

ANALISIS PERLAKUAN PANAS BERTAHAP TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK BAJA KARBON RENDAH

Frans R. Bethony, Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja

ABSTRAK

Analisis perlakuan panas bertahap terhadap kekerasan dan kekuatan tarik baja karbon rendah. Seiring dengan perkembangan industri dewasa ini terutama pada bidang industri konstruksi dan rekayasa maka peranan material-material logam sangat dibutuhkan, maka dalam hal ini penulis terdorong untuk meneliti analisis perlakuan panas bertahap terhadap kekerasan dan kekuatan tarik baja karbon rendah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekerasan dan kekuatan baja karbon rendah melalui perlakuan panas bertahap. Dalam proses perlakuan panas bertahap, variasi temperatur yang digunakan yaitu 800°C, 850°C, 900°C, dan 950°C, waktu konstan 30 menit dengan media pendingin air. Benda kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon ST 37 berbentuk pejal yang diuji dengan metode pengujian DT (*Destructive Test*) atau pengujian dengan merusak material.

Dalam pengujian kekerasan diperoleh nilai rata-rata untuk material normal adalah 55 kg/mm², temperatur 800°C adalah 65 kg/mm², temperatur 850°C adalah 83.33 kg/mm², temperatur 900°C adalah 60.67 kg/mm², temperatur 950°C adalah 60 kg/mm². Nilai kekuatan tarik rata-rata untuk material normal adalah 513.1 N/mm², pada temperatur 800°C adalah 990.79 N/mm², temperatur 850°C adalah 1089.87 N/mm², temperatur 900°C adalah 613.94 N/mm² dan temperatur 950°C adalah 582.1 N/mm². Dengan melihat hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa temperatur pemanasan pada proses perlakuan panas bertahap berpengaruh terhadap kekerasan dan kekuatan baja karbon rendah.

Kata kunci : kekerasan, kekuatan tarik, baja karbon rendah, perlakuan panas bertahap, temperatur

A. Latar Belakang

Sesuai dengan perkembangan industri dewasa ini terutama pada industri konstruksi permesinan dan rekayasa material maka peranan material-material logam, baik ferro maupun non ferro sangat dibutuhkan. Sebagian besar produksi industri logam adalah yang paling banyak digunakan dimana material yang digunakan harus memiliki kualitas yang sesuai dengan penggunaannya, terutama yang menyangkut sifat-sifat yang diinginkan dari logam tersebut. Hal inilah yang mendorong semakin berkembangnya penelitian yang berhubungan dengan logam, salah satu cara yang ditempuh untuk memenuhi kebutuhan logam dalam industri konstruksi dan rekayasa material adalah dengan memberikan perlakuan panas (*Heat Treatment*) yaitu proses perlakuan logam dengan cara memanaskan logam sampai pada temperatur tertentu. Pengaruh kekerasan baja dapat pula dilakukan melalui perlakuan panas bertahap sehingga keuletan, kekerasan dan kekuatan tariknya dapat ditingkatkan sehingga sangat cocok digunakan pada komponen-komponen mesin yang membutuhkan kekuatan, ketangguhan, kekerasan, dan keuletan yang optimal.

B. Teori Dasar

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja paduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan karbon (C). Dimana besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Dalam proses pembuatan baja akan ditemukan pula penam material kandungan unsur kimia lainnya seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn)

dan unsur kimia lainnya sesuai dengan sifat baja yang diinginkan. Baja karbon memiliki kandungan unsur karbon dalam besi sebesar 0,2% hingga 2,14%, dimana kandungan karbon tersebut berfungsi sebagai unsur penguat pada struktur baja.

Secara umum baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah persentase komposisi kimia karbon dalam baja tersebut yaitu sebagai berikut :

1. Baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*)

Baja karbon rendah merupakan baja dengan kandungan unsur karbon dalam struktur baja kurang dari 0,3% C. Baja karbon rendah ini memiliki ketangguhan dan keuletan tinggi akan tetapi memiliki sifat kekerasan dan ketahanan aus yang rendah.

