

# ANALISIS VARIABEL TEMPERATUR MEDIA PENDINGIN AIR GARAM TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA K-945 EMS 45<sup>1)</sup>

Abram Tangkemanda, Syaharuddin Rasyid, Muas M, Muh, Rusdi<sup>2)</sup>

**Abstrak:** Baja K-945 EMS 45 adalah salah satu jenis baja paduan yang dengan komposisi kandungan (% berat) C 0,48%, Si 0,30%, dan Mn 0,70%. Baja ini merupakan baja karbon sedang yang mempunyai kekuatan tarik 60-70 Kg/mm<sup>2</sup>. Kekerasan pada baja ini dapat ditingkatkan melalui proses quenching dengan menggunakan media pendingin air. Kekerasan yang dapat dicapai Baja EMS-45 bila diquenching pada media pendingin air (suhu kamar) adalah 58 HRC. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variabel temperatur media pendingin air garam terhadap sifat mekanik baja K-945 EMS-45 dengan memvariasikan temperatur media quenching pada suhu 5, 10, 15, 20, 25, dan 30<sup>o</sup>C. Metode yang digunakan adalah proses pemanasan spesimen pada temperatur 850<sup>o</sup>C dengan waktu penahanan selama 30 menit, selanjutnya spesimen diquenching pada temperatur media pendingin yang berbeda. Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa telah terjadi kenaikan nilai kekerasan pada Baja K945 EMS-45 dengan adanya memvariasikan temperatur media pendingin. Kekerasan terbesar terjadi pada suhu 0<sup>o</sup>C sebesar 61,77 HRC dan nilai kekerasan semakin menurun dengan naiknya suhu media pendingin. Nilai kekuatan impak berbalik dengan nilai kekerasan dengan naiknya temperatur media pendingin. Nilai impak Baja K945 EMS-45 pada suhu 0<sup>o</sup>C sebesar 63,5 N.m dan mengalami kenaikan kekuatan impak sejalan dengan naiknya suhu media pendingin.

**Kata kunci:** Media Pendingin, Air Garam, Sifat Mekanik, Baja K-945 EMS 45.

## I. PENDAHULUAN

Dalam industri saat ini baja merupakan material yang banyak digunakan dalam bidang teknik. Untuk penggunaan tertentu, selain baja dan besi merupakan satu-satunya material yang memenuhi persyaratan teknis maupun ekonomis, namun di beberapa bidang lainnya material ini mulai mendapat persaingan dari logam bukan besi dan bahan bukan logam. Namun baja memiliki sifat yang tidak dapat dibandingkan dengan material yang lain seperti sifat kekerasan, kekuatan, ketangguhan, dan keuletan yang baik. Dalam aplikasinya di industri, peralatan-peralatan ataupun komponen mesin yang terbuat dari baja diperlukan kekerasan yang cukup. Terdapat dua cara atau perlakuan untuk meningkatkan nilai kekerasan baja, yaitu perlakuan panas (heat treatment) dan deformasi plastis. Baja karbon yang

---

<sup>1)</sup> Dibiayai dari Dana Rutin Politeknik Negeri Ujung Pandang Tahun 2012

<sup>2)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

dipanaskan hingga mencapai suhu austenit kemudian didinginkan secara cepat akan terbentuk struktur martensit yang memiliki kekerasan yang lebih tinggi dari struktur perlit maupun ferit, proses ini biasa dikenal dengan quenching.

Pembentukan martensit hanya terjadi apabila dicapai kecepatan pendinginan kritis. Kecepatan pendinginan kritis ini sangat tergantung pada kadar karbon. Besar kecepatan kritis pada baja dengan kandungan karbon 0,2 s/d 1,2 % adalah 1100°C s/d. 500°C. Untuk kecepatan pendinginan berlaku 500 °C/s dalam air es, 450 °C/s dalam air hangat bersuhu 20 °C/s, 200 °C/s dalam oli, 35 °C/s dalam udara tekan, dan 5 °C/s dalam udara bebas yang tak bergerak (Kramer, 1994). 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 spesimen 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 mempersingkat waktu terbentuknya selubung udara atau meningkatkan laju pendinginan, maka diperlukan medium air quenching dengan temperatur yang lebih rendah dari suhu kamar atau dengan mensirkulasikan air pendingin.

