

PENGARUH TEMPERING TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA KARBON NS-1045 YANG DIKARBONISASI

Muksin R. Harahap

Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik UISU
muksin.harahap@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Baja dipakai pada berbagai bidang teknik di industri-industri konstruksi, alat-alat transportasi, mesin-mesin perkakas. Pemakaian baja tersebut umumnya ditinjau berdasarkan sifat-sifat mekaniknya, sifat yang diperlukan selama proses pembentukan dan sifat-sifat yang berhubungan dengan pengaruh lingkungan. Ditinjau dari banyaknya pengaruh yang datang dari lingkungan yang dapat mempercepat terjadi kerusakan dan keausan dan akhirnya mengalami kegagalan lebih cepat dari umum optimum, sehingga diperlukan perlakuan khusus untuk mengurangi pengaruh lingkungan, keausan dan kegagalan tersebut. Cara yang diperlukan antara lain adalah penambahan kandungan karbon, mangan, silikon, titanium, crom dan lain-lain yang cenderung mengurangi kegagalan yang lebih cepat, kekuatan terhadap kehausan dan sekaligus tahan terhadap perlakuan-perlakuan yang terjadi pada bahan tersebut.

Kata Kunci : Sifat Mekanik, Baja, Karbonisasi, Perlakuan Panas

I. PENDAHULUAN

Baja dipakai pada berbagai bidang teknik di industri-industri konstruksi, alat-alat transportasi, mesin-mesin perkakas. Pemakaian baja tersebut umumnya ditinjau berdasarkan sifat-sifat mekaniknya, sifat yang diperlukan selama proses pembentukan dan sifat-sifat yang berhubungan dengan pengaruh lingkungan. Ditinjau dari banyaknya pengaruh yang datang dari lingkungan yang dapat mempercepat terjadi kerusakan dan keausan dan akhirnya mengalami kegagalan lebih cepat dari umum optimum, sehingga diperlukan perlakuan khusus untuk mengurangi pengaruh lingkungan, keausan dan kegagalan tersebut. Cara yang diperlukan antara lain adalah penambahan kandungan karbon, mangan, silikon, titanium, crom dan lain-lain yang cenderung mengurangi kegagalan yang lebih cepat, kekuatan terhadap kehausan dan sekaligus tahan terhadap perlakuan-perlakuan yang terjadi pada bahan tersebut.

Kenneth G. Budinski, (1996) menyatakan bahwa Karbonisasi (*karbonizing*) adalah salah satu cara pengerasan permukaan (*case hardening*) yang telah lama dikenal, yaitu dengan memanaskan baja pada daerah temperatur 816 °C ÷ 1093 °C dan dibiarkan beberapa saat pada temperatur tersebut sehingga dapat berdiffusi dengan baik ke lapisan paling dalam dan kemudian didinginkan. Karbon dapat berbentuk padat, cair, ataupun gas. Baja pada temperatur tersebut mempunyai *affinitas* yang baik sekali terhadap karbon, karbon *diabsorpsi* ke dalam logam sehingga membentuk larutan padat dengan besi dan lapisan luar memiliki kadar karbon tinggi, bila dibiarkan lebih lama, karbon akan mempunyai kesempatan untuk berdiffusi kebagian-bagian sebelah dalam.

Banyaknya baja yang tersedia memungkinkan seorang perencana menaikkan kekuatan bahan pada daerah yang tegangannya besar, sehingga tidak perlu

memperbesar ukuran batang. Permasalahan menentukan hukum untuk kekuatan patah logam cukup sulit karena perpatahan sangat peka terhadap pra regangan plastis. Perubahan waktu yang bervariasi cenderung akan menghasilkan perubahan-perubahan pada ketebalan unsur paduan karbon dan kekuatan bahan itu sendiri.