2. Baja karbon sedang (*Medium Carbon Steel*)

Baja karbon sedang merupakan baja karbon dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C. Baja karbon ini memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan baja karbon rendah, baja karbon sedang memiliki sifat mekanis yang lebih kuat dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi dari pada baja karbon rendah.

3. Baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi adalah baja karbon yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,6% C – 1,4% C. Baja karbon tinggi memiliki sifat tahan panas, kekerasan serta kekuatan tarik yang sangat tinggi akan tetapi memiliki keuletan yang lebih rendah sehingga baja karbon ini menjadi lebih getas.

Sifat baja sangat tergantung pada unsur-unsur yang terkandung didalamnya. Unsur-unsur paduan ditambahkan untuk mengurangi sifat yang tidak diinginkan pada baja karbon dan untuk memperbaiki atau menambah sifat-sifat lain yang diinginkan. Pengaruh dari beberapa unsur paduan terhadap sifat baja antara lain :

1. Karbon (*C*)

Pada baja-baja perkakas, persentase karbon antara 0,1 - 0,6%. Karbon juga merupakan unsur penting yang mempengaruhi harga kekerasan dalam pembentukan fasa martensit. Selain itu kenaikan kandungan karbon akan berpengaruh pada kekuatan tarik (*Tensile Strength*), menaikkan keuletan (*Ductility*) dan sifat mampu las (*Weldability*) akan menurun dengan naiknya kandungan karbon.

2. Mangan (*Mn*)

Semua baja mengandung mangan karena sangat diperlukan dalam baja. Kandungan mangan kurang lebih 0,6% masih belum dikatakan paduan atau tidak mempengaruhi sifat baja, dengan bertambahnya kandungan mangan suhu kritis seimbang.

3. Silicon (*Si*)

Silicon berfungsi sebagai deoksidasi, silicon juga dapat menaikkan herdenabiliti dalam jumlah sedikit, tetapi dalam jumlah yang banyak akan menurunkan keuletan. Biasanya unsur-unsur kimia lainnya seperti mangan, molybdenum dan chromium akan muncul dengan adanya silicon.

4. Chromium (*Cr*)

Chromium merupakan salah satu unsur-unsur pembentuk karbida dan dapat meningkatkan ketahanan

korosi dengan membentuk lapisan oksida di permukaan logam.

5. Nikel (*Ni*)

Nikel mempunyai pengaruh yang sama seperti mangan yaitu menurunkan suhu kritis dan kecepatan pendinginan kritis, memperbaiki kekuatan tarik dan tahan korosi. Menaikkan ketangguhan atau ketahanan terhadap beban benturan (*Impact*).

6. Vanadium (*V*)

Vanadium dalam baja-baja perkakas berperan sebagai salah satu unsur pembentuk karbida. Vanadium juga merupakan unsur penyetabil martensit.

7. Molibdenum (*Mo*)

Unsur ini dapat menguatkan fasa ferit dan kenaikan kekuatan baja tanpa menghilangkan keuletan. Molibdenum juga dapat berfungsi sebagai penyetabil karbida, sehingga mencegah pembentukan grafit pada pemanasan yang lama.

8. Tungsten (*W*)

Tungsten juga merupakan salah satu unsur pembentuk karbida kompleks pada baja-baja perkakas. Karbida kompleks ini terbentuk dengan adanya pendinginan yang sangat lambat.

9. Sulfur (*S*)

Sulfur dapat membuat baja menjadi getas pada temperatur tinggi, oleh karena itu dapat merugikan baja yang digunakan pada suhu tinggi.

10. Phospor (*P*)

Phospor dalam jumlah besar dalam baja dapat menaikkan kekuatan dan kekerasan, tetapi juga menurunkan keuletan dan ketangguhan impak.