Baja K-945 EMS 45 adalah salah satu jenis baja paduan yang diproduksi oleh PT. BOHLER yang mempunyai komposisi kandungan (% berat) C 0,48%, Si 0,30%, dan Mn 0,70%. Baja ini merupakan baja karbon sedang dan memiliki kekuatan tarik 60-70 Kg/mm<sup>2</sup> (**BOHLER**). Kekerasan pada baja ini dapat ditingkatkan melalui proses quenching dengan menggunakan media pendingin air. Berdasarkan buku panduan Bohler, kekerasan yang dapat dicapai Baja K-945 EMS 45 bila diquenching pada media pendingin air (suhu kamar) adalah 58 HRC.

Purnomo (2009) telah melakukan penelitian pada baja AISI 4337 dengan *metode quenching air tersirkulasi*. Nilai kekerasan tertinggi pada pengujian ini adalah 740 HV atau setara dengan 61,1 HRC. Jenis baja AISI 4337 yang diteliti oleh Purnomo (2009) memiliki kesamaan komposisi dengan Baja K-945 EMS 45, terutama persentase kandungan karbonnya. Pada tahun 2012, Rasyid telah mengembangkan penelitian sebelumnya dengan memvariasikan temperatur media pendingin tanpa sirkulasi air quenching dengan menggunakan baja K-945 EMS 45. Nilai kekerasan tertinggi pengujian ini adalah 62,5 HRC pada suhu 0°C dan nilai kekuatan impak tertinggi terjadi pada suhu media pendingin 100 °C sebesar 823,76 N.m. Metode penelitian ini lebih sederhana bila dibandingkan dengan metode yang telah dilakukan oleh Purnomo (2009).

Studi eksperimen dan referensi yang berhubungan dengan variabel temperatur media pendingin pada proses quenching masih dapat dikembangkan dengan menggunakan media pendingin air garam, karena air garam memiliki tingkat kecepatan kritis yang lebih besar bila dibandingkan dengan air. Sehingga kami mengembangkan penelitian sebelumnya dengan menggunakan media *quenching air garam* untuk mengetahui perubahan sifat mekanik baja K-945 EMS 45. Hipotesa

3 *Abram Tangkemanda, Syharuddin Rasyid, Muas M, Muh. Rusdi, Analisis Variabel Temperatur Media Pendingin Air Garam terhadap Sifat Mekanik Baja K-945 EMS 45*

yang digunakan adalah laju pendinginan air garam lebih besar dari laju pendinginan air tawar sehingga struktur martensit yang terbentuk pada media pendingin air garam lebih keras dari air tawar.

Penelitian sebelumnya yang terkait atau memiliki persamaan dengan penelitian ini adalah Pengaruh Medium Quenching Air Tersirkulasi terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Baja AISI 4337 yang diteliti oleh Purnomo (2009). Hasil dari penelitian ini adalah dengan mensirkulasi media pendingin diperoleh peningkatan kekerasan pada Baja AISI 4337 sebesar 740 HV atau setara dengan 61,1 HRC. Selanjutnya Rasyid (2012) telah mengembangkan penelitian sebelumnya dengan memvariasikan temperatur media pendingin tanpa sirkulasi air quenching dengan menggunakan baja K-945 EMS 45. Nilai kekerasan tertinggi pengujian ini adalah 62,5 HRC pada suhu 0°C dan nilai kekuatan impak tertinggi terjadi pada suhu media pendingin 100°C sebesar 823,76 N.m.

Baja karbon biasa (plain-carbon steel) dapat digunakan dengan baik pada keadaan normal dan tidak ada kejadian atau keadaan luar biasa yang dapat mempengaruhi sifat-sifat baja karbon tersebut, misalnya diletakkan pada tempat yang sangat korosif atau digunakan pada suhu yang tinggi. Pada beberapa kasus tertentu, baja karbon digunakan merupakan hasil dari perlakuan panas martensitik. Akibatnya, baja karbon biasa seperti ini tidak dapat dipakai pada temperatur tinggi, karena akan mengalami proses tempering sehingga menjadi lebih lunak.

