

SIFAT MEKANIK BAJA EMS 45 DENGAN PERUBAHAN TEMPERATUR MEDIA PENDINGIN AIR GARAM

Syahrudin Rasyid, Muhammad Arsyad Suyuti¹⁾, Ardiansyah²⁾

Abstrak: Baja karbon paduan yang dipanaskan hingga mencapai suhu austenit, kemudian didinginkan secara cepat akan membentuk struktur yang martensit dan memiliki kekerasan yang lebih tinggi dari struktur perlit maupun ferrit, proses ini dikenal dengan *quenching*, Proses *quenching* yang sederhana akan menghasilkan selubung uap yang mengelilingi spesimen, yang akan mengakibatkan ketidakseragaman proses pendinginan yang akhirnya dapat memunculkan keretakan karena pengaruh internal stress. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kekerasan dan kekuatan impact pada bahan Baja EMS 45 yang mengalami proses *quenching* dengan memvariasikan temperatur media pendingin air garam pada suhu 5°C sampai dengan 30°C. Metode yang digunakan adalah proses pemanasan spesimen pada temperatur 850°C dengan waktu penahanan selama 70 menit, selanjutnya spesimen *diquenching* pada temperatur media pendingin air garam yang berbeda. Untuk mengetahui nilai kekerasan dan kekuatan impact dilakukan pengujian kekerasan dan pengujian impact. Hasil pengujian yang diperoleh pada penelitian ini yaitu pengujian tarik adalah 77,783 KgF/mm² atau setara dengan baja St 70, nilai Kekerasan terbesar terjadi pada suhu 0°C yaitu sebesar 61,77 HRC dan Nilai kekuatan impact pada suhu 0°C sebesar 63,5 N.m. apabila suhu media pendingin air garam naik maka nilai kekerasan akan semakin menurun sedangkan pada pengujian impact apabila suhu media pendingin air garam naik maka nilai kekuatan impact akan semakin meningkat.

Kata kunci : Media Pendingin, Proses *Quenching*, Kekerasan, Kekuatan Impact, Baja EMS-45.

I. PENDAHULUAN

Dalam bidang material, terdapat dua cara atau perlakuan untuk meningkatkan nilai kekerasan baja, yaitu perlakuan panas (*heat treatment*) dan deformasi plastis. Baja karbon yang dipanaskan hingga mencapai suhu austenit kemudian didinginkan secara cepat akan terbentuk struktur martensit yang memiliki kekerasan yang lebih tinggi dari struktur perlit maupun ferrit, proses ini biasa dikenal dengan *quenching*.

Pada proses *quenching* terjadi perpindahan panas dari spesimen baja ke larutan pendingin yang ditandai dengan terjadinya pembentukan gelembung-gelembung udara yang kemudian berlanjut dengan terbentuknya selubung udara pada permukaan specimen tersebut. Adanya selubung udara ini dapat membuat laju pendinginan menjadi lebih kecil daripada laju pendinginan kritis. Laju pendinginan yang kecil ini dapat menyebabkan tidak tercapainya pembentukan fasa martensit. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan waktu terbentuknya selubung udara atau meningkatkan laju pendinginan, maka diperlukan medium air *quenching* dengan temperatur yang lebih rendah dari suhu kamar atau dengan menyirkulasikan air pendingin.

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

²⁾ Alumni Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Baja EMS 45 adalah baja yang diproduksi oleh PT BOHLER. Baja ini mempunyai komposisi kandungan (% berat) C 0,48%, Si 0,30%, Mn 0,70%. Baja ini banyak digunakan dalam proses permesinan misalnya pembuatan tanggem, bantalan mesin. Konstruksi pada kapal, dan alat-alat bantu permesinan. Baja ini merupakan baja karbon sedang yang mempunyai kekuatan tarik 60-70 Kg/mm² (BOHLER).

Berdasarkan permasalahan di atas, peneliti akan mencoba meneliti sejauh mana temperatur media air (metode quenching air garam tanpa sirkulasi) dapat mengubah karakteristik kekerasan dan kekuatan impak melalui proses hardening. Hipotesa yang digunakan adalah laju pendinginan dapat mempengaruhi terbentuknya struktur martensit yang keras pada baja karbon pada proses hardening. Metode yang digunakan adalah dengan bervariasi temperatur media pendingin pada suhu 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30°C dengan menambahkan garam kedalam media pendingin air.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanik, Bengkel Mekanik Jurusan Teknik Mesin, Dan Lab Kimia Akademi Teknik Industri Makassar dengan waktu penelitian selama 3 bulan. Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan pelaksanaan, antara lain: persiapan alat dan bahan, pembuatan specimen, proses perlakuan panas, pengujian kekerasan, pengujian kekuatan impak, dan analisis data hasil pengujian.