Dari penelitian sebelumnya (Kuntara, H., 2002) dengan menganalisis efek tempering terhadap kekuatan tarik baja. Perlakuan panas *quench* pada bahan dari suhu austenit 1050 °C dengan soaking time 30 menit kedalam media quenching. Kemudian dilakukan proses tempering pada variasi suhu 200 °C, 400 °C, 600 °C dengan waktu tahan 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kekuatan tariknya dengan meningkatnya suhu tempering, kekuatan tarik tertinggi ($\sigma = 2,10$ Gpa) pada suhu 400 °C dan kekuatan tarik terendah ($\sigma = 1,51$ Gpa) pada suhu tempering 600 °C.

1.1 Baja Karbonisasi

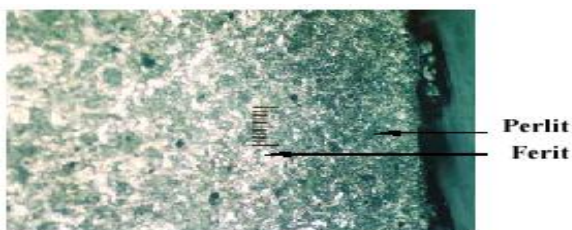
Baja karbonisasi adalah Pengerasan permukaan baja (*case hardening*) dengan suatu proses pemanasan baja pada temperatur tertentu dan didinginkan menurut cara tertentu sehingga diperoleh lapisan permukaan yang keras dan kuat, sedangkan bagian dalamnya tetap dengan keuletan atau ketangguhan yang lebih baik. Pengerasan ini dapat dilakukan dengan memberikan unsur tambahan maupun tanpa unsur tambahan. Dengan pengerasan pada permukaan kulit akan menyebabkan permukaan menjadi lebih kuat, tahan gesekan, korosi dan tahan terhadap penetrasi. Perubahan sifat-sifat permukaan kulit baja tersebut akan mengakibatkan terjadinya perubahan sifat-sifat mekanis yang diharapkan kekuatannya akan semakin meningkat. Ada beberapa cara pengerasan permukaan dengan menambahkan unsur lain ke dalam baja dasar tersebut, yang banyak dilakukan seperti diuraikan berikut ini.

1.1.1. Karbonisasi

Karbonisasi (*carbonizing*) adalah salah satu cara pengerasan permukaan yang tertua dan telah lama dikenal, yaitu dengan memanaskan baja antara temperatur 816 °C ÷ 1093 °C, (*Kennet G.Budinski, 1996*).

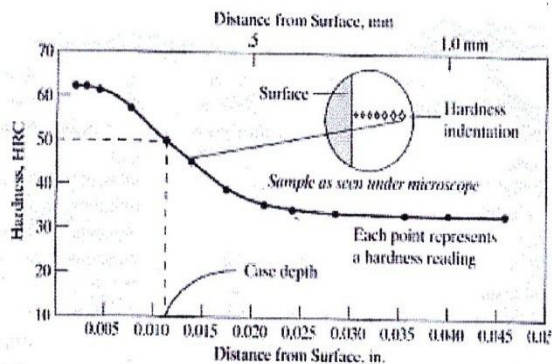
Bila dilihat diagram besi karbon dengan pemanasan pada 800 °C kadar karbon maksimum pada kulit luar adalah 1.0 % C, sedangkan pada 900 °C kadar karbon maksimum adalah 1.2 % C, pada 900 °C kadar karbonnya maksimum 1.5 % C, sedangkan kadar karbon yang diharapkan maksimum dicapai sampai 0.8 % (*Full Pearlit*) sedangkan bagian inti sekitar 0.1 % ÷ 0.2 %. Untuk mengatasi hal ini maka spesimen perlu ditemper sehingga karbon dapat bergeser lebih ke dalam sedikit. Karbon dapat berbentuk padat, cair maupun gas. (*Kennet G. Budinski, 1996*).

Perlakuan karbonisasi tergantung pada temperatur pemanasan dan lamanya waktu pemanasan, semakin