Oleh karena itu, keterbatasan yang ada pada baja karbon biasa, dapat diganti dengan baja paduan (alloy steel). Pada dasarnya, unsur paduan ditambahkan dengan tujuan untuk :

- a). Meningkatkan kemampukerasan.
- b). Meningkatkan kekuatan pada temperatur normal.
- c). Meningkatkan sifat mekanik pada temperatur tinggi dan rendah.
- d). Meningkatkan ketangguhan pada nilai kekerasan atau ketangguhan minimum.
- e). Meningkatkan ketahanan terhadap keausan.

Baja K-945 EMS 45 ini adalah baja dengan komposisi kandungan (% berat) C 0,48%, Si 0,30%, Mn 0,70%. Baja ini banyak digunakan dalam pengerjaan permesinan misalnya pembuatan tanggem, bantalan mesin, konstruksi pada kapal. Baja ini merupakan baja karbon sedang yang mempunyai kekuatan tarik 60-70 Kg/mm<sup>2</sup> (**BOHLER**). Kekerasan yang dapat dicapai Baja K-945 EMS 45 bila diquenching pada media pendingin air (suhu kamar) adalah 58 HRC.

Baja EMS-45 dengan kandungan karbon 0,48% akan terbentuk struktur martensit pada saat dicapainya kecepatan pendinginan kritis. Akan tetapi jika kecepatan pendinginan itu lebih rendah, dapat terbentuk perlit bergaris sangat halus. Dengan pendinginan yang lebih cepat, kelambanan atom mengakibatkan bergesernya titik-titik transformasi Ar3 dan Ar1 kesuhu yang lebih rendah, demikian juga karena pengaruh elemen-elemen paduan. Pada baja dengan kandungan 0,4 persen, martensit terbentuk antara 360°C dan 180°C.

Sifat mekanik yang ingin diketahui pada penelitian ini adalah sifat keras dan sifat impact. Untuk itu akan dilakukan pengujian kekerasan dan kekuatan impact pada spesimen pengujian sebelum dan sesudah proses perlakuan panas.

Pada pengujian kekerasan, metode pengujiannya adalah menggunakan Metode Brinnel sebelum dilakukan proses perlakuan panas dan Metode Rockwell setelah dilakukan proses perlakuan panas. Kekerasan dengan metode Brinnel (HB) dihitung berdasarkan persamaan (Vliet, 1984);

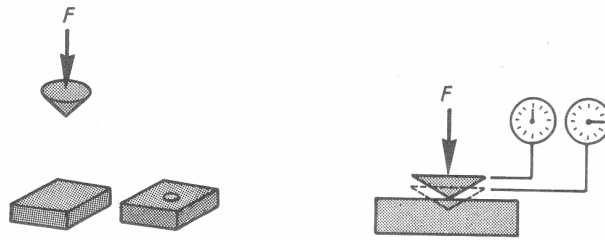
$$HB = \frac{0,102 \cdot F}{A} \text{ N / mm}^2 = \frac{F}{A} \text{ kgf / mm}^2$$

atau  $HB = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$

Keterangan;

- HB = nilai kekerasan menurut Brinnel (N/mm<sup>2</sup>)
- F = gaya desakan (N/kgf)
- A = luas segmen bola dari desakan (mm<sup>2</sup>)
- D = diameter bola (mm)
- d = diameter segmen bola dari desakan (mm)
- 0,102 = faktor konversi dari kgf ke Newton

Pada metode Rockwell sebuah pendesak ditekan dalam dua tingkat pada benda kerja yang dikerjakan licin. Kedalaman pendesakan yang tetap merupakan ukuran untuk kekerasan, yang sekaligus dapat dibaca pada jam ukur (gambar 1).



