuan panas (*heat treatment*). Perlakuan panas atau *heat treatment* adalah kombinasi operasi pemanasan pada logam di bawah temperatur lebur logam tersebut dan pendinginan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat dengan waktu tertentu [2]. Upaya untuk dapat meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus dari bahan tersebut, dapat dilakukan melalui proses *heat treatment*, tujuannya untuk mendapatkan struktur yang keras [3]. Penggunaan temperatur dalam proses perlakuan panas akan menentukan tingkat ketahanan dan kekuatan baja. Apabila pemanasan yang dilakukan berada pada daerah atau diatas daerah kritis baja, maka akan terbentuk fase austenit yang merupakan larutan solid dari karbon dalam baja. Fase austenit inilah yang akan berubah menjadi martensit bila baja didinginkan. Bila pendinginan terjadi secara cepat maka akan banyak terbentuk fase martensit, yang menyebabkan baja menjadi keras tapi getas. Maka daripada itu laju pendinginan baja sangat perlu diperhatikan, dan juga disesuaikan nantinya dengan pengaplikasian dari baja tersebut [4]. Faktor yang mempengaruhi kekerasan baja adalah temperatur, *holding time* (waktu penahanan) dan media pendingin [5].

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* [6]. Laju pendinginan tergantung pada beberapa faktor yaitu temperatur medium, panas spesifik, panas pada penguapan, konduktivitas termal medium, viskositas, dan aliran media pendingin [7]. S. R. Muas M., Arman meneliti tentang viskositas pelumas. Penelitian ini menunjukkan bahwa viskositas oli sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik baja [8]. Maka dari itu peneliti memilih menggunakan oli SAE-20 sebagai media *quenching* yang memiliki kekentalan yang rendah. Penelitian ini menggunakan material 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.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai *hardening* dengan pendinginan cepat yang mempengaruhi sifat kekerasan baja karbon. Waas, K. & Danny melakukan penelitian tentang pengaruh *holding time* dan variasi media *quenching* terhadap nilai kekerasan baja karbon rendah St 42 pada proses pengarbonan padat menggunakan arang batok biji pala (*myristica fragrans*) [9]. Dalam penelitian ini menggunakan variabel waktu tahan 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam. Dan media *quenching* air, air laut, dan oli. Pada hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa media *quenching* yang paling baik adalah air laut. Karena air laut memiliki kandungan garam yang dapat meningkatkan nilai kekerasan dari baja karbon.

Zainal, M melakukan penelitian tentang analisa pengaruh pendingin terhadap kekerasan bahan AISI-1045 pada proses *heat treatment* [10]. Pada penelitian menggunakan media pendingin (*quenching*) air, minyak goreng, oli SAE 20W yang digunakan kombinasi variasi waktu tahan dengan 5, 10 dan 15 menit lama pendinginan. Pengujian kekerasan ini menggunakan *Micro Vickers* dan metode penelitian pengolahan data menggunakan metode *Taguchi* yang dibantu dengan *software minitab 16*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *heat treatment* dapat meningkatkan nilai kekerasan baja AISI 1045. Peningkatan nilai kekerasan terendah pada *quenching* oli SAE 20W dengan waktu tahan 10 menit mendapatkan hasil nilai kekerasan 183,5 VHN dengan kekerasan material sebelum di proses *heat treatment* sebesar 176,2 VHN, dan pengaruh *quenching* dengan nilai kekerasan yang paling baik adalah media pendingin air dengan waktu tahan 15 menit dengan hasil nilai kekerasan yaitu 583,8 VHN.