A. Proses Perlakuan Panas

Hasil pemotongan spesimen dipanaskan di dalam tungku listrik (furnace). Berdasarkan referensi dari pabrik pembuat material dan dengan lampiran CCT diagram, dilakukan proses heating hingga mencapai pada daerah temperatur 830-850°C dengan waktu penahanan 70 menit yang dimaksudkan supaya menghasilkan struktur mikro yang homogen dan siap untuk perlakuan panas selanjutnya. Setelah itu dilakukan proses pengujian quenching selama 70 detik.

B. Proses Pengujian

1. Pengujian Tarik

Pengujian tarik adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu logam dan paduannya. Pengujian ini paling sering dilakukan karena merupakan dasar pengujian dan studi mengenai kekuatan bahan. Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinyu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji. Kemudian dapat dihasilkan tegangan dan regangan.

2. Pengujian Kekerasan

Kekerasan adalah sebagai tahanan sebuah benda terhadap penetrasi/daya tembus dari benda lain yang lebih keras (*penetrator*). Pada umumnya, penentuan kekerasan suatu bahan dapat dilakukan dengan tiga metode, yaitu: metode goresan, dinamik, dan tekanan. Dari ketiga metode tersebut metode yang paling banyak digunakan dalam dunia industri adalah metode *Rockwell*.

3. Pengujian Kekuatan Impak

Uji impak adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Pada uji impak terjadi proses penyerapan energi yang besar ketika beban menumbuk spesimen. Energi yang diserap material ini dapat dihitung dengan menggunakan prinsip perbedaan energi potensial. Tapi kalau di mesin

ujinya sudah menunjukkan energi yang dapat diserap material, maka tidak perlu menghitung manual. Besarnya usaha yang dilakukan pada pengujian dampak dapat dihitung dengan rumus berikut ini;

$$W = F_g \cdot (h_1 - h_2)$$

dimana:

- W = kerja pukulan dalam N.m = Joule
- F_g = massa palu dalam N
- h_1 = tinggi kedudukan awal pemukul dalam m
- h_2 = tinggi kedudukan akhir pemukul setelah patah dalam (m)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Tarik

Adapun data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 1. Data hasil pengujian tarik

No	Uraian	Ukuran
1	Panjang awal (l_0)	50 mm
2	Diameter awal (D_0)	10 mm
3	Gaya tarik maksimum (F_m)	59,9 KN
4	Panjang akhir (l_1)	60 mm
5	Diameter akhir (D_1)	8 mm

Berdasarkan data hasil pengujian tarik di atas, maka dapat dihitung nilai tegangan tarik dan regangan sebagai berikut;

$$\sigma_m = \frac{F_m}{A_0} = \frac{59900 \text{ N}}{3,14 \times 5^2 \text{ mm}^2} = \frac{59900}{78,5} = 763,059 \text{ N/mm}^2 = 77,783 \text{ Kgf/mm}^2$$

$$\epsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% = \frac{60 - 50}{50} \times 100\% = 20\%$$

B. Hasil Pengujian Kekerasan

Adapun data hasil pengujian kekerasan material Baja EMS-45 sebelum dan sesudah dilakukan proses quenching dengan variasi temperatur media pendingin air garam dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 2. Hasil uji kekerasan Baja EMS-45 sebelum dan sesudah Heatreatment

No	Suhu Media Pendingin Air Garam ($^{\circ}\text{C}$)	Benda	Nilai Kekerasan (HRC)							Rerata
			1	2	3	4	5	6	7	
Sebelum di Heatreatment										
1	0	I	15,3	18,1	15,1	13,1	16,3	11,3	14,4	14,80
		II	16,9	15,9	17,5	18,2	13,2	17,2	15,9	16,40
		III	14,5	15,3	15,3	15,2	14,0	14,0	13,4	14,53
		Rata-rata								15,24
Setelah di Heatreatment										
1	0	I	62,7	64,9	60,7	62,3	62,1	63,9	59,1	62,24

