

## ANALISA QUENCHING PADA BAJA KARBON RENDAH DENGAN MEDIA SOLAR

**H. Purwanto**

helmy\_uwh@yahoo.co.id

Laboratorium Proses Produksi  
Laboratorium Materiat Teknik  
Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik  
Universitas Wahid Hasyim  
Semarang  
Jl Menoreh Tengah X/22  
Semarang

*Quenching merupakan salah satu proses Heat treatment dimana baja di panaskan pada suhu di atas daerah kritis dan dicelupkan pada media pendingin untuk meningkatkan kekerasan dan ketahanan terhadap aus.*

*Penelitian ini menggunakan low carbon steel baja ST 37 dengan kandungan kadar karbon 0,20 % C. dibuat spesimen impact sesuai standart ASTM E23 dan spesimen kekerasan, spesimen dipanaskan pada temperatur 700°C, 800°C, 900°C dan ditahan selama 1 jam, setelah mencapai temperatur yang penelitian kemudian spesimen di celupkan pada media solar dengan harapan mampu membentik selaput karbon terhadap baja karbon rendah yang kurang atau tidak terpengaruh terhadap perlakuan panas, hasil perlakuan dilakukan pengujian impact dan kekerasan.*

*Hasil uji ketangguhan didapat harga impact rata-rata raw material adalah 3.146861 J/mm<sup>2</sup> dan pada spesimen yang di quenching adalah 0.386832 J/mm<sup>2</sup> (turun 83 %) dari raw material, 0.404233 J/mm<sup>2</sup> (turun 84 %) dari raw material, 0.331952 J/mm<sup>2</sup> (turun 83 %) dari raw material. Untuk pengujian kekerasan baja ST 37 raw material adalah 63, 60,6 HRC dan pada spesimen yang di quenching adalah 64, 61.5 HRC, 64.6, 62.7 HRC, 68.5, 63.6 HRC. Rata-rata harga HRC mengalami peningkatan pada tiap-tiap suhu pemanasan, dari nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai kekerasan mengalami peningkatan yang kurang signifikan seiring dengan peningkatan suhu pemanasan benda kerja, dan kandungan karbon yang terdapat pada solar tidak mempengaruhi hasil peningkatan kekerasan pada proses quenching.*

**Kata kunci :** Heat treatment, Holding time, Quenching dengan solar

### I. PENDAHULUAN

Logam mempunyai sifat mekanis kuat, liat, keras, mampu menghantar listrik dan panas serta mempunyai titik cair tinggi. Bahan logam terbagi menjadi dua yaitu bahan logam ferrous (logam yang mengandung unsur Fe) dan baham logam non ferrous (logam bukan besi atau logam yang tidak mengandung unsur Fe). Jenis logam ferro antara lain besi tuang, baja karbon dan baja paduan, sedangkan logam non ferro antara lain adalah logam mulia.

Baja memegang peranan penting dalam dunia industri, hal ini terbukti dengan banyaknya baja yang dipergunakan sebagai komponen-komponen mesin, bahan kerja, kontruksi bangunan, dalam bentuk pelat, lembaran, pipa, batang profil dan sebagainya (Amanto, 1999). Baja merupakan paduan yang terdiri dari unsur besi (Fe), karbon (C), dan unsur lainnya. Dalam aplikasi pemakaiannya, semua struktur logam akan terkena pengaruh gaya luar berupa gesekan atau tekanan sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Salah satu usaha menjaga agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara perlakuan panas pada baja.

Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah pengerasan (*hardening*), yaitu proses pemanasan baja sampai suhu di daerah atau di atas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat, proses ini dinamakan *quench* (Djafrie, 1995). Baja dapat dikeraskan sehingga tahan aus dan kemampuan memotong meningkat.

Mengingat banyaknya jenis baja dan media pendingin maka dalam penelitian ini akan dibatasi pada baja karbon rendah, yaitu baja ST 37 yang mempunyai kadar karbon antara 0.05–0.30% dan media pendingin solar, penggunaan solar sebagai media pendingin diharapkan timbul selaput karbon dan jarang dipergunakan sebagai media *quenching*, atas dasar tujuan itu dan untuk mengeraskan baja karbon rendah yang kurang dapat berubah terhadap perlakuan panas.

### Perumusan Masalah dan tujuan

Baja karbon rendah yang kurang atau tidak dapat terpengaruh terhadap perlakuan panas dengan proses celup menggunakan media solar dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas pada suhu 700°C, 800°C, 900°C, lama pemanasan tiap suhu pemanasan adalah satu jam

terhadap sifat mekanis yang meliputi kekerasan dan ketangguhan dengan pengujian *charpy*.