Dikarenakan dalam beberapa penelitian diatas belum adanya penelitian menggunakan media pendingin air garam dengan kombinasi waktu penahanan pendingin, peneliti akan melihat perbedaan perubahan hasil kekerasan terbaik dari pengaruh media pendingin pada proses perlakuan panas (*heat treatment*) menggunakan temperatur 900°C dengan waktu tahan (*holding time*) 45 menit untuk mengetahui peningkatan kekerasan optimum baja AISI 1045 menggunakan berbagai media pendingin dengan waktu penahanan pendingin selama 5, 10, dan 15 menit. Waktu penahanan pendingin digunakan untuk melihat perbedaan perubahan kekerasan yang disebabkan oleh udara memberikan kesempatan kepada logam untuk membentuk kristal-kristal dan kemungkinan mengikat unsur-unsur lain dari udara. Media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini adalah air garam, air, dan oli, Karena untuk melihat perbedaan kekerasan setiap media pendingin berdasarkan viskositas (kekentalan) dan densitas (massa jenis).

2. METODE PENELITIAN

Tahapan penyelesaian dalam penelitian ini dilakukan sesuai dengan diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.1. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan berdasarkan hasil observasi dan pengumpulan data dari beberapa sumber, maka dilakukan eksperimen *hardening* dan *quenching* dengan pendingin air garam, air, dan oli. Tujuannya Untuk mengetahui nilai kekerasan yang optimum dan apakah berpengaruh media pendingin dengan kombinasi waktu penahanan pendingin yang mendapat perlakuan panas *quenching* terhadap kekerasan baja karbon AISI-1045.

Tabel 1. Rancangan percobaan

No	Parameter Perlakuan Panas	
	Media Pendingin	Waktu Pendingin
1	Air Garam	5
2	Air Garam	10
3	Air Garam	15
4	Air	5
5	Air	10
6	Air	15
7	Oli	5
8	Oli	10
9	Oli	15

Tampilan pelaksanaan percobaan secara acak ditunjukkan pada Tabel 1. Setiap kombinasi parameter, percobaan dilakukan dengan pengulangan sebanyak dua kali untuk mewakili pengujian kevalidan data.

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Baja AISI-1045
Dimensi dari spesimen baja AISI 1045 yang digunakan adalah
 - Panjang = 25 mm
 - Diameter = 25 mm
- b. Furnace
Furnace merupakan oven pemanas, pada penelitian ini digunakan untuk memanaskan spesimen baja AISI 1045 sampai temperatur 900°C.
- c. Media pendingin
 1. Air garam
Volume air yang digunakan sebesar 1 Liter. Dan air garam yang digunakan memiliki kadar garam 25 % dari volume air yang dicampurkan, jadi garam yang digunakan adalah 250 mg.
 2. Air
Air yang digunakan air mineral. Volume air yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 1 Liter.
 3. Oli SAE 40
Volume Oli yang digunakan adalah sebesar 1 Liter.
- d. Penguji Kekerasan *ZHR Rockwell*
Digunakan untuk mengukur kekerasan benda uji.
- e. Mesin Gergaji Potong DOALL Model C-916
Digunakan untuk memotong benda uji.

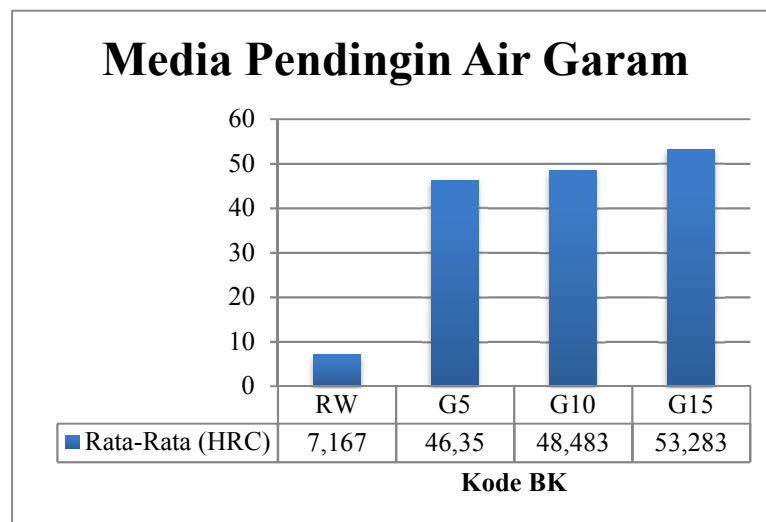
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian kekerasan tersebut dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbandingan proses pendinginan terhadap kekerasan material baja AISI-1045 dengan pemanasan 900°C dan waktu penahanan selama 35 menit. Jenis pendingin pada proses ini yaitu air garam dengan kode sampel benda uji (G), air (A), dan oli (O) dengan waktu penahanan pendingin selama 5, 10, dan 15 menit.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan

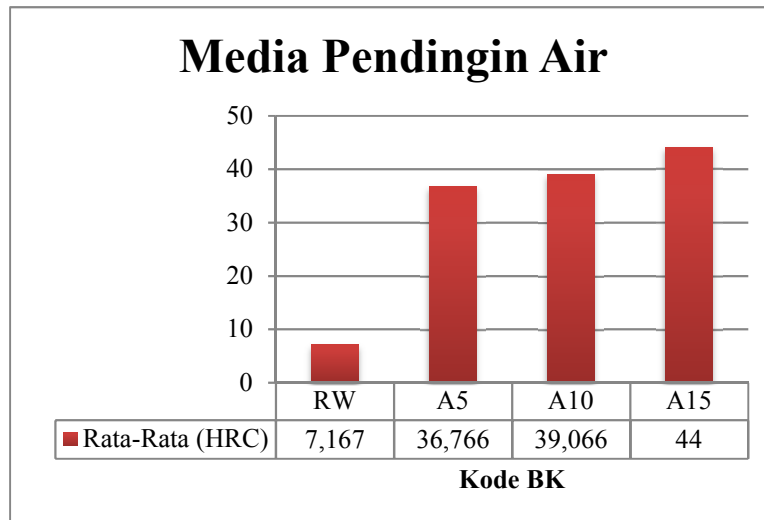
Jenis Media	Waktu Penahanan (menit)	Kode BK	Titik Uji BK1 (HRC)			Titik Uji BK2 (HRC)			Rata-Rata
			1	2	3	1	2	3	
Raw Material		RW	7.2	7.5	6.8	-	-	-	7.167
Air Garam	5	G5	46.9	46.8	45.5	47.4	46.4	45.1	46.35
	10	G10	48.8	49	47.4	49.1	48.2	48.4	48.483
	15	G15	54.5	54.6	52.6	52.7	53.4	51.9	53.283
Air	5	A5	38	38.5	36.6	36.2	35.8	35.5	36.767
	10	A10	38.1	38.7	39	39.2	40	39.4	39.067
	15	A15	42.6	43	43.2	44.4	45.6	45.2	44
Oli	5	O5	21.7	23	21.2	21.4	21.3	20.9	21.583
	10	O10	21.2	23.7	22.4	22	24.2	22.5	22.667
	15	O15	25	25.7	24.9	24.3	26.3	25.6	25.3

Penelitian ini menggunakan alat uji kekerasan (*universal hardness tester*) dengan metode pengujian *Rockwell*. Spesimen yang digunakan adalah baja AISI-1045, dibuktikan dengan nilai kekerasan pada spesimen baja AISI-1045 sebelum di proses *heat treatment* dibandingkan dari data penelitian sebelumnya [7]. Dari data diatas raw materialnya adalah 7.167 HRC dikonversikan menjadi 179.175 VHN yang hampir mendekati data penelitian [7] sebesar 176,2 VHN.