Gambar 1. Prinsip pengukuran kekerasan menurut Rockwell

Untuk mengetahui sifat impact pada material, maka dilakukan pengujian impact. Besarnya usaha yang dilakukan pada pengujian impact dapat dihitung dengan persamaan berikut ini (Vliet, 1984);

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

Keterangan:

- W = kerja pukulan dalam N.m = Joule
- F<sub>g</sub> = massa palu dalam N.
- h<sub>1</sub> = tinggi kedudukan awal pemukul dalam m.
- h<sub>2</sub> = tinggi kedudukan akhir pemukul setelah patah dalam m.

## II. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Bengkel Mekanik, Lab. CNC, dan Lab. Mekanik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang untuk proses persiapan spesimen dan pengujian spesimen. Sedangkan proses perlakuan panas dilaksanakan di Lab. Kimia, Akademi Teknik Industri Makassar. Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan pelaksanaan, antara lain: studi literatur, persiapan bahan dan alat penelitian, proses perlakuan panas, serta pengujian sifat mekanik baja sebelum dan setelah proses perlakuan panas.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan textbook, handbook, jurnal, dan tugas akhir sebelumnya, informasi yang diperoleh dari kegiatan ini antara lain : struktur dan sifat baja K-945 EMS 45, proses perlakuan panas terutama quenching, dan teknik pengujian material.

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah mesin gergaji, mesin frais, mesin gerinda permukaan, tungku heat treatment, pengukur temperatur, dan termos sebagai wadah media pendingin. Alat untuk menguji spesimen meliputi; alat uji tarik, alat uji kekerasan, dan alat uji impak. Bahan yang akan digunakan adalah baja bohler K-945EMS 45 dengan ukuran  $\varnothing$  30 mm, air garam dengan perbandingan air dan garam adalah 5:1.

Spesimen yang akan dibuat terdiri dari 3 jenis yaitu; 1). Spesimen Uji Tarik, 2). Spesimen Uji Kekerasan, dan 3). Spesimen Uji Impak. Ukuran spesimen uji tarik adalah  $\varnothing$  20 x 200 mm. Bagian tengah pada spesimen uji tarik dibubut dengan ukuran  $\varnothing$  10 x 100 mm. Untuk membuat spesimen Uji Kekerasan, Baja K-945EMS 45 berdiameter 30mm dipotong sepanjang 20 mm sebanyak 30 batang, kemudian diratakan dengan mesin frais dan dihaluskan dengan mesin gerinda permukaan. Spesimen uji impak berdiameter 35 dipotong dengan mesin gergaji sepanjang 65 mm sebanyak 15, kemudian dibentuk dengan mesin frais dengan ukuran 10x10x65. Spesimen yang sudah digerinda kemudian ditakik pada bagian tengah dengan sudut  $90^{\circ}$  dan sedalam 1 mm.

Jumlah bahan yang digunakan untuk pengujian kekerasan dan pengujian impak secara terperinci dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesimen pengujian

No.	Jenis Pengujian	Ukuran Spesimen	Jumlah spesimen untuk setiap suhu pendinginan ( $^{\circ}$ C)					
			5	10	15	20	25	30
1.	Kekerasan	$\varnothing$ 32 x 20 mm	5	5	5	5	5	5
2.	Impak	10x10x65 mm	5	5	5	5	5	5

Spesimen yang telah dibentuk dengan proses permesinan selanjutnya dipanaskan di dalam tungku listrik (furnace). Berdasarkan referensi dari pabrik pembuat material atau dengan menggunakan diagram besi karbon, maka suhu pemanasan untuk proses pengerasan berada pada daerah temperatur  $830-850^{\circ}$ C.

Waktu penahanan temperatur (Holding Time) selama 30 menit. Setelah itu, dilakukan proses pengujian quenching pada media quenching air garam.

