

## PENGARUH KONSTRUKSI BAJA YANG TERBAKAR DIBERI PERLAKUAN PENDINGINAN AIR

Zulkarnain Fatoni\*)

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan nilai kekerasan pada proses perlakuan panas (Heat Treatment) yang diberi media pendingin berupa air, oli, pasir dan udara secara mendadak (Quenching) yang kemudian dilihat struktur mikronya pada baja karbon menengah.

Hasil pengujian kekerasan baja yang telah mengalami pemanasan dan didinginkan di dalam air laut dan air tawar (tabel 1 sebesar 57,42 HRc dan tabel 2 sebesar 45,24 HRc), kedua tabel menunjukkan data kecenderungan semakin tinggi temperatur pemanasan semakin keras baja tersebut. Hal ini dikarenakan semakin tinggi temperatur pemanasan, austenit yang terbentuk semakin banyak, dan dengan waktu penahanan yang cukup pada temperatur tersebut, austenit semakin homogen. Austenit inilah yang memungkinkan dapat bertransformasi menjadi martensite pada saat dilakukan pendinginan cepat.

Akibat dari pendingin yang sangat cepat maka struktur yang terbentuk adalah martensit (Gambar 11 s.d 21), ini pulalah yang membuat baja semakin keras karena struktur martensit adalah struktur yang paling keras di dalam baja, sayangnya struktur ini diikuti oleh sifat yang tidak baik yaitu sifat yang getas dan sangat rentan terhadap beban selanjutnya.

Jika kita bandingkan hasil pengujian kekerasan akibat didinginkan di dalam air laut dan air tawar (Gambar 11), pendingin dengan media air laut menghasilkan sifat kekerasan lebih tinggi. Hal ini disebabkan temperatur air laut lebih rendah dibanding temperatur air tawar oleh pengaruh kadar garam. Sehingga laju pendinginan air laut lebih cepat, karbon yang terjebak dari struktur austenit (FCC) menjadi martensit (BCT) lebih banyak dan austenite sisa pada temperatur kamar yang tidak sempat bertransformasi menjadi martensit lebih sedikit. hal inilah yang menyebabkan kekerasan dengan pendingin air laut lebih tinggi dari pendinginan jika menggunakan air tawar.

Kedua metode pendingin ini bila kita bandingkan dengan benda uji tanpa perlakuan, keduanya mempunyai nilai kekerasan jauh lebih tinggi, artinya baja yang telah terbakar akan menaikkan nilai kekerasan, menaikkan kekuatan tetapi material menjadi sangat getas.

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan dengan memberi perlakuan panas dan di beri pendinginan air laut dan air tawar, *air laut* lebih keras dan lebih tinggi dibandingkan pengaruh perubahan mikro dari pada *air tawar*.

**Kata kunci:** Heat Treatment, Quenching, Austenit, Martensit, FCC, BCT.

**Abstract:** This study aims to determine the differences in hardness values in the process of heat treatment (heat treatment) were given a cooling medium such as water, oil, sand and air suddenly (Quenching) are then seen micro structure on medium carbon steel.

Results of hardness testing of steel that has experienced warming and cooling in the sea water and fresh water (Table 1 HRc at 57.42 and at 45.24 HRc Table 2 ), the second table shows the trend of the data the higher the heating temperature the harder the steel. This is because the higher the heating temperature, the austenite formed more and more, and with sufficient holding time at that temperature, the more homogeneous austenite. Austenite is what allows to transform to martensite during rapid cooling.

As a result of rapid cooling the martensitic structure is formed (Fig. 11 to 21), this is precisely what makes steel the harder because of the structure of martensite is the hardest

---

\*) Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang

*structure in the steel, unfortunately this structure is followed by a good trait that is the nature of the brittle and highly susceptible to subsequent load.*

*If we compare the test results as a result of violence in the refrigerated sea water and fresh water (Figure 11), cooling with sea water medium resulted in higher hardness properties. This is due to the sea water temperature is lower than the temperature of fresh water by the influence of salinity. So that the rate of cooling sea water more quickly, which trapped carbon from austenite (FCC) to martensite (BCT) and more residual austenite at room temperature which could not transform to martensite less. this is what causes the violence with cooling sea water is higher than if using fresh water cooling.*

*Both of these cooling methods when we compare it with that of the untreated specimen, both have much higher hardness values , meaning that the steel has been burned will increase the value of hardness, increase strength but the material becomes very brittle.*

*It can be concluded that the hardness value by providing heat treatment and given cooling sea water and fresh water, sea water harder and higher compared influence of the micro changes in fresh water.*

**Keywords:** *Heat Treatment , Quenching , Austenite , Martensite , FCC , BCT .*

## **PENDAHULUAN**

Baja karbon menengah adalah material yang dalam penggunaannya kebanyakan sebagai bahan dari konstruksi umum. Karena baja karbon menengah mempunyai keuletan yang tinggi dan mudah di mesin, tetapi kekerasannya rendah dan tidak tahan aus.

