

Perbandingan Nilai Kekerasan Baja Aisi 4140 Pada Proses *Hardening* Dengan Media Pendingin Oli Dan Air Garam

Reshi Hirarki ^{*1}, Benny Haddli Irawan 1*, Nurul Ulfah 2*

Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

¹E-mail: reshi.hirarki@gmail.com

Abstrak

Baja Aisi 4140 merupakan baja karbon menengah yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri karena sifatnya yang kuat, tahan aus, dan mudah diolah. Proses perlakuan panas, seperti *hardening*, yang didalamnya ada quenching dan tempering sering diterapkan untuk meningkatkan sifat kekerasan baja 4140. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh media pendingin terhadap nilai kekerasan material AISI 4140. Material 4140 akan dipanaskan dengan temperatur 920 °C dengan holding time selama 47,6 menit. Selanjutnya material Aisi 4140 akan diberi perlakuan *quenching* dengan media air garam dan oli. Pengujian kekerasan material dilakukan sebelum dilakukan nya *hardening* dan sesudah dilakukannya *hardening*. Sebelum dilakukannya *hardening* memiliki kekerasan dengan rata rata 31,9 HRC. Sesudah di lakukannya perlakuan panas dengan media pendingin air garam menghasilkan peningkatan 53,26% menjadi 48,8 HRC dan Proses *hardening* dengan oli menghasilkan peningkatan 21,63% menjadi 38,8 HRC, berdasarkan pengamatan, baja yang didinginkan menggunakan media air garam menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan media pendingin oli.

Kata Kunci : *Hardening* , Uji kekerasan , Baja Aisi 4140

Abstract

Aisi 4140 steel is a medium carbon steel that is widely used in various industrial applications because of its strength, wear resistance and ease of processing. Heat treatment processes, such as hardening, which include quenching and tempering, are often applied to increase the hardness properties of 4140 steel. This research aims to determine the effect of cooling media on the hardness value of AISI 4140 material. 4140 material will be heated to a temperature of 920 °C with a holding time of 47.6 minutes. Next, the Aisi 4140 material will be given a quenching treatment using salt water and oil. Material hardness testing was carried out before hardening and after hardening. Before hardening, the hardness had an average of 31.9 HRC. After heat treatment with salt water cooling media, it resulted in an increase of 53.26% to 48.8 HRC and the hardening process with oil resulted in an increase of 21.63% to 38.8 HRC, based on observations, steel cooled using salt water media was higher. compared to oil cooling media.

Keyword: *Hardening, Hardness Test, Aisi 4140 steel*

1 Pendahuluan

Dalam dunia Industri, material logam yang paling banyak digunakan adalah baja Aisi karena baja unggul dalam hal kekuatan, ketahanan aus, dan kemudahannya dibentuk, sehingga meningkatkan umur pakai komponen. Untuk meningkatkan umur pakai sebuah komponen perlu adanya Pengujian bahan bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik [1]. Salah satu sifat mekanik baja yang sering digunakan dalam pengujian adalah kekerasan material.

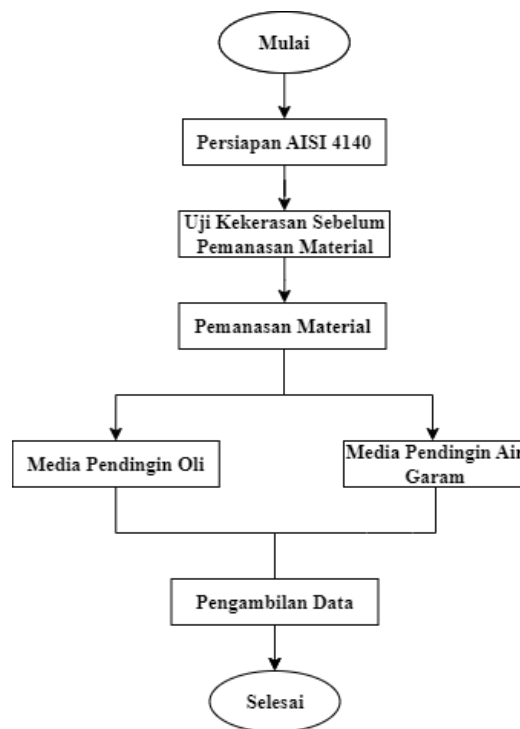
Pada pembuatan *Fixture* dan manufaktur seperti *gear* , baut ,udukan mata pahat (*Tool Holder*), material yang sering digunakan adalah baja Aisi 4140 Meskipun demikian, kegagalan atau kerusakan suatu produk masih sering

terjadi yang disebabkan oleh insiden dan bukan insiden. Kegagalan karena insiden umumnya terjadi karena beban yang melebihi kekuatan komponen atau struktur, misalnya beban kejut (shock) karena benturan, beban berlebih (over load), dan lain[2].