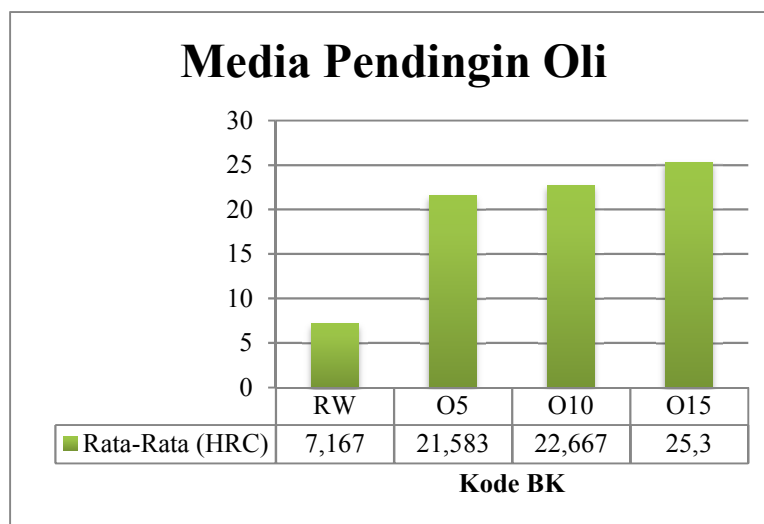
Gambar 2. Grafik nilai uji kekerasan pada media pendingin air garam

Pada Gambar 2 terdapat grafik nilai uji kekerasan penelitian pada media pendingin air garam dengan waktu penahanan pendingin (5, 10, dan 15 menit) dari proses *quenching*. Dari grafik tersebut media air garam dengan waktu penahanan pendingin 5 menit (G5) terdapat kenaikan dengan nilai rata-rata 46.35 HRC, media air garam dengan waktu penahanan pendingin 10 menit (G10) terdapat kenaikan dengan nilai rata-rata 48.483 HRC, dan pada media air garam dengan waktu penahanan pendingin 15 menit (G15) dengan nilai rata-rata 53.283 HRC.



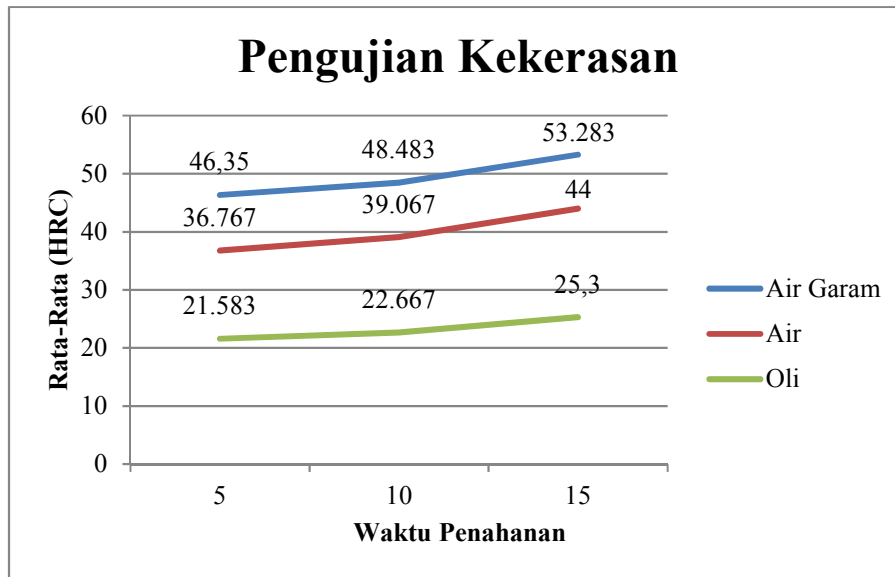
Gambar 3. Grafik nilai uji kekerasan pada media pendingin air

Pada Gambar 3 terdapat grafik nilai uji kekerasan penelitian pada media pendingin air dengan waktu penahanan pendingin (5, 10, dan 15 menit) dari proses *quenching*. Dari grafik tersebut media air dengan waktu penahanan pendingin 5 menit (A5) dengan nilai rata-rata 36.767 HRC, pada media air dengan waktu penahanan pendingin 10 menit (A10) dengan nilai rata-rata 39.067 HRC, dan pada media air dengan waktu penahanan pendingin 15 menit (A15) dengan nilai rata-rata 44 HRC.