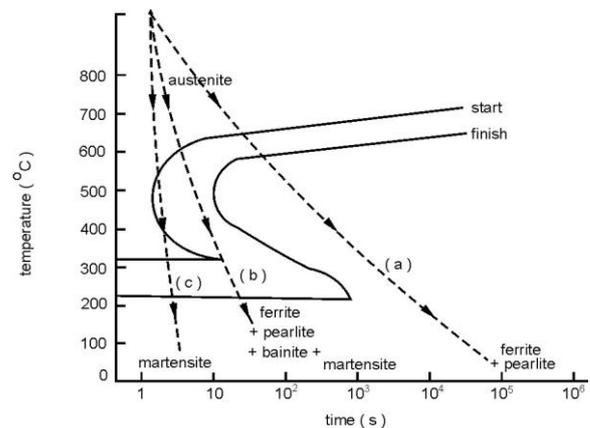
## II. PUSTAKA

*Heat Treatment* adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan specimen pada tungku pemanas dengan temperatur rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Sifat-sifat logam yang terutama sifat mekanik yang sangat dipengaruhi oleh struktur mikrologam disamping posisi kimianya, contohnya suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda struktur mikronya diubah, dengan adanya pemanasan atau pendinginan dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan strukturnya.

Kekerasan yang dapat dicapai tergantung pada kadar karbon dalam baja dan kekerasan yang terjadi akan tergantung pada temperatur pemanasan (temperatur *autenitising*), *holding time* dan laju pendinginan yang dilakukan serta seberapa tebal bagian penampang yang menjadi keras banyak tergantung pada *hardenability*.

Untuk memperoleh kekerasan yang baik (*martensit* yang keras) maka pada saat pemanasan harus dapat dicapai struktur *austenit*, karena hanya *austenit* yang dapat *bertransformasi* menjadi *martensit*. Bila pada saat pemanasan masih terdapat struktur lain maka setelah di *quench* akan diperoleh struktur yang tidak seluruhnya terdiri dari *martensit*. Bila struktur lain itu bersifat lunak, misalnya *ferit* maka tentunya kekerasan yang tercapai juga tidak akan maksimum.

Dalam proses pendinginan pada pembuatan material baja dilakukan secara menerus mulai dari suhu yang lebih tinggi sampai dengan suhu rendah. Pengaruh kecepatan pendinginan menerus terhadap struktur mikro yang terbentuk ditunjukkan pada Gambar 1. *Continuous Cooling Transformation Diagram*



**Gambar 1.** Continuous Cooling Transformation Diagram (Lawrence, 2004)

Solar memiliki rentang rantai karbon antara  $C_{10} - C_{20}$  (Wikipedia). Dalam kimia, *hidrokarbon* adalah sekelompok senyawa kimia yang hanya terdiri dari karbon (C) dan *hidrogen* (H). *Setane* sering digunakan sebagai tangan pendek untuk nomor setana, ukuran dari bahan bakar solar mudah terbakar. *Heksadeka*, juga disebut *setana*, adalah *alkana hidrokarbon*. Dengan rumus kimia  $CH_3 (CH_2)_{14} CH_3$ . *Heksadekana* terdiri dari rantai 16 atom karbon, dengan tiga atom hidrogen terikat pada dua atom karbon akhir, dan dua hidrogen terikat pada masing-masing dari 14 atom karbon lain. Solar mempunyai sifat untuk menyebar pada permukaan-permukaan yang bergeser, sehingga membuat pengausan dan kenaikan suhu kecil sekali. Viskositas solar dan bahan dasar solar membawa pengaruh dalam mendinginkan specimen. Penggunaan solar sebagai media pendingin akan menyebabkan timbulnya selaput karbon pada specimen tergantung dari besarnya viskositas pelumas. Atas dasar tujuan untuk memperbaiki sifat baja tersebut, maka peneliti memilih perlakuan panas dengan *quenching* media solar dengan acuan bahwa solar termasuk dalam fluida jenis minyak.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

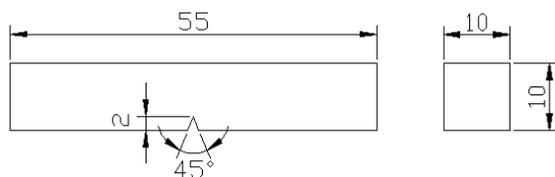
### Material dan Dimensi Specimen

Bahan yang dipilih dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah, baja ST 37 dengan kadar karbon 0.20% C. Baja karbon ini dibentuk menjadi specimen uji ketangguhan dan uji kekerasan.