Peningkatan sifat mekanik sangat perlu dilakukan untuk mengatasi kegagalan mekanis, satu diantaranya adalah dengan proses *hardening* pada baja AISI 4140[3]. Proses *hardening* ialah sebuah metode pemanasan baja pada kondisi temperatur, waktu, dan media pendinginan tertentu. Tujuan perlakuan panas adalah untuk meningkatkan kekerasan, meningkatkan keuletan dan tahan lama dalam pemakaian tujuan tersebut akan dapat tercapai jika mengetahui dan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhinya seperti temperatur, waktu penahanan dan media pendinginan [4].

Media pendingin berperan penting terhadap hasil *hardening*. Pemilihan media pendingin mempengaruhi kekerasan suatu bahan, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh media pendingin oli dan air garam terhadap kekerasan baja AISI 4140 sebelum dan sesudah proses *hardening*. Hal ini penting untuk dikaji karena media pendingin yang berbeda memiliki pengaruh yang berbeda pula terhadap hasil kekerasan

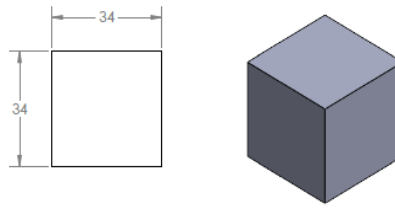
2 Metodologi Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Persiapan Material

Baja AISI 4140 merupakan baja karbon menengah, yang memiliki paduan kromium dan molibdenum yang biasa digunakan untuk berbagai aplikasi karena sifat pengerasannya, kuat dan tahan lama. beberapa alasan mengapa baja AISI 4140 cocok untuk proses *hardening* karena memiliki kromium yang meningkatkan kekerasan, ketahanan aus, dan ketahanan korosi baja. Kemudian kandungan molibdenum meningkatkan kekuatan, ketangguhan, dan kemampuan. Adapun alasan kenapa perlu dilakukannya *hardening* untuk meningkatkan kemampuan baja agar mampu menahan beban dan keawetan dalam penggunaan sehingga membuatnya ideal untuk aplikasi yang membutuhkan ketahanan aus dan kekuatan tinggi. Biasanya baja AISI 4140 digunakan untuk pembuatan *tool holder*, *gear*, poros dan peralatan industri lainnya. Sebelum dilakukan uji kekerasan dan *hardening* material di *facing* menggunakan mesin *milling* kemudian dilakukan perataan dengan mesin *grinding* pada benda uji. Pengujian kekerasan pada *rockwell hardness* menggunakan Standar SNI 8388 (Standar Nasional Indonesia) dengan jumlah spesimen sebanyak 6 pcs[5].



Gambar 2. Dimensi Spesimen Material

Table 1 Komposisi Kimia

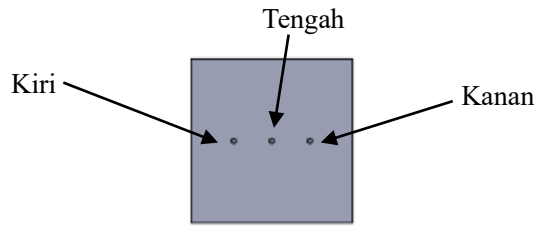
Komposisi Kimia	%
Carbon (C)	(0,38-0.43%)
Manganese (Mn)	(0.75-1.00 %)
Silicon (Si)	(0.20-0.35 %)
Chromium, (Cr)	(0.80-1.10 %)
Molybdenum (Mo)	(0.15-0.25 %)
Phosphorous, (P)	(0.035)
Sulfur, (S)	(0.04)