Gambar 4. Grafik nilai uji kekerasan pada media pendingin oli

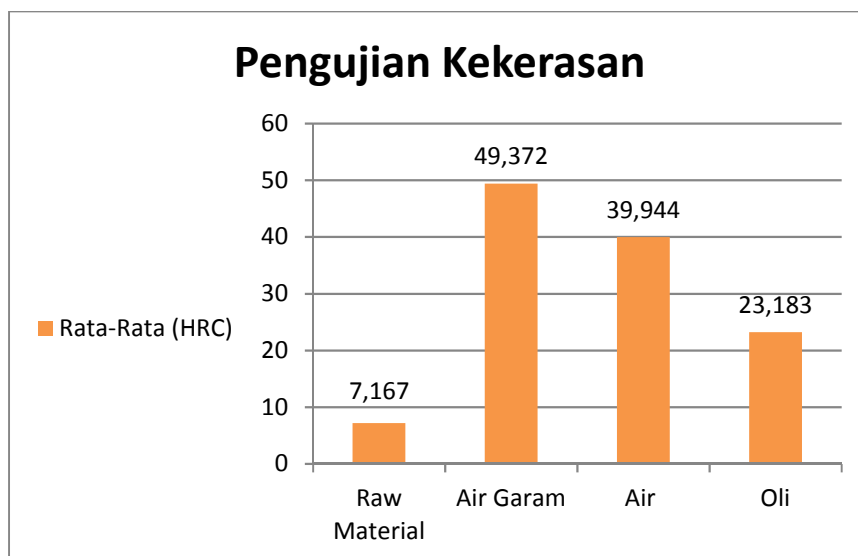
Pada Gambar 4 terdapat grafik nilai uji kekerasan penelitian pada media pendingin oli dengan waktu penahanan pendingin (5, 10, dan 15 menit) dari proses *quenching*. Dari grafik tersebut media oli dengan waktu penahanan pendingin 5 menit (O5) dengan nilai rata-rata 21.583 HRC, pada media oli dengan waktu penahanan pendingin 10 menit (O10) dengan nilai rata-rata 22.667 HRC, dan pada media oli dengan waktu penahanan pendingin 15 menit (O15) dengan nilai rata-rata 25.3 HRC.



Gambar 5. Grafik nilai uji kekerasan dengan variasi waktu penahanan pendingin

Pada Gambar 5 terdapat grafik nilai uji kekerasan dari 3 media pendingin dengan waktu penahanan pendingin (5, 10, dan 15 menit) pada proses *quenching* dengan besar raw materialnya 7.167 HRC. Dari grafik tersebut nilai yang paling tinggi yaitu pada media air garam dengan waktu penahanan pendingin 15 menit (G15) dengan nilai rata-rata 53.283 HRC atau naik sebesar 46.116 HRC terhadap raw material. Sedangkan nilai yang paling rendah yaitu pada media oli dengan waktu penahanan pendingin 5 menit (O5) dengan nilai rata-rata 21.583 HRC atau naik sebesar 14.416 HRC terhadap raw material.

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu penahanan pendingin akan mengakibatkan perubahan kekerasan semakin baik. Hal ini dikarenakan spesimen diangkat sebelum dingin mengakibatkan udara memberikan kesempatan kepada logam untuk membentuk kristal-kristal dan kemungkinan mengikat unsur-unsur lain dari udara. Adapun pendinginan pada udara terbuka dapat memberikan oksidasi oksigen terhadap proses pendinginan.



Gambar 6. Grafik Nilai Uji Kekerasan Keseluruhan

Berdasarkan Gambar 6 diatas bahwa proses perlakuan panas dengan media pendingin cepat menghasilkan tingkat kekerasan yang bervariasi. Rata-rata nilai kekerasan pada proses *heat treatment* dengan media pendingin air garam adalah 49.372 HRC, air adalah 39.944 HRC, oli adalah 23.183 HRC, dan raw materialnya adalah 7.167 HRC. Dari hasil nilai kekerasan tersebut pada proses *heat treatment* tingkat