		II	64,7	60,7	64,4	58,8	60,8	60,9	60,0	61,47
		III	61,6	62,0	61,1	60,4	60,7	64,4	60,9	61,59
			Rata-rata							61,77
2	5	I	55,9	62,7	60,3	56,1	56,4	61,9	57,8	58,73
		II	55,8	55,1	63,2	56,5	64,6	59,0	63,9	59,73
		III	60,1	60,6	63,5	57,5	59,0	63,0	58,3	60,29
			Rata-rata							59,58
3	10	I	57,5	56,5	61,2	64,7	56,4	61,2	60,1	59,66
		II	51,7	50,7	63,3	61,6	57,2	63,1	57,3	57,84
		III	55,2	56,1	58,4	52,5	56,2	53,0	58,4	55,69
			Rata-rata							57,73
4	15	I	58,5	63,9	57,6	60,1	54,5	63,0	53,5	58,73
		II	52,7	57,1	57,5	53,4	58,1	60,2	56,8	56,54
		III	53,8	58,1	53,0	59,8	58,1	59,6	46,9	55,61
			Rata-rata							56,96
5	20	I	57,0	57,9	55,4	53,5	54,1	58,0	56,1	56,00
		II	57,5	58,7	54,7	51,0	58,0	59,2	58,4	56,79
		III	62,5	59,5	53,5	53,5	57,0	59,5	56,0	57,36
			Rata-rata							56,71
6	25	I	50,6	52,6	56,2	52,3	56,1	58,5	58,9	55,03
		II	55,9	51,9	59,2	56,6	57,2	59,0	55,7	56,50
		III	57,9	53,1	55,0	54,2	59,4	57,8	59,1	56,64
			Rata-rata							56,06
7	30	I	57,4	56,2	52,5	57,5	59,3	57,6	51,9	56,06
		II	54,6	56,2	58,7	58,8	57,2	58,9	60,9	57,90
		III	57,5	57,5	55,9	46,4	53,9	55,4	56,7	54,76
			Rata-rata							56,24

C. Hasil Pengujian Kekuatan Impak.

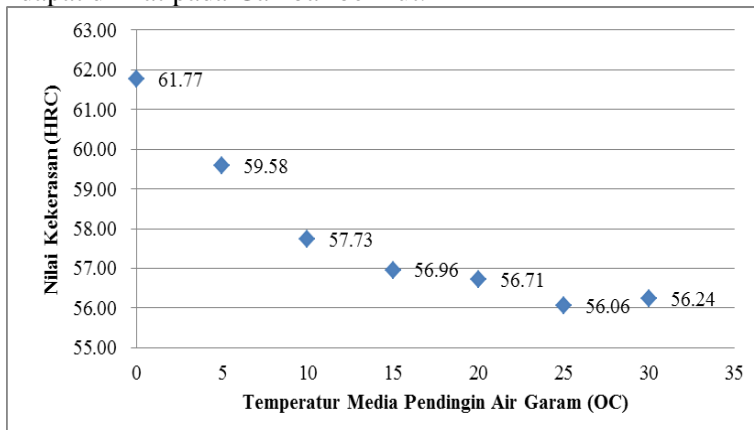
Dengan menggunakan persamaan $W = F_g \cdot (h_1 - h_2)$ maka diperoleh usaha untuk mematahkan spesimen impak (Baja EMS-45). Usaha untuk mematahkan spesimen sebelum dan setelah proses quenching untuk beberapa variabel temperatur media pendingin air garam dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 3. Usaha untuk mematahkan spesimen impak sebelum dan setelah proses quenching.

No	Suhu Media Pendingin (°C)	Beban Pendulum (N)	Panjang Lengan Pendulum (m)	Tinggi Awal (h ₁)	Tinggi Akhir (h ₂)	Usaha (N.m)
Sebelum di Heat Treatment						
1		1471	1	1,59	1,05	795,3
Setelah di Heat Treatment						
1	0	1471	1	1,59	1,54	63,5
2	5	1471	1	1,59	1,47	174,0

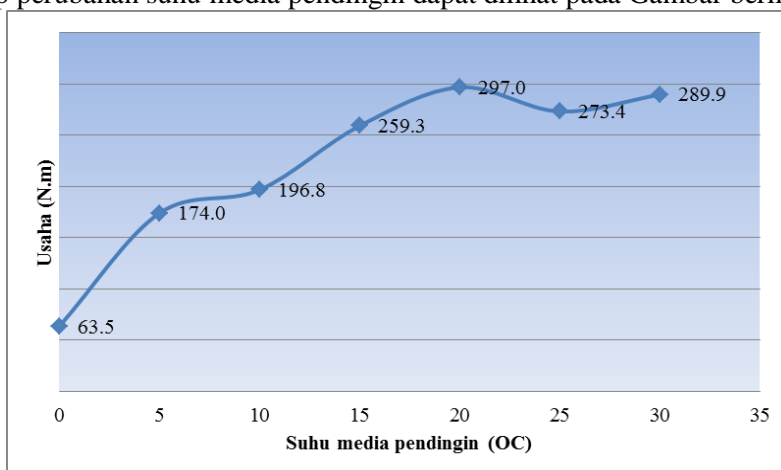
3	10	1471	1	1,59	1,45	196,8
4	15	1471	1	1,59	1,41	259,3
5	20	1471	1	1,59	1,39	297,0
6	25	1471	1	1,59	1,40	273,4
7	30	1471	1	1,59	1,39	289,9