2.2 Uji Kekerasan material

Pengujian kekerasan material *Rockwell* yang dipakai pada penelitian ini adalah HRC (*Rockwell Hardness Scale C*), dengan di beri beban 150 kg sesuai dengan table standar internasional. Sebelum pengujian dimulai, harus memasang indenter terlebih dahulu sesuai dengan jenis pengujian yang diperlukan, yaitu indenter bola baja atau kerucut intan. Setelah indenter terpasang, meletakkan spesimen yang akan diuji kekerasannya di tempat yang tersedia dan menyatel beban yang akan digunakan untuk proses penekanan, Untuk mengetahui nilai kekerasannya, dapat melihat pada display layar yang terpasang pada alat ukur berupa dial indicator pointer. Dalam penelitian ini di lakukan pada spesimen dengan tiga titik pengujian[6]. Di bagian tengah, kiri dan kanan spesimen, untuk posisi pengukuran di tengah benda uji dan penakan selanjtnya di abgian kiri dan kanan tidak boleh terlalu pinggri pada benda uji, kemudian hasil uji di catat dengan lengkap dan di masukan ke table masing-masing sesuai bentuk spesimen



Gambar 3. Rockwell Hradness



Gambar 4. Gambar Titik Pengujian

Tabel 2 *Rockwell Hardness Scales*

Rockwell Hardness Scales		
Scale Symbol	Indenter	Major load (kg)
A	Diamond	60
B	$\frac{1}{16}$ in. ball	100
C	Diamond	150
D	Diamond	100
E	$\frac{1}{8}$ in. ball	100
F	$\frac{1}{16}$ in. ball	60
G	$\frac{1}{16}$ in. ball	150
H	$\frac{1}{8}$ in. ball	60
K	$\frac{1}{8}$ in. ball	150

2.3 Pemanasan material

Dalam penelitian ini material diberikan perlakuan pemanasan (*Hardening*) Spesimen dipanaskan dalam tungku induksi sampai pada suhu 920°C, [7]. Pada proses *hardening* temperatur yang digunakan harus disuhu austenite atau diatas suhu 723°C. Pada penelitian ini peneliti menggunakan suhu 920°C untuk mencapai suhu austenite. Austenite untuk merubah sifat mekanik pada baja Aisi 4140 [8]. melakukan penahan suhu 920°C terlebih dahulu untuk menghindari terjadinya keretakan pada sampel akibat adanya shock temperature. Pada penahanan waktu (*holding time*) menggunakan rumus. (*Holding Time*) adanya untuk meratanya suhu panas sampai ke seluruh material.

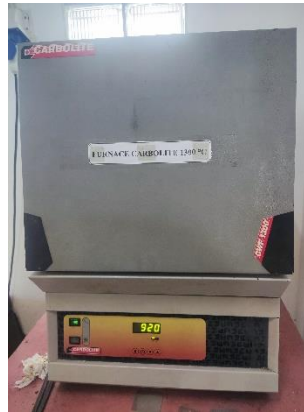
$$T = 1,4 \times H \text{ [9].}$$

Dengan : T = waktu penahanan (menit)

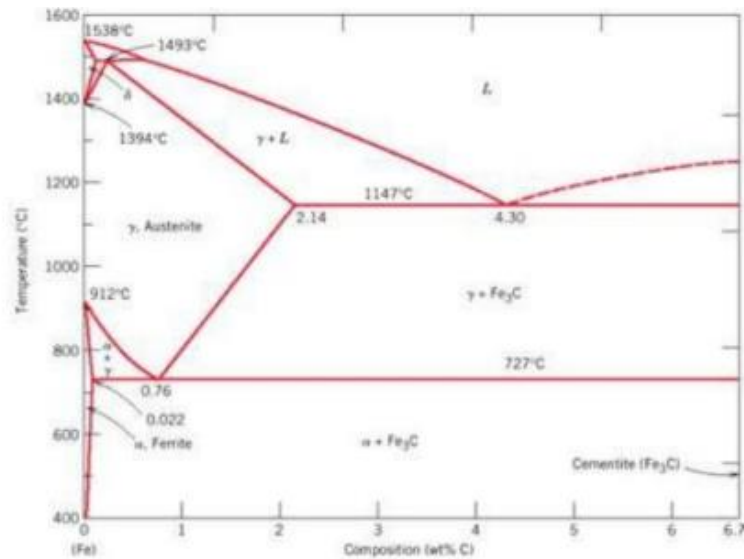
H = tebal benda kerja (mm)