Metode pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik baja K945 EMS45 adalah pengujian tarik, kekerasan dan kekuatan impak. Dimana tujuan dari pengujian tarik ini adalah untuk mengecek kebenaran spesimen yang digunakan pada penelitian ini. Data-data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan program excel dan dianalisis secara deskriptif.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengujian

Kegiatan pengujian tarik Baja K-945 EMS 45 telah dilakukan di Laboratorium Mekanik PS. Teknik Mesin. Pengujian tarik ini bertujuan untuk mengecek tegangan tarik dan regangan berdasarkan rekomendasi pabrik pembuat bahan Adapun data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengujian tarik

No	Uraian	Ukuran
1	Panjang awal ( $l_0$ )	100 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;

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{F_m}{A_0} \\ &= \frac{59900 \text{ N}}{3,14 \times 5^2 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{78,5}{763,059 \text{ N/mm}^2} \\ &= 777,783 \text{ KgF/mm}^2.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% \\ &= \frac{60 - 50}{50} \\ &= 0,2 \times 100\% \\ &= 20\%.\end{aligned}$$

7 *Abram Tangkemanda, Syaharuddin Rasyid, Muas M, Muh. Rusdi, Analisis Variabel Temperatur Media Pendingin Air Garam terhadap Sifat Mekanik Baja K-945 EMS 45*

Data hasil pengujian kekerasan material Baja EMS-45 sebelum dan sesudah dilakukan proses quenching dengan memvariasikan temperatur media pendingin air garam dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan Baja K945 EMS-45 sebelum dan sesudah proses perlakuan panas (HRC).

No	Suhu Media Pendingin Air Garam (°C)	Nilai Kekerasan (HRC) (Rata-rata)
<b>Sebelum Heat Treatment</b>		
1		<b>15,24</b>
<b>Setelah Heat Treatment</b>		
1	0	<b>61,77</b>
2	5	<b>59,58</b>
3	10	<b>57,73</b>
4	15	<b>56,96</b>
5	20	<b>56,71</b>
6	25	<b>56,06</b>
7	30	<b>56,24</b>

Data-data hasil pengujian spesimen Baja EMS-45 sebelum dan setelah proses quenching dengan variasi temperatur media pendingin air garam dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Data hasil pengujian dampak

No	Suhu Media Pendingin (°C)	Benda	Sudut Awal	Sudut Akhir	Keterangan
<b>Sebelum di Heat Treatment</b>					
1		I	126,0	94,0	
		II	126,0	90,0	
		III	126,0	94,0	
		<b>Rata-rata</b>		<b>92,7</b>	
<b>Setelah di Heat Treatment</b>					
1	0	I	126,0	* 126,0	retak
		II	126,0	* 126,0	retak
		III	126,0	121,0	tidak retak
		<b>Rata-rata</b>		<b>121,0</b>	
2	5	I	126,0	118,0	tidak retak
		II	126,0	118,0	tidak retak
		III	126,0	124,0	retak
		<b>Rata-rata</b>		<b>118,0</b>	
3	10	I	126,0	116,0	tidak retak

		II	126,0	118,0	tidak retak
		III	126,0	* 124,0	retak
		<b>Rata-rata</b>		<b>117,0</b>	
4	15	I	126,0	115,0	tidak retak
		II	126,0	116,0	tidak retak
		III	126,0	112,0	tidak retak
		<b>Rata-rata</b>		<b>114,3</b>	
5	20	I	126,0	112,0	tidak retak
		II	126,0	112,0	tidak retak
		III	126,0	114,0	tidak retak
		<b>Rata-rata</b>		<b>112,7</b>	
6	25	I	126,0	115,0	tidak retak
		II	126,0	116,0	tidak retak
		III	126,0	110,0	tidak retak
		<b>Rata-rata</b>		<b>113,7</b>	
7	30	I	126,0	115,0	tidak retak
		II	126,0	112,0	tidak retak
		III	126,0	112,0	tidak retak
		<b>Rata-rata</b>		<b>113,0</b>	

Catatan \*Data hasil uji impact tidak diambil karena spesimen retak

Dengan menggunakan persamaan  $W = F_g \cdot (h_0 - h_1)$ , maka diperoleh usaha untuk mematahkan spesimen impact (Baja K945 EMS-45). Usaha untuk mematahkan spesimen sebelum dan setelah proses quenching untuk beberapa variabel temperatur media pendingin air garam dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Usaha untuk mematahkan spesimen impact setelah proses quenching.