Pengujian kekerasan baja EMS-45 pada beberapa variasi temperatur media pendingin dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 1. Grafik hasil pengujian kekerasan baja EMS-45 setelah proses quenching dengan variasi temperatur media pendingin

Berdasarkan Gambar diatas terlihat bahwa semakin tinggi temperatur media pendingin, semakin rendah nilai kekerasan material Baja EMS-45. Dengan naiknya suhu media pendingin quenching maka kekerasan yang terjadi pada baja EMS-45 cenderung menurun, hal ini disebabkan karena laju pendinginan dari fase austenit ke fase martensit mengalami perlambatan atau waktu perubahan struktur logam ke fase martensit melambat. Dimana semakin lambat laju pendinginan, maka struktur martensit yang terjadi pada baja karbon eutektoid berubah menjadi struktur martensit-pearlit yang bersifat lebih lunak. Perubahan nilai usaha impak terhadap perubahan suhu media pendingin dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 2. Grafik hasil pengujian impak pada baja EMS-45 setelah proses quenching dengan variasi temperatur media pendingin

Berdasarkan Gambar 4.6 ini terlihat bahwa semakin tinggi temperatur media pendingin, semakin besar usaha untuk mematahkan material Baja EMS-45.

Hasil pengujian impak setelah proses quenching pada temperatur pendingin air garam 0 – 15°C. Kekuatan impak cenderung sama, dan setelah diperiksa hasil patahannya terlihat bahwa spesimen mengalami keretakan hal ini menunjukkan bahwa proses quenching pada temperatur pendingin air garam 0-15°C tidak dapat direkomendasikan untuk digunakan dalam pembuatan pencekam spesimen uji tarik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan dari tujuh variasi temperatur media pendingin 0°C, 5°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, dan 30°C maka dapat disimpulkan bahwa Peningkatan nilai Kekerasan terbesar terjadi pada suhu 0°C yaitu sebesar 61,77 HRC dan apabila suhu media pendingin naik maka nilai kekerasan akan semakin menurun. Nilai kekuatan impak berbanding terbalik dengan nilai kekerasan dengan naiknya suhu media pendingin. Nilai kekuatan impak Baja EMS-45 pada suhu 0°C sebesar 63,5 N.m. meningkatnya kekuatan impak sejalan dengan naiknya suhu media pendingin. Temperatur media pendingin yang disarankan dalam pembuatan pencekam spesimen uji tarik adalah 25-30°C.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat ditindak lanjuti dengan penelitian berikutnya untuk melihat perubahan struktur yang terjadi pada Baja EMS-45 setelah dilakukan proses quenching.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Bohler. 2005. Baja dan Spesifikasi Baja Paduan Produk Bohler. Jakarta, Indonesia.
- Callister, William D. 1994. *Materials Science and Engineering*. USA John Willey & Sons, Inc.
- David Kurniawan. 2009. Pengaruh Variasi Konsentrasi Garam dalam Larutan Air Pencelup pada Proses Quenching Baja ST 60 terhadap Kekerasan dalam Meningkatkan Kualitas Baja Laporan Skripsi. Surabaya: ITS (diakses pada tanggal 21-1-2013)
- Kramer, Hans. 1994. *Pengetahuan Bahan untuk Industri*. Jakarta: Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rasyid, Syaharuddin dkk. 2012. Pengaruh Variabel Temperatur Media Pendingin Air pada Proses *Quenching* terhadap Nilai Kekerasan dan Kekuatan Impak Baja EMS-45. Laporan Penelitian. Makassar : Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Totten, G.E, Bates, C.E, Clinton, N.A. 1993. *Handbook of Quenching and Quenching Technology* USA : ASM International.

Pratama, Rizky Dirga. Pengaruh Variasi Temperatur dan Proses Quenching, Austempering, dan Martempering terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Baja VCN-150. Diakses melalui

Vliet, Van. 1984. Teknologi untuk Bangunan Mesin (Bahan-Bahan I). Penerbit Erlangga. Jakarta.