Benda kerja yang di uji dengan tebal benda kerja 34 mm

$$T = 1,4 \times 34 = 47,6 \text{ menit}$$



Gambar 5. Mesin Tungku Induksi



Gambar 6. Diagram fase fe-fe3c

2.4 Media Pendingin Material

Dalam penelitian ini, media pendingin yang digunakan adalah oli dan air garam. Alasan pemilihan air garam sebagai media pendingin adalah karena harganya relatif murah, mudah didapatkan, serta mudah dalam pengaplikasiannya sebagai media pendingin material dengan kemampuan pendinginan yang cepat dibandingkan dengan oli, media pendingin oli memiliki laju pendinginan yang lambat tetapi umum digunakan dalam proses *hardening* untuk meningkatkan kekerasan dan keuletan baja, apakah air garam bisa menjadi alternatif lain dalam meningkatkan kekerasan pada baja dengan harga yang relatif lebih murah. Untuk media pendingin air garam, Volume air yang digunakan sebesar 4 Liter. Dan air garam yang digunakan memiliki kadar garam 25 % dari volume air yang dicampurkan, jadi garam yang digunakan adalah 1000 gram. oli yang di gunaka oli mesran SAE 40. [10]



Gambar 7 .Media pendingin air garam

Media pendingin dengan Oli berlangsung lebih lambat jika dibandingkan dengan pendinginan menggunakan media air. Sehingga kecenderungan terjadinya kerusakan minimum. Oli memiliki kekentalan yang tinggi dibandingkan media pendingin lainnya dan massa jenis yang rendah sehingga laju pendinginannya lambat[11].



Gambar 8. Media pendingin oli

3 Analisa Data dan Pembahasan

3.1 Pengambilan Data

Pengujian kekerasan pada penelitian ini adalah menggunakan *Rockwell Hardness* dengan kekuatan di beri beban 150 Kg dengan 6 Buah spesimen yang digunakan sebagai sampel pengujian dengan tiga titik yang berbeda. Berikut merupakan data hasil perhitungan dari 6 spesimen pengujian kekerasan tanpa perlakuan panas dan spesimen yang sudah dilakukan perlakuan panas dengan menggunakan media pendingin oli dan air garam. Dari pengujian tersebut didapat data-data seperti pada tabel berikut.

Tabel 3 Pengujian Uji Rockwell Hardness Test Spesimen Kotak - TanpaPerlakuan Panas

Spesimen	Bentuk Spesimen	Titik Pengujian			Rata – rata
		Tengah	Kiri	Kanan	
1	Kotak	32,1 HRC	30,9 HRC	30,3 HRC	31,1 HRC
2	Kotak	29,9 HRC	31,4 HRC	30,9 HRC	30,7 HRC
3	Kotak	33,0 HRC	32,8 HRC	32,6 HRC	32,8 HRC
4	Kotak	30,9 HRC	31,5 HRC	31,9 HRC	31,4 HRC
5	Kotak	31,5 HRC	33,1 HRC	32,9 HRC	32,5 HRC
6	Kotak	33,0 HRC	33,1 HRC	32,6 HRC	32,9 HRC
Total					31,9 HRC

Tabel 4 Pengujian Uji *Rockwell Hardness Test*- Media Quenching Air Garam

Spesimen	Bentuk Spesimen	Titik Pengujian			Rata-rata
		Tengah	Kiri	Kanan	
1	Kotak	50,1 HRC	52,6 HRC	49,9 HRC	50,8 HRC
2	Kotak	47,5 HRC	41,0 HRC	42,5 HRC	43,6 HRC
3	Kotak	51,3 HRC	51,4 HRC	53,7 HRC	52,1 HRC
Total					48,8 HRC

Tabel 5 Pengujian Uji *Rockwell Hardness Test*- Media Quenching Oli

Spesimen	Bentuk specimen	Titik Pengujian			Rata - rata
		Tengah	Kiri	Kanan	
1	Kotak	33,0 HRC	40,8 HRC	37,7 HRC	37,1 HRC
2	Kotak	42,8 HRC	41,5 HRC	41,2 HRC	41,8 HRC
3	Kotak	36,0 HRC	39,8 HRC	37,3 HRC	37,7 HRC
Total					38,8 HRC