Sifat-sifat material logam di dalam suatu industri perlu dikenal dengan baik karena material tersebut

digunakan untuk berbagai macam keperluan dalam berbagai keadaan. Sifat-sifat material yang diinginkan sangat banyak, yakni sifat-sifat mekanik yang meliputi kekuatan, kekerasan, kekakuan, keliatan, keuletan dan sebagainya. Sifat-sifat fisik seperti ukuran, struktur, massa jenis dan sebagainya. Sifat-sifat teknologi seperti kemampuan mesin, mampu keras dan sebagainya.

Sifat-sifat listrik seperti tahanan listrik dielektris dan lain-lain, serta masih banyak lagi sifat material yang lain.

Dibawah ini akan dijelaskan secara terperinci tentang sifat-sifat material tersebut :

1. Sifat Mekanik

Sifat mekanik material, merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan material dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya. Untuk mendapatkan sifat mekanik material, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*Destructive Test*), dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut. Adapun sifat-sifat mekanik material yang perlu diperhatikan:

- a. Tegangan yaitu gaya yang diserap oleh material selama berdeformasi persatuan luas.
- b. Regangan yaitu besar deformasi persatuan luas.
- c. Modulus elastisitas yang menunjukkan ukuran kekuatan material.

- d. Kekuatan yaitu besarnya tegangan untuk mendeformasi material atau kemampuan material untuk menahan deformasi.
- e. Kekuatan luluh yaitu besarnya tegangan yang dibutuhkan untuk mendeformasi plastis.
- f. Kekuatan tarik adalah kekuatan maksimum yang berdasarkan pada ukuran mula.
- g. Keuletan yaitu besar deformasi plastis sampai terjadi patah.
- h. Ketangguhan yaitu besar energi yang diperlukan sampai terjadi perpatahan.
- i. Kekerasan yaitu kemampuan material menahan deformasi plastis lokal akibat penetrasi pada permukaan.

2. Sifat Fisik

Sifat penting yang kedua dalam pemilihan material adalah sifat fisik. Sifat fisik adalah kelakuan atau sifat-sifat material yang bukan disebabkan oleh pembebanan seperti pengaruh pemanasan, pendinginan dan pengaruh arus listrik yang lebih mengarah pada struktur material. Sifat fisik material yaitu temperatur cair, konduktivitas panas dan panas spesifik.

3. Sifat Teknologi

Selanjutnya sifat yang sangat berperan dalam pemilihan material adalah sifat teknologi yaitu kemampuan material untuk dibentuk atau diproses. Produk dengan kekuatan tinggi dapat dibuat dengan proses pembentukan, misalnya dengan pengerolan atau penempaan. Produk dengan bentuk yang rumit dapat dibuat dengan proses pengecoran. Sifat-sifat teknologi diantaranya sifat mampu las, sifat

mampu cor, sifat mampu mesin dan sifat mampu bentuk.

Proses perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan suatu logam atau paduannya untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu sesuai yang diinginkan. Bentuk material biasanya sama ketika proses perlakuan panas dilakukan terhadap logam yang diuji kecuali perumaterial akibat regangan.

Perlakuan panas terhadap suatu logam dengan temperatur kritis dimana mulai terjadi perumaterial struktur ferit menjadi austenit, lalu pemanasan temperatur beberapa saat sebelum dilakukan pendinginan melalui proses pencelupan ataupun dengan udara. Komposisi kimia pada suatu logam sangat penting untuk diketahui lebih dahulu khususnya unsurkarbon yang sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat logam.

Secara umum perlakuan panas dapat diklasifikasikan menjadi :

1. *Anneling*

Proses ini dilakukan untuk melunakkan secara menyeluruh terhadap baja. Proses ini dilakukan dengan memanaskan baja dalam tungku sampai diatas suhu kritisnya, kemudian didinginkan secara perlahan-lahan. Pemanasan diatas suhu kritis dilakukan dengan maksud untuk mengkristalisasikan butir yang terdiri dari karbida besi dalam baja karbon dan membentuk kembali butir baru yang lebih lunak. Tujuan lain dari proses ini adalah untuk meningkatkan keuletan, memperbaiki sifat liat, mengurangi kekerasan, menghilangkan tegangan

dalam, memperbaiki kekuatan, dan menghaluskan ukuran butiran.