No	Suhu Media Pendingin (T0)	Beban Pendulum (N)	Panjang Lengan Pendulum (m)	Tinggi Awal (h <sub>0</sub> )	Tinggi Akhir (h <sub>1</sub> )	Usaha (N.m)
1	2	3		4	5	6
<b>Sebelum di Heat Treatment</b>						
1		1471	1	1,59	1,05	795,3
<b>Setelah di Heat Treatment</b>						
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

## B. Pembahasan

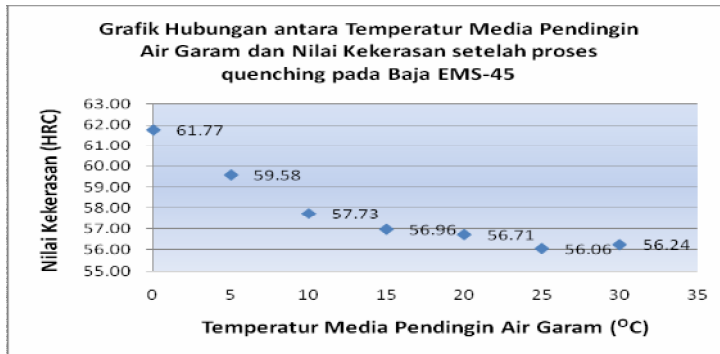
Baja K945 EMS-45 adalah salah satu jenis baja karbon sedang dengan kandungan karbon 0,45%. Umumnya kekuatan tarik pada baja karbon sedang antara 60 s.d 70 KN/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil pengujian tarik yang telah dilakukan di Lab Mekanik pada Baja K945 EMS-45 adalah 763,059N/mm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa Baja K945 EMS-45 termasuk baja karbon sedang.

Pengujian kekerasan pada Baja EMS-45 dengan variasi temperatur media pendingin air garam mulai dari temperatur 0°C s.d 30°C seperti pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 ini menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan nilai kekerasan dengan adanya variasi temperatur. Kekerasan rata-rata yang dicapai pada temperatur 0°C adalah 61,77 HRC.

Bila dibandingkan dengan nilai kekerasan yang dicapai pada temperatur media pendingin air tawar pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rasyid (2012) menunjukkan adanya perbedaan kekerasan. Dimana nilai kekerasan dengan menggunakan media pendingin air garam lebih rendah dari media pendingin air tawar. Hal ini dapat terjadi karena perbandingan campuran air dan garam sebesar 5:1 tidak terlalu terpengaruh terhadap kecepatan pendinginan sehingga ada kecenderungan kecepatan air garam dengan perbandingan 5:1 relatif sama dengan kecepatan pendinginan air tawar.

Fenomena peningkatan kekerasan pada baja K945 EMS-45 akibat penurunan perubahan suhu media pendingin quenching sudah sejalan dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Purnomo (2009) dan Rasyid (2012). Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Purnomo pada baja AISI 4337 dengan *metode quenching air tersirkulasi*, nilai kekerasan tertinggi pada pengujian ini adalah 740 HV atau setara dengan 61,1 HRC.

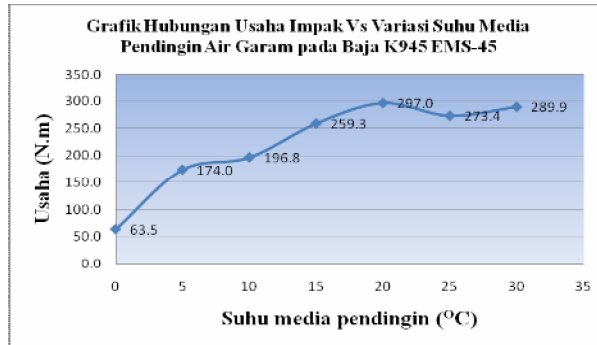
Nilai kekerasan Baja K945 EMS-45 pada suhu media pendingin air garam 0°C sebesar 61,77 HRC sudah setara dengan jenis bahan lainnya yang memiliki harga yang lebih tinggi dari baja K945 EMS-45 seperti baja Amutit dan baja VCN. Nilai kekerasan baja K945 EMS-45 pada beberapa variasi temperatur media pendingin dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik hasil pengujian kekerasan baja K945 EMS-45 setelah proses quenching dengan variasi temperatur media pendingin

Dengan naiknya suhu media pendingin quenching maka kekerasan yang terjadi pada baja K945 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 (Callister. 1994).