Dari tabel 3 di ketahui nilai rata rata kekerasan specimen sebelum dilakukan perlakuan panas 31,9 HRC, dan dari tabel 4 dan 5 sesudah dilakukan perlakuan panas oli dan air garam adalah 48,8 HRC air garam dan 38,8 HRC oli, Penggunaan air garam sebagai media pendingin menghasilkan tingkat kekerasan yang lebih tinggi (48,8 HRC) dibandingkan dengan oli (38,8 HRC). Hal ini karena air garam memiliki kemampuan pendinginan yang lebih cepat, yang memungkinkan terbentuknya martensit yang lebih halus dan keras. Martensit adalah struktur mikro baja yang keras dan kuat, dan terbentuk ketika baja dipanaskan hingga temperatur austenit dan kemudian didinginkan dengan cepat. Dari hasil data table di atas menunjukkan bahwa proses *Hardening* dengan pemanasan material dengan suhu mencapai 920C ° austenite dengan media pendingin air garam dan oli pada baja AISI 4140 berpengaruh pada hasil uji kekerasan , spesimen yang didinginkan dengan air garam lebih keras di bandingkan dengan oli , yaitu kekerasan rata rata air garam 48,8 HRC dan kekerasan dengan media pendingin oli adalah 38,8 HRC. Spesimen di beri *holding Time* (waktu penahanan) 47,6 menit.

4 Kesimpulan

Dalam proses *hardening* media pendingin memiliki pengaruh terhadap kekerasan material baja Aisi 4140 sebelum dilakukan nya *hardening* memiliki kekerasan dengan rata rata 31,9 HRC. Sesudah di lakukannya perlakuan panas dengan media pendingin air garam menghasilkan peningkahan 53,26% menjadi 48,8 HRC dan Proses *hardening* dengan oli menghasilkan peningkatan 21,63% menjadi 38,8 HRC. Menunjukkan bahwa air garam adalah media pendingin yang lebih efektif untuk *hardening* baja AISI 4140, air garam direkomendasikan sebagai media pendingin untuk *hardening* baja AISI 4140 jika diperlukan kekerasan yang maksimal.

5 Daftar Pustaka

- [1] Mahardika , Shultoni.2020 “Analisis Teknik Sifat Mekanik Baja AISI 4140 Dengan Variasi Temperatur Tempering untuk Meningkatkan Keuletan dan Kekerasan Material. “Jurnal Mekanova : Mekanik, Inovasi dan Teknologi 6 (1):64
- [2] Prabowo, A. aji. (2020, July 31). PENGARUH MEDIA PENDINGIN PADA PROSES QUENCHING TERHADAP KEKERASAN, STRUKTUR MIKRO, DAN KEKUATAN BENDING BAJA AISI 1010.
- [3] Nota Ali Sukarno, Abdul Azis 2023, Pengaruh Lapisan Ni-Cr Pada Baja Aisi 4140 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Dengan Plasma Sputtering, Perwira Journal of Sains & Engineering (PJSE), Vol. 3 (1) 2023, 20-24
- [4] Isworo, H. (2020, June 25). PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN DAN MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA ST 41 METODE HARDENING.
- [5] SNI 8388. 2017. Cara Uji Keras Dengan Metode Rockwell. Badan Standarisasi Nasional.
- [6] Halimi, A. D. (2017). UJI EKSPERIMEN TINGKAT KEKERASAN DAN KETANGGUHAN BAJA PEGAS JIS SUP 9 DENGAN METODE LAKU PANAS HARDENING DAN TEMPERING.
- [7] Budiyanto, E. (2016). HARDENING BAJA AISI 1045 MENGGUNAKAN GEL ALOE VERA SEBAGAI MEDIA PENDINGIN.
- [8] ILMIAWAN, M. A. R. (2023, December). PENGARUH PERLAKUAN PANAS (QUENCHING DAN VARIASI SUHU TEMPERING) TERHADAP KEKERASAN, KETANGGUHAN IMPAK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA S45C.
- [9] Arlingga, A. S. (2021, August). Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekerasan Baja S45C Pada Proses Hardening-Tempering.
- [10]Agustian, E. (2021). Analisis Pengaruh Media Pendingin Dengan Kombinasi Waktu Penahanan Pendingin Terhadap Nilai Kekerasan Baja AISI-1045 Pada Proses Quenching.
- [11]Trihutomo, P. (2015, April 1). ANALISA KEKERASAN PADA PISAU BERBAHAN BAJA KARBON MENENGAH HASIL PROSES HARDENING DENGAN MEDIA PENDINGIN YANG BERBEDA.