2. *Normalizing*

Proses *normalizing* adalah pemanasan baja $10^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$ diatas temperatur kritis disusul pendinginan dalam udara. Proses ini ditujukan pada baja karbon rendah dan menengah, untuk mendapatkan struktur butir yang lebih merata dan mendapatkan kualitas yang lebih baik. Untuk baja karbon menengah akan liat jika dikerjakan setelah pelunakan, namun apabila dinormalkan akan menjadi lunak di mesin.

3. *Hardening*

Hardening adalah proses perlakuan panas yang sering dilakukan terhadap terutama baja karbon rendah. Proses *Hardening* bertujuan untuk merubah struktur baja sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur martensit yang keras. Proses ini biasanya dilakukan antara temperatur $770^{\circ}\text{C} - 830^{\circ}\text{C}$.

4. *Tempering*

Proses *Tempering* adalah pemanasan kembali baja yang telah dikeraskan untuk menghilangkan tegangan dalam dan menurunkan kekerasan. Proses ini dilakukan untuk melunakkan secara menyeluruh terhadap baja.

5. *Quenching*

Proses *quenching* atau pengerasan baja adalah suatu proses pemanasan logam sehingga mencapai batas austenit yang homogen. Untuk mendapatkan kehomogenan maka austenit perlu pemanasanyang cukup. Selanjutnya secara cepat baja terus dicelupkan ke media pendingin, tergantung pada kecepatan

pendinginan yang kita inginkan untuk mencapai kekerasan baja.

C. Sistem Pengujian Material

Pengujian kekuatan baja karbon untuk mengetahui sejauh mana kemampuan suatu material menahan beban atau gaya yang diberikan. Sistem pengujian kekuatan dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu :

1. Pengujian NDT (*Non Destructive Test*) pengujian tanpa merusak material. Pengujian ini dilaksanakan untuk meneliti bagian dalam benda kerja. Proyeksi gambaran keadaan didalam material dapat memberikan gambaran seperti retakan kemudian direkam didalam film yang dibuat khusus untuk itu yang disebut Film X Gamma Ray. Pengujian ini digunakan untuk menguji hasil-hasil produksi sebelum dipasarkan.

2. Pengujian DT (*Destructive Test*) Pengujian dengan merusak material. Pengujian ini dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu uji kekerasan, uji tarik dan uji lentur. Dari ketiga metode pengujian diatas yang digunakan dalam penelitian ini ialah dengan cara uji kekerasan dan dengan uji tarik.

3. Kekerasan adalah ketahanan suatu logam terhadap deformasi plastic yaitu kemampuan dari atom didaerah penguji mempertahankan kedudukannya. Jadi kalau atom-atom tersebut mudah bergerak, maka berarti logam tersebut mudah berdeformasi atau dapat dikatakan logam tersebut lunak, demikian pula sebaliknya. Jenis-jenis pengukuran kekerasan ada empat cara yaitu:

a. Cara Goresan

Cara ini sering disebut cara Mohr, prinsip pengujian ini adalah jika dua material/mineral saling digoreskan satu sama lain material/mineral yang lebih keras akan menggaris material yang lebih lunak.

b. Cara Dinamis

Cara ini dikembangkan oleh Shore dengan alat yang disebut Sceleroscope. Prinsipnya adalah mengukur tinggi pantulan dari semacam palu/bola keras yang jatuh bebas dari ketinggian tertentu ke permukaan benda uji. Tinggi pantulan secara otomatis terukur pada skala yang terdapat pada alat tersebut.

c. Cara Penjejakan

Prinsipnya memberikan pembebanan terhadap benda uji melalui indentor tertentu sehingga meninggalkan jejak pada benda uji dan jejak inilah yang diamati.

d. Metode Penekanan

Pengujian dengan metode penekanan terdiri atas :

a. Metode Rockwell(*HR/HRN*)

Pengujian *Rockwell* merupakan cara yang paling umum digunakan untuk mengukur kekerasan, karena pengujiannya sederhana untuk dikerjakan dan tidak dibutuhkan kemampuan khusus. Dalam uji kekerasan *Rockwell* ada beberapa skala yang dapat digunakan dan kombinasi jenis indentor dan beban yang diterapkan. Indentor yang digunakan ada dua macam, yaitu:

1) Bola baja yang memiliki diameter 1/16, 1/8, 1/4, 1/2 inchi.