Dalam penelitian ini juga dilakukan pengujian dampak yang bertujuan untuk mengetahui dampak dari besarnya perubahan nilai kekerasan. Nilai yang diukur pada pengujian dampak adalah besarnya usaha yang diperlukan untuk mematahkan spesimen dampak. Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa setelah material K945 EMS-45 dilakukan proses quenching maka nilai usaha untuk mematahkan spesimen adalah semakin kecil. Hal ini sudah sesuai dengan sifat bahan bahwa semakin keras suatu bahan maka semakin mudah dipatahkan. Sifat patahan pada bahan yang telah diquenching adalah patah getas dengan tanda-tanda patahan bahan tidak melengkung dan permukaan patahan rata dan halus.



Gambar 3. Grafik hasil pengujian dampak pada baja EMS-45 setelah proses quenching dengan variasi temperatur media pendingin

Usaha untuk mematahkan bahan K945 EMS-45 sebelum proses quenching adalah 795,3 Nm dan setelah proses quenching adalah 63,5 N.m pada suhu media pendingin 0°C. Perubahan nilai usaha impak terhadap perubahan suhu media pendingin dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 ini terlihat bahwa semakin tinggi temperatur media pendingin, semakin besar usaha untuk mematahkan material Baja K945 EMS-45.

Berdasarkan hasil pengamatan pada patahan spesimen yang telah diuji impak terlihat bahwa spesimen mengalami keretakan (suhu 0 s.d 10°C) setelah diquenching. Olehnya itu penggunaan media pendingin air garam pada suhu 0 s.d 10°C tidak direkomendasikan untuk diterapkan.

#### **IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

##### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa telah terjadi kenaikan nilai kekerasan pada Baja K945 EMS-45 dengan adanya memvariasikan temperatur media pendingin. Kekerasan terbesar terjadi pada suhu 0°C sebesar 61,77 HRC dan nilai kekerasan semakin menurun dengan naiknya suhu media pendingin. Nilai kekuatan impak berbanding terbalik dengan nilai kekerasan dengan naiknya temperatur media pendingin. Nilai impak Baja K945 EMS-45 pada suhu 0°C sebesar 63,5 N.m dan mengalami kenaikan kekuatan impak sejalan dengan naiknya suhu media pendingin.

##### **B. Saran**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat ditindak lanjuti dengan penelitian berikutnya untuk melihat perubahan struktur yang terjadi pada Baja K945 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). ITS, Surabaya. (diakses pada tanggal 21-1-2013)

Kramer, Hans. 1994. *Pengetahuan Bahan untuk Industri*. Penebar Swadaya, Jakarta.

- Pratama, Rizky Dirga. Pengaruh Variasi Temperatur dan Proses Quenching, Austempering, dan Martempering terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Baja VCN-150.
- Purnomo, Syahrir Dian. 2009. Pengaruh Medium Quenching Air Tersirkulasi terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Baja AISI 4337.
- Rasyid, Syaharuddin dkk. 2012. Pengaruh Variabel Temperatur Media Pendingin Air Pada *Proses Quenching* Terhadap Nilai Kekerasan dan Kekuatan Impak Baja EMS-45 (Laporan Penelitian). Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
- Totten, GE, Bates, CE, Clinton, NA. 1993. *Handbook of Quenchant and Quenching Technology*. USA: ASM International.
- Vliet, Van. 1984. *Teknologi untuk Bangunan Mesin (Bahan-Bahan I)*. Penerbit Erlangga. Jakarta.