### Specimen Uji Ketangguhan

Bahan dengan ukuran penampang 10 X 10 mm dibuat specimen uji impact sesuai dengan

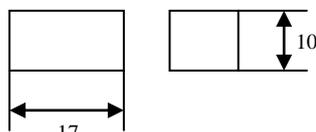
standart ASTM No. E23 seperti pada gambar 2, spesimen dibuat 12 buah dengan rincian 3 spesimen tanpa perlakuan panas (spesimen kontrol), 3 spesimen dipanaskan pada suhu 700 °C, 3 spesimen dipanaskan pada suhu 800 °C dan 3 spesimen dipanaskan pada suhu 900 °C dengan masing masing penahanan 1 jam..



**Gambar 2.** Spesimen impact ASTM No. E 23.  
Ukuran : mm

### Spesimen Uji Kekerasan

Spesimen uji kekerasan diambil dari sisa pengujian impact, spesimen dipotong dengan panjang 17.1 mm, kemudian di haluskan pada permukaanya. Spesimen berjumlah 4 buah dengan rincian 1 spesimen tanpa perlakuan panas (untuk kontrol), 1 spesimen dipanaskan pada suhu 700 °C, 1 spesimen dipanaskan pada suhu 800 °C dan 1 spesimen dipanaskan pada suhu 900 °C, spesimen uji kekerasan ditunjukkan pada gambar 3.



**Gambar 3.** Spesimen Uji Kekerasan  
Ukuran : mm

Dasar pengujian *impact* adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi

Pada pengujian *impact* banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran ketahanan *impact* atau ketangguhan bahan tersebut. Setelah benda uji patah akibat deformasi, bandul pendulum melanjutkan ayunannya hingga posisi  $h'$ . Bila bahan tersebut tangguh yaitu makin mampu menyerap energi lebih besar maka makin rendah posisi  $h'$ . Suatu material dikatakan tangguh bila memiliki kemampuan menyerap beban kejut yang besar tanpa terjadinya retak atau terdeformasi dengan mudah. Pada pengujian impact, energi yang diserap oleh benda uji biasanya dinyatakan dalam satuan Joule dan

dibaca langsung pada skala (*dial*) penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada mesin penguji. Harga *impact (HI)* suatu bahan yang diuji dengan metode Charpy diberikan oleh :

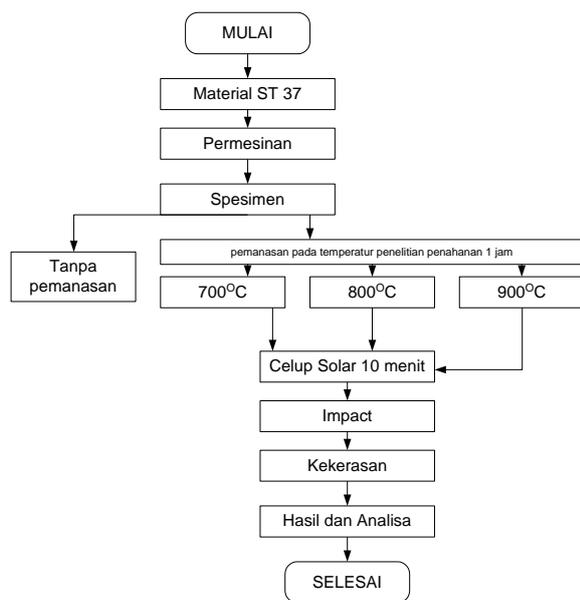
$$HI = E / A$$

dimana  $E$  adalah energi yang diserap dalam satuan *Joule* dan  $A$  luas penampang di bawah takik dalam satuan  $mm^2$ .

### Uji Kekerasan Rockwell

Proses pengujian kekerasan dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap, artinya ketika gaya tertentu diberikan pada suatu benda uji dan karena pengaruh pembebanan benda uji akan mengalami deformasi. Harga kekerasan bahan tersebut dapat dianalisis dari besarnya beban yang diberikan terhadap luasan bidang yang menerima pembebanan. Pengujian kekerasan logam ini secara garis besar ada tiga metode yaitu penekanan, goresan, dan dinamik (Koswara, 1991 : 15 ). Dengan kata lain kekerasan bisa didefinisikan sebagai ketahanan sebuah benda (benda kerja) terhadap penetrasi / daya tembus dari bahan lain yang lebih keras (penetrator). Kekerasan suatu bahan (baja) dapat diketahui dengan pengujian kekerasan memakai mesin uji kekerasan (*hardness tester*) menggunakan tiga cara/ metode yang telah banyak / umum dilakukan yaitu metode *Brinell*, *Rockwell* dan *Vickers*.