2) Kerucut intan yang digunakan untuk material-material yang keras. Dengan sistem ini, angka kekerasan dapat ditentukan berdasarkan perbedaan kedalaman

hasil penetrasi yang diawali beban minor dan diikuti oleh beban mayor yang lebih besar. Besarnya beban minor adalah 10 kg dan beban mayor adalah 60 kg, 100 kg dan 150 kg. Kekerasan dapat dibaca secara langsung dan hanya membutuhkan beberapa detik saja.

Pemilihan skala yang tepatsangat mempengaruhi terhadap hasil pengukuran kekerasan. Contohnya pada material lunak digunakan *Rockwell B* dengan indenter bola baja, bila diganti dengan yang lain maka harga kekerasan yang didapat tidak benar. Tidak ada batasan maksimum pada pengukuran kekerasan dengan menggunakan indenter intan.

b. Metode Brinell (*HB/BHN*)

Pengujian kekerasan dengan menggunakan metode Brinell bertujuan untuk menentukan tingkat kekerasan suatu material (baja) dalam bentuk daya tahan material terhadap indenter yang ditekankan pada permukaan material uji. Idealnya metode ini digunakan untuk material dengan tingkat kekerasan Brinell 400 HB. Nilai kekerasan tersebut merupakan hasil dari pembagian beban penekanan dengan luas permukaan lekukan bekas penekanan bola baja.

c. Metode Vickers (*HV/VHN*)

Pengujian kekerasan dengan metode Vickers merupakan pengujian kekerasan dengan pembebanan yang relatif kecil. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap penekanan intan berbentuk piramida sebagai indenter dengan

sudut puncak 136° yang ditekankan pada permukaan material uji.

4. Pengujian Kekuatan

Kekuatan tarik merupakan ukuran kemampuan material menahan beban tarikan sampai putus. Ukuran kekuatan tarik dinyatakan sebagai tegangan tarik, yaitu kemampuan material menahan beban tarikan tiap satuan luas penampang. Pada pelaksanaan pengujian tarik dihasilkan tiga jenis tegangan, yaitu tegangan tarik elastis (*Yield Tensile Strengths*), tegangan tarik maksimum (*Ultimate Tensile Strengths*) dan tegangan tarik putus (*Fracture Tensile Strengths*).

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu material/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat.

Sifat mekanik yang dapat diketahui berdasarkan kurva pengujian tarik yang dihasilkan adalah kekuatan tarik maksimal yang diberi simbol σ_u . simbol u didapat dari kata *ultimate* yang berarti puncak. Jadi besarnya kekuatan tarik ditentukan oleh tegangan maksimal yang diperoleh dari kurva tegangan-regangan.

D. Hasil Dan Pembahasan

1. Hasil Pengujian Kekerasan

Dari hasil penelitian diperoleh nilai kekerasan pada proses perlakuan

panas bertahap dimana hasil kekerasan ini diambil nilai rata-rata. Data Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell pada Spesimen Uji Baja Karbon Rendah dengan Perlakuan Panas Bertahap.

$$H = (100 - HRB) \times 0,02 \text{ mm}$$

Dimana :

H = Kedalaman Penekanan (mm)

HRB = Kekerasan Rockwell B (kg/mm²)

1. Kedalaman penekanan (HRB) untuk material baja karbon rendah Normal.

$$H = (100 - HRB) \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = (100 - 55) \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = 45 \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = 0,9 \text{ mm}$$

2. Kedalaman penekanan (HRB) untuk material baja karbon rendah melalui perlakuan panas bertahap pada temperatur 800°C.

$$H = (100 - HRB) \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = (100 - 65) \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = 35 \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = 0,7 \text{ mm}$$