Sifat mekanik logam dipengaruhi oleh struktur mikro logam. Struktur mikro logam dipengaruhi bukan hanya komposisi kimia, tetapi juga oleh perlakuan panas yang dialami logam tersebut. Meskipun komposisi kimia sama, jika perlakuan panas yang dialami logam tersebut berbeda maka struktur mikronya bisa berbeda. Kita bisa dengan sengaja merubah sifat mekanik logam dengan cara merubah struktur mikro logam melalui perlakuan panas yang tepat.

Perlakuan panas adalah suatu proses kombinasi baik operasi pemanasan maupun pendinginan yang dilakukan secara terkontrol untuk mendapatkan sifat mekanik yang diinginkan (George E, 1997).

Perlakuan panas yang salah akan menyebabkan kerugian yang tidak sedikit nilainya, seperti seringnya terjadi kebakaran apakah itu di darat: gedung, perkantoran, mall, pasar, dan lain-lain, di sungai atau di laut; dermaga, kapal, dan lain-lain, dimana baik

pemanasan maupun pendinginan tidak dilakukan secara terkontrol.

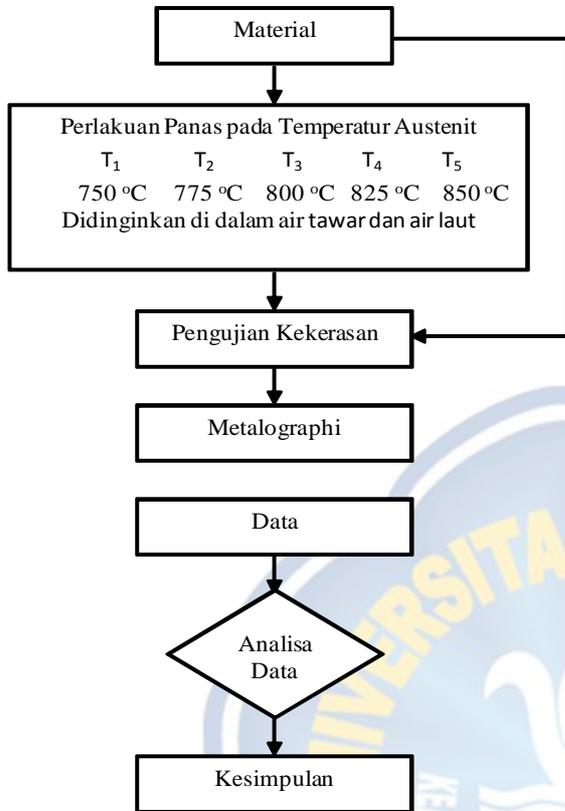
Atas dasar uraian singkat inilah penulis melakukan penelitian tentang pengaruh yang ditimbulkan oleh kebakaran, sehingga nantinya dapat memberikan rekomendasi kepada para pihak yang melakukan pemadaman atau para pengguna konstruksi baja baik yang di darat maupun di laut.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu diadakan penelitian dalam bentuk simulasi terjadinya suatu kebakaran untuk mengetahui gambaran yang jelas tentang : *Pengaruh Konstruksi Baja Karbon Menengah Yang Terbakar Diberi Perlakuan Pendinginan Air Laut Dan Air Tawar*".

## **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan adalah Metode Analisa Laboratorium, yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Mekanik dan Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang. Pemeriksaan komposisi material uji dilakukan pada Laboratorium Metalurgi PT. Pupuk Sriwijaya Palembang. Untuk dapat melakukan penelitian dengan baik dan memudahkan melakukan analisa data, perlu disusun suatu kerangka

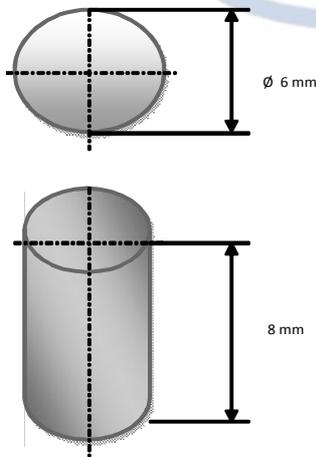
metode penelitian yang menguraikan langkah kegiatan yang dilakukan.



**Gambar 1.** Aliran Proses Penelitian

1. Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon menengah dengan kadar karbon antara 0,3 ÷ 0,55 % sebanyak 11 buah.



**Gambar 2.** Dimensi Spesimen Baja Karbon Menengah

2. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Alat uji komposisi
- b. Alat uji kekerasan
- c. Mesin Amplas
- d. Alat Mikroskop Optik
- e. Kamera Photo

3. Metode Pengujian

Pada penelitian ini yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Tridianti Palembang. Penelitian memerlukan langkah-langkah atau tindakan yang tersusun sehingga menjawab permasalahan yang diteliti. Langkah penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Pembuatan spesimen atau material
- b. Uji komposisi

4. Proses Pemanasan

Sebelum proses pemanasan, material yang akan di uji terlebih dahulu dibersihkan dengan amplas agar pemanasannya lebih baik terhadap material yang akan diuji.

Proses pemanasan terdiri dari :

- a. Pemanasan pada temperature 750 °C, 775 °C, 800 °C, 825 °C, 850 °C.
- b. Setiap pemanasan dilakukan terhadap dua sampel yang sama baik ukuran maupun jenis materialnya.
- c. Pada temperature austenite ditahan beberapa saat untuk mendapatkan struktur austenite yang homogen.
- d. Pendinginan dilakukan dengan dua macam media yang berbeda, yaitu air tawar dan air dingin.

5. Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan alat uji kekerasan, langkah pengujian ini adalah (Harmer E. Davis, 1982) :

- a. Memasang spesimen pada dudukannya.
- b. Menentukan besar pembebanan.

- c. Mendorong tombol belakang untuk mengunci titik beban indentor.
- d. Memutar hingga spesimen menyentuh indentor bola baja maupun kerucut intan.
- e. Menarik tombol depan untuk melepaskan kunci yang telah di bebani.



Gambar 3. Alat uji kekerasan

#### 6. Metalographi

Sebelum melakukan pengambilan photo, benda uji terlebih dulu di amplas, di poles, dan di etsa (George F. Vander Voort, 1984). Pengamplasan dilakukan dengan mesin amplas untuk mengamplas bagian permukaan material, menggunakan kertas amplas yang mempunyai kekasaran dari; 120, 320, 400, 600, 1000, 1500, kemudian di poles menggunakan pasta intan sampai mengkilap. Dilanjutkan dengan etsa Nital 3 % (3 % HNO<sub>3</sub> dan 97 % Alkohol) kurang lebih 5 detik kemudian dicuci dengan detergen dan dikeringkan menggunakan alat pengering panas yang sebelumnya benda uji disiram dengan alkohol 70 %. Hasilnya baru dilihat dengan menggunakan mikroskope optik dan untuk merekam gambar kita pergunakan kamera digital.



Gambar 4. Mikroskop Optik

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Penelitian

Hasil penelitian berupa nilai kekerasan masing-masing benda uji baik yang dilakukan dengan media pendingin air laut dan air tawar secara quenching, juga photo struktur mikro.

#### 1. Uji Komposisi

Hasil uji komposisi yang dilakkan di PT. Pusri Palembang seperti data di bawah ini:

#### Composition

Element	Weight %
<u>C</u>	0.32
<u>Mn</u>	0.14
<u>P</u>	0.17 (max)
<u>S</u>	0.05 (max)

Pada uji komposisi yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa kadar karbon pada benda uji sebesar 0,32 % C dan kadar karbon ini sudah termasuk dalam baja karbon menengah.

2. Pemanasan

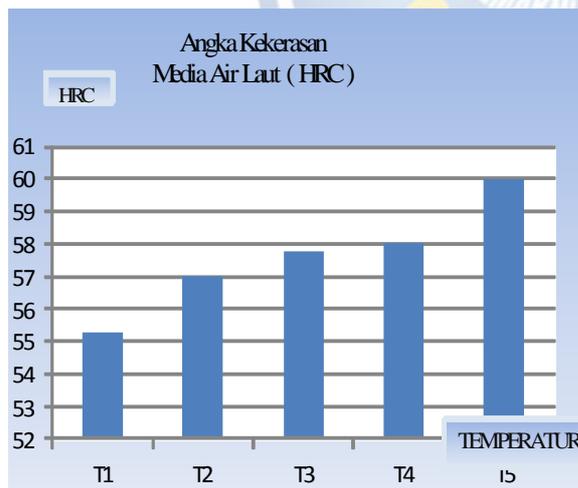
Perlakuan panas dilakukan pada suhu 750 °C s/d 850 °C dengan interval 25 °C dan didinginkan dengan cepat ke dalam air laut dan air tawar.

3. Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode Rockwell-C (R<sub>C</sub>) pengujian kekerasan dilakukan sebanyak 5 titik hasilnya dirata-ratakan, hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 1.** Pengujian kekerasan dengan pendingin air laut

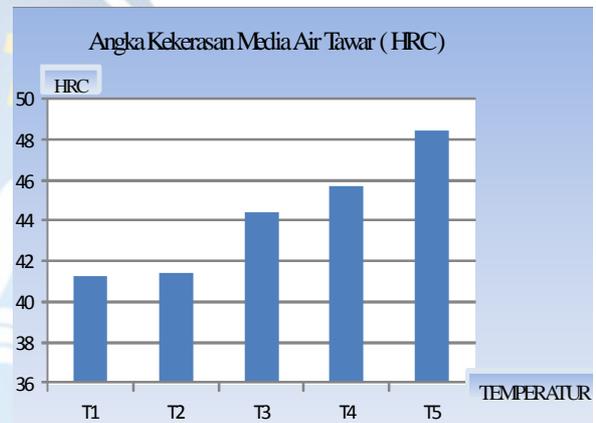
No	Temperatur Pemanasan	Nilai Kekerasan					Nilai Rata-rata HRC
		1	2	3	4	5	
1	750 °C	58	54,5	53,5	56	54,5	55,3
2	775 °C	57	58,5	59	54,5	56	57
3	800 °C	58	57,5	59,5	56,5	57,5	57,8
4	825 °C	57,7	58,5	60	57,5	56,5	58
5	850 °C	59,5	49,5	48,5	59	59,5	60
Nilai Rata-rata							57,42



**Gambar 5.** Angka Kekerasan Dengan Media Pendingin Air Laut

**Tabel 2 .**Nilai Kekerasan Dengan Pendingin Air Tawar

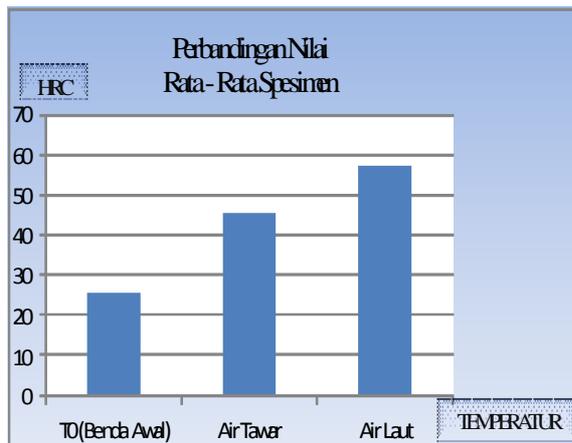
No.	Temperatur Pemanasan	Nilai Kekerasan					Nilai Rata-rata HRC
		1	2	3	4	5	
1	750°C	38,5	42	41,5	38,5	45,5	41,2
2	775°C	40,5	43	42,5	39,5	42,5	41,4
3	800°C	49,5	47,5	45,5	42	44	45,7
4	825°C	50,5	49	47	47,5	48	48,4
5	850°C	51,5	49,5	48,5	48,5	46,5	44,4
Nilai Rata-rata							45,24



**Gambar 6.** Nilai Kekerasan Dengan Pendingin Air Tawar

**Tabel 3.** Pengujian Kekerasan benda uji awal

No.	Benda Uji Awal	Nilai Kekerasan					Nilai Rata-rata HRC
		1	2	3	4	5	
1.	Tanpa Pemanasan	25,5	26,0	27,0	25,0	24,0	25,5



**Gambar 7.** Perbandingan Nilai Kekerasan

#### 4. Metalographi

Struktur mikro benda uji dilihat dengan menggunakan mikroskop optik, hasilnya direkam dengan menggunakan kamera digital, dapat dilihat pada lampiran.

#### Pembahasan

Hasil pengujian kekerasan benda uji tanpa perlakuan masih dapat diukur menggunakan uji kekerasan metode rockwell-c hal ini dikarenakan struktur yang terbentuk adalah pearlite.

Jika kita perhatikan hasil pengujian kekerasan baja yang telah mengalami pemanasan dan didinginkan di dalam air laut dan air tawar (tabel 1 dan tabel 2), kedua tabel menunjukkan data kecendrungan semakin tinggi temperatur pemanasan semakin keras baja tersebut.

Akibat dari pendingin yang sangat cepat maka struktur yang terbentuk adalah martensit, ini pulalah yang membuat baja semakin keras karena struktur martensit adalah struktur yang paling keras di dalam baja, sayangnya struktur ini diikuti oleh sifat yang tidak baik yaitu sifat yang getas dan sangat rentan terhadap beban selanjutnya.

Jika kita bandingkan hasil pengujian kekerasan akibat didinginkan di dalam air laut dan air tawar, pendingin dengan media air laut menghasilkan sifat kekerasan lebih tinggi. Hal

ini disebabkan temperatur air laut lebih rendah dibanding temperatur air tawar oleh pengaruh kadar garam. Sehingga laju pendinginan air laut lebih cepat, karbon yang terjebak dari struktur austenit (FCC) menjadi martensit (BCT) lebih banyak dan austenite sisa pada temperatur kamar yang tidak sempat bertransformasi menjadi martensit lebih sedikit. hal inilah yang menyebabkan kekerasan dengan pendingin air laut lebih tinggi dari pendinginan jika menggunakan air tawar.

Kedua metode pendingin ini bila kita bandingkan dengan benda uji tanpa perlakuan, kedua-duanya mempunyai nilai kekerasan jauh lebih tinggi, artinya baja yang telah terbakar akan menaikkan nilai kekerasan, menaikkan kekuatan tetapi material menjadi sangat getas.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan tentang pengaruh pemanasan dengan media pendingin air laut dan air tawar yang didinginkan secara cepat (quenching), dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Baja karbon menengah yang biasanya dipergunakan untuk baja konstruksi jika mengalami pemanasan atau terbakar dan didinginkan dengan cepat atau pihak pemadam kebakaran mendinginkan dengan menyemprotkan air apakah itu air tawar maupun air laut maka struktur yang terbentuk adalah martensit yang keras tetapi diikuti oleh sifat yang getas.
2. Material yang telah meningkat kekerasannya yang diikuti dengan menurunnya keuletan (getas), akan rentan terhadap beban selanjutnya.
3. Pendinginan menggunakan air laut lebih berbahaya jika dibandingkan dengan pendingin menggunakan air tawar, karena kekerasan yang terjadi akan lebih besar dan semakin getas, namun kedua-duanya tetap berbahaya pasca terjadinya kebakaran.

## SARAN

Para pengguna baja harus berhati-hati (pengguna, perancang, pemborong, pekerja) jika konstruksi baja (baja karbon menengah) telah mengalami pemanasan atau terjadi kebakaran dan mendapat perlakuan pendinginan yang sangat cepat, apakah didinginkan dengan air tawar atau air laut maka baja akan getas dan rentan terhadap beban selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bibit Sugito, 2005. *Pengaruh Annealing Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Pahat HSS Dengan Unsur Paduan Utama Chrom*. Jurnal Media Mesin 6(1):17-22
- Dalil. M, Prayitno Adhy & Inonu Ismet, 1999. *Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil (Holding Time) Terhadap Kekerasan Logam*. Jurnal Natur Indonesia. 11(1):12-17.
- George E. Totten, 1997. *Steel Heat Treatment Handbook*. New York: Marceel Dekker Inc.
- George F. Vander Voort, 1984. *Metallography Principles and Practice*. New York: Mc.Graw-Hill Book Company.
- George E. Dieter, 1986. *Mechanical Metallurgy*. New York: Mc. Graw-Hill Book Company.
- Harmer E. Davis, 1982. *The testing of engineering materials*. New York: MCGraw-Hill Book Company.
- Honeycombe, 1981. *Steels microstructure and properties*. Cambridge:Edward Arnold.
- Paul M. Unterweiser, 1982. *Heat treater's guide standard practices and procedures for steel*. OHIO: American Society for Metals Metals Park.
- Sidney H. Avner, 1987. *Introduction to Physical Metallurgy*. 2rd. New York: Mc.Graw-Hill Book Company United States Steel Corporation, 1953. The Atlas of Isothermal Transformation diagrams. Pittsburgh: USS.
- William D. Callister. Jr, 2003. *Material Science and Engineering*. USA: Jhon Willey & Sons.Inc.