kekerasan yang paling baik yaitu dengan media pendingin air garam. Hal ini dikarenakan kemampuan media pendingin dalam mendinginkan spesimen berbeda-beda. Air garam memiliki viskositas (kekentalan) lebih rendah dan densitas (massa jenis) yang lebih tinggi, sehingga laju pendinginan lebih cepat dibandingkan dengan media pendingin air dan oli.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan, dan analisis yang telah dilakukan, maka dari penelitian yang berjudul “Analisis Pengaruh Media Pendingin Dengan Kombinasi Waktu Penahanan Pendingin Terhadap Nilai Kekerasan Baja AISI-1045 Pada Proses *Quenching*” didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat kekerasan yang paling tinggi yaitu pada media air garam dengan waktu penahanan pendingin 15 menit (G15) dengan nilai rata-rata 53.283 HRC atau naik sebesar 46.116 HRC terhadap raw material. Karena air garam memiliki viskositas (kekentalan) lebih rendah dan densitas (massa jenis) yang lebih tinggi, sehingga laju pendinginan lebih cepat dibandingkan dengan media pendingin air dan oli.
2. Nilai yang paling tinggi yaitu pada media air garam dengan waktu penahanan pendingin 15 menit (G15) dengan nilai rata-rata 53.283 HRC. Sedangkan nilai yang paling rendah yaitu pada media oli dengan waktu penahanan pendingin 5 menit (O5) dengan nilai rata-rata 21.583 HRC. Karena semakin lama waktu penahanan pendingin akan mengakibatkan perubahan kekerasan semakin baik. Hal ini dikarenakan spesimen diangkat sebelum dingin mengakibatkan udara memberikan kesempatan kepada logam untuk membentuk kristal-kristal dan kemungkinan mengikat unsur-unsur lain dari udara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Fanhar, S, 2016. Analisis Pengaruh *Quenching* Dan *Tempering* Beserta Variasi Waktu Tahan Dengan Media Pendingin Oli Mesran Sae 40 Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Baja Karbon Sedang.
- [2]. Pratowo, B & Fernando, A, 2018. Analisa kekerasan baja karbon AISI-1045 setelah mengalami perlakuan *quenching*. Jurnal Teknik Mesin UBL, VOL.5 NO. 2 (2018).
- [3]. Pramono, A., 2011, Karakteristik Mekanik Proses *Hardening* Baja AISI 1045 Media *Quenching* Untuk Aplikasi *Sprocket* Rantai. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. Vol. 5 No. 1: 32 – 38.
- [4]. Haryadi, G.D, 2006. Pengaruh Suhu *Tempering* Terhadap Kekerasan, Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja K-460. *Jurnal Rotasi* Volume 8 Nomor (2006).
- [5]. Istiqlaliyah & Rhozman, 2016. Pengaruh Variasi Temperatur *Annealing* Terhadap Kekerasan Sambungan Baja St 37. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Mercu Buana* Vol 5, No 4 (2016).
- [6]. B. H. Amsted, “Sriati Djapri (Alih Bahasa), 1995, Teknologi Mekanik, Edisi ke-7 Jilid 1, PT,” Erlangga, Jakarta.
- [7]. Syaefudin, 2001. Pengaruh Media Pendingin Pada Proses *Quenching* Terhadap Kekerasan, Struktur Mikro, Dan Kekuatan Bending Baja Aisi 1010.
- [8]. S. R. Muas M., Arman Arman, “Karakteristik Sifat Mekanik dan Mikrostruktur Baja AISI-1045 Melalui Variasi Temperatur dan Media Pendingin pada Proses *Quenching-Tempering*” *Makassar Jur. Tek. Mesin Politek. Negeri Ujung Pandang*, 2014.
- [9]. Waas, K. & Danny, V, 2020. Pengaruh *holding time* dan variasi media *quenching* terhadap nilai kekerasan baja karbon rendah st 42 pada proses pengkarbonan padat menggunakan arang batok biji pala (*myristica fragrans*). *Jurnal Simetrik* VOL.10, NO.1, JUNI 2020.
- [10]. Zainal, M, 2016. Analisa pengaruh pendingin terhadap kekerasan bahan AISI 1045 pada proses *heat treatment*. Fakultas Teknik Universitas Nusantara Persatuan Guru Republik Indonesia UN PGRI Kediri 2016.