3. Kedalaman penekanan (HRB) untuk material baja karbon rendah melalui perlakuan panas bertahap pada temperatur 850°C.

$$H = (100 - HRB) \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = (100 - 83,33) \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = 16,67 \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = 0,334 \text{ mm}$$

4. Kedalaman penekanan (HRB) untuk material baja karbon rendah melalui perlakuan panas bertahap pada temperatur 900°C.

$$H = (100 - HRB) \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = (100 - 60,67) \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = 39,33 \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = 0,786 \text{ mm}$$

5. Kedalaman penekanan (HRB) untuk material baja karbon

rendah melalui perlakuan panas bertahap pada temperatur 950°C.

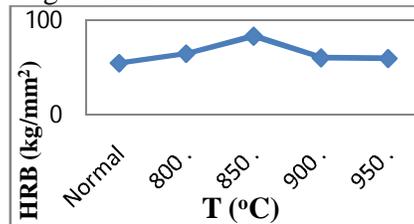
$$H = (100 - HRB) \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = (100 - 60) \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = 40 \times 0,02 \text{ mm}$$

$$H = 0,8 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan kekerasan seperti pada tabel diatas maka dapat kita peroleh grafik sebagai berikut:



Gambar D.1 Grafik Pengaruh Perlakuan Panas Bertahap terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah

Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

Dari data hasil penelitian diperoleh nilai kekuatan tarik untuk material proses perlakuan panas bertahap, dimana hasil kekuatan tarik ini diambil nilai rata-rata.

Perhitungan kekuatan tarik pada perlakuan panas bertahap baja karbon rendah dengan temperatur 800°C, 850°C, 900°C, 950°C dan Normal sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A_0}$$

Dimana :

σ = Tegangan (N/mm²)

F_{max} = Beban maksimal (N)

A_0 = Luas penampang mula-mula (mm²)

1. Normal

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A_0}$$

$$\sigma = \frac{14500 \text{ N}}{28,26 \text{ mm}^2} = 513,1 \text{ N/mm}^2$$

2. Temperatur 800°C

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A_0}$$

$$\sigma = \frac{28000}{28.26 \text{ mm}^2}$$

$$= 990.79 \text{ N/mm}^2$$

3. Temperatur 850°C

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A_0}$$

$$\sigma = \frac{30800 \text{ N}}{28.26 \text{ mm}^2}$$

$$= 1089.87 \text{ N/mm}^2$$

4. Temperatur 900°C

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A_0}$$

$$\sigma = \frac{17350 \text{ N}}{28.26 \text{ mm}^2}$$

$$= 613.94 \text{ N/mm}^2$$

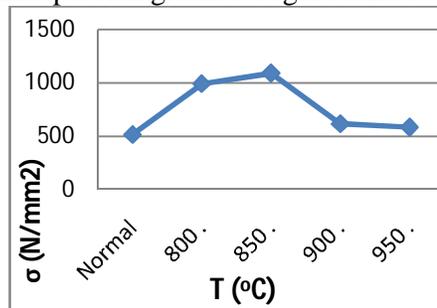
5. Temperatur 950°C

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A_0}$$

$$\sigma = \frac{16450 \text{ N}}{28.26 \text{ mm}^2}$$

$$= 582.1 \text{ N/mm}^2$$

Dari hasil perhitungan kekuatan tarik seperti pada tabel diatas maka dapat kita peroleh grafik sebagai berikut:



Gambar D.2 Grafik Pengaruh Perlakuan Panas Bertahap terhadap Nilai Kekuatan Tarik Baja Karbon Rendah