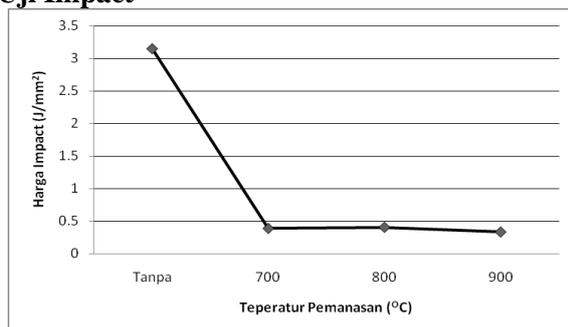
Pada penelitian ini menggunakan pengujian kekerasan *Rockwell*. Prinsip pengujian pada metode *Rockwell* adalah dengan menekankan penetrator ke dalam benda kerja dengan pembebanan dan kedalaman indentasi memberikan harga kekerasan yaitu perbedaan kedalaman indentasi yang didapatkan dari beban mayor dan minor. Makin keras bahan yang akan diuji, makin dangkal masuknya penekanan tersebut. Sebaliknya, makin dalam masuknya penekanan pada bahan uji maka bahan uji tersebut makin lunak.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

#### IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

##### Uji Impact



Gambar 5. Harga Impact terhadap temperatur pemanasan

Dari Gambar 5 menunjukkan Harga *impact* rata-rata benda uji tanpa perlakuan panas adalah 3.146861 J/mm<sup>2</sup>, dengan pemanasan pada suhu 700 °C adalah 0.386832 J/mm<sup>2</sup> (turun 83 %), dengan pemanasan pada suhu 800 °C adalah 0.404233 J/mm<sup>2</sup> (turun 84 %), dengan pemanasan pada suhu 900 °C adalah 0.331952 J/mm<sup>2</sup> (turun 83 %).

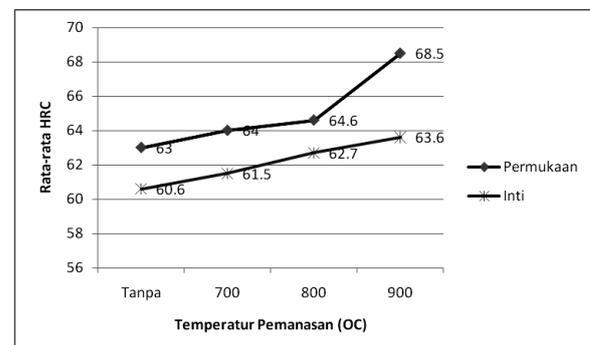
Dari pengujian ini maka dapat dilihat bahwa dengan dilakukannya perlakuan panas dan dilakukan pencelupan terhadap media solar maka harga impact akan akan turun signifikan atau mengalami penurunan hingga 83 %. Penambahan temperatur panas dari 700 °C, 800 °C hingga 900 °C harga impact akan semakin turun tetapi tidak terlalu signifikan. Penambahan temperatur pemanasan pada tiap-tiap variasi dengan perbedaan 100 °C mengubah ketangguhan rata-

ratanya, bahkan pada temperatur 800 °C terjadi peningkatan ketangguhan sebesar 4 % terhadap pemanasan 700 °C, sedangkan pada pemanasan 800 °C terjadi penurunan lagi sebesar 18 %. Rata-rata ketangguhan pada setiap pemanasan adalah 0.374339 J/mm<sup>2</sup> atau dengan kata lain terjadi penurunan ketangguhan sebesar 88%.

Dari pengujian ini secara umum membuktikan u udah bahwa sifat bahan akan berkurang ketangguhannya, hal ini membuktikan pada proses pemanasan baja karbon diatas suhu 700 °C dengan pendinginan cepat (*quenching*) maka struktur austenite yang bersifat lunak dan ulet akan berubah menjadi struktur martensite yang bersifat keras dan getas.

##### Uji Kekerasan

Pada Gambar 6. untuk pengujian kekerasan baja ST 37 sebelum mengalami proses pemanasan adalah 63, 60.6 HRC dan setelah mengalami proses pemanasan dengan variasi suhu pemanasan 700 °C , 800 °C , 900 °C dan untuk tiap-tiap suhu ditahan selama 1 jam adalah 64, 61.5 HRC, 64.6, 62.7 HRC, 68.5, 63.6 HRC.



Gambar 6. Harga kekerasan Rockwell terhadap temperatur pemanasan

Rata-rata harga HRC sedikit mengalami peningkatan pada tiap-tiap suhu pemanasan, dari nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai kekerasan meningkat, meskipun mengalami perubahan yang tidak terlalu signifikan, seiring dengan peningkatan suhu pemanasan benda kerja. Hal ini membuktikan bahwa pada proses pemanasan baja karbon ST 37 diatas suhu 700 °C dengan pendinginan cepat maka struktur austenite yang bersifat lunak dan ulet akan berubah menjadi struktur martensite yang bersifat keras dan getas. Peningkatan kekerasan tidak terjadi secara signifikan, hal ini juga membuktikan bahwa baja karbon rendah tidak

akan mengalami perubahan signifikan jika dilakukan proses perlakuan panas.

## V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan :

1. Baja *ST 37* sebelum mengalami proses pemanasan dan setelah mengalami proses pemanasan dengan variasi suhu pemanasan 700 °C, 800 °C, 900 °C dan untuk tiap-tiap suhu ditahan selama 1 jam maka harga impact (*HI*) rata-rata mengalami penurunan yaitu tanpa perlakuan panas 3.146860 *J/mm<sup>2</sup>*; pada suhu 700 °C 0.386832 *J/mm<sup>2</sup>*; pada suhu 800 °C 0.404233 *J/mm<sup>2</sup>* dan pada suhu 900 °C 0.331953 *J/mm<sup>2</sup>*.
2. Baja *ST 37* sebelum mengalami proses pemanasan dan setelah mengalami proses pemanasan dengan variasi suhu pemanasan 700 °C, 800 °C, 900 °C dan untuk tiap-tiap suhu ditahan selama 1 jam maka harga kekerasan rata-rata *Rockwell (HRC)* akan mengalami peningkatan yang kurang signifikan yaitu tanpa perlakuan panas 63, 60.6 *HRC* pada suhu 700 °C 64, 61.5 *HRC*; pada suhu 800 °C 64.6, 62.7 *HRC* dan pada suhu 900 °C 68.5, 63.6 *HRC*. Dari harga *HRC* tersebut menunjukkan bertambahnya nilai kekerasan baja *ST 37* sedikit.
3. Baja *ST 37* yang mengalami proses pemanasan dengan variasi suhu pemanasan 700 °C, 800 °C, 900 °C di *holding time* selama 1 jam kemudian di *quenching* menggunakan media solar tidak mengalami perubahan kekerasan yang signifikan, dimana kandungan karbon pada solar tidak bisa berpindah ke spesimen sehingga tidak dapat meningkatkan kekerasan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander. W.O, 1991, *Dasar Metalurgy Untuk Rekayasawan*, Gramedia, Jakarta.
- Amanto, Hari, 1999, *Ilmu Bahan*, Bumi Aksara, Jakarta.
- American Society For Testing and Materials, 1999, E 23 “ *Standard Test Methods For Notched Bar Impact Testing Of Metallic Materials* “, ASTM Standards Vol.03.01, ASTM Society.
- Ari, W, 2010, *Analisis Quenching Baja ST 37 Yang Dipanaskan Pada Variasi Suhu 700°C, 800°C, 900°C Dengan Pendingin Air Terhadap Ketangguhan Dan Kekerasan*, Fakultas Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim, Semarang.
- Beumer, Bj. M, 1985, *Ilmu Bahan Logam*, Bharata Aksara, Jakarta.
- Bradbury. EJ, 1990, *Dasar Metalurgi untuk Rekayasawan*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Chijiwa, Kenji, 1985, *Teknik Pengecoran Logam*, Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Koswara, Engkos, 1999, *Pengujian Bahan Logam*, Humaniora Utama Press, Bandung.
- Prayitno Adhy, 1999, *Pengaruh perbedaan waktu penahanan suhu stabil (holding time) terhadap kekerasan logam*, (FT- Univesitas Riau), Riau
- Purwanto Helmy, 2008, *Diktat Ajar Material Teknik*, Fakultas Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim, Semarang.
- Respati, S. M. B, 2009, *Modul Praktikum Pengujian Bahan*, Fakultas Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim, Semarang.
- Schonmentz, Gruber, 1985, *Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam*, Aksara, Bandung.
- Soejdono, 1978, *Pengetahuan Logam I*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Suherman, 1998, *Prinsip-prinsip Perlakuan Panas*, W High Grade Steels, ITS, Surabaya.
- Sujana, 1992, *Metoda Statistik*, Edisi ke-5 Tarsito, Bandung.
- Supardi, Edih, 1999, *Pengujian Logam*, Angkasa, Bandung.
- Surdia, T, 1983, *Teknik Pengolahan Bahan*, Pradnya Paramitha, Jakarta.