3. Pembahasan

Material yang diteliti pada pengujian ini adalah baja karbon rendah yang dipotong menjadi 9 spesimen, masing-masing terdiri dari 2 spesimen tersebut diberikan perlakuan panas secara bertahap yaitu pada temperatur 800°C, 850°C, 900°C, 950°C dan 1 spesimen untuk normal, waktu tahan 30 menit

dengan media pendingin air. Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode Rockwell skala B, diameter indenter 1/16 inch kemudian diambil nilai rata-ratanya untuk setiap temperatur. Pada grafik nilai kekerasan terlihat bahwa terjadi perbedaan kekerasan yang bervariasi pada setiap temperatur, dimana material normal diperoleh nilai kekerasan rata-rata 55 kg/mm², material pada temperatur 800°C diperoleh nilai kekerasan rata-rata 65 kg/mm², material pada temperatur 850°C diperoleh nilai kekerasan rata-rata 83,33 kg/mm², untuk material pada temperatur 900°C diperoleh nilai kekerasan rata-rata 60,67 kg/mm², dan untuk material pada temperatur 950°C diperoleh nilai kekerasan rata-rata 60 kg/mm².

Material yang diteliti pada pengujian kekuatan tarik adalah baja karbon rendah yang diberikan perlakuan panas bertahap yaitu pada temperatur 800°C, 850°C, 900°C dan 950°C, waktu tahan 30 menit dengan media pendinginan air diperoleh nilai rata-rata untuk spesimen normal 513.1 N/mm², temperatur 800°C diperoleh nilai rata-rata 990.79 N/mm², temperatur 850°C diperoleh nilai rata-rata 1089.87 N/mm², temperatur 900°C diperoleh nilai rata-rata 613.94 N/mm², dan pada temperatur 950°C diperoleh nilai kekuatan tariknya rata-rata 582.1 N/mm². Dengan pengaruh temperatur pada proses perlakuan panas bertahap sehingga terjadi perbedaan kekuatan secara bervariasi.

E. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Temperatur pemanasan pada proses perlakuan panas bertahap berpengaruh terhadap kekerasan baja karbon rendah dimana normal dengan nilai kekerasan yaitu 55 kg/mm², sedangkan perlakuan panas yang diberikan pada temperatur 800°C, 850°C, 900°C dan 950°C, temperatur 850°C yang memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu 83,33 kg/mm².
- b. Temperatur pemanasan pada proses perlakuan panas bertahap berpengaruh terhadap kekuatan tarik baja karbon rendah dimana normal dengan nilai kekuatan tarik yaitu 513.1 N/mm², sedangkan perlakuan panas yang diberikan pada temperatur 800°C, 850°C, 900°C dan 950°C, temperatur 850°C yang memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu 1089.87 N/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- Efendi, S.2009. *Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil Terhadap Kekerasan Logam*. Politeknik Negeri Sriwijaya. Pdf
- George E. Diater, Jakarta 1988, *Metalurgi Mekanik*, Jilid 2, Edisi Ketiga : Erlangga.
- Hasan, Iqbal 1999, *Pokok-pokok Materi*. Jakarta. Bumi Aksara.
- Kurva Tegangan Regangan Baja. <http://cybersatu.blogspot.com/2011/05/kurva-tegangan-regangan.html>. Diakses tanggal 10 November 2014.
- Lowrance H. Van Vlack (Sriati Djafrie), 1992, *Ilmu dan Teknologi Material (Ilmu Logam dan Bukan Logam)* edisi kelima, Erlangga.
- Necly, Jhon E, 1984 *Practical Metalurgi and Material of Industry*, New York. Jhon Wiley and Sons, inc
- Pengujian Kekerasan Rockwell. <http://cybersatu.blogspot.com/2011/05/pengujian-kekerasan-rockwell.html>. Diakses tanggal 3 November 2014.
- R.N wright. 1980. *Wine Teknologi American Iron*.
- Rochim, T., dan Wirjomartono, S.H.1985. *Spesifikasi Geometris Metrologi Industri dan Kontrol Kualitas*, Laboratorium Teknik Industri dan Metrologi Industri, Jurusan Teknik Mesin, FTI, ITB, Bandung.
- Sriati , Djafri. 1992. *Ilmu dan Teknologi Material*, Jakarta : Erlangga.
- Suherman,W. 1998. *Prinsip Perlakuan Panas*,ITS, Surabaya. Universitas Negeri Malang. 2000. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Malang : Universitas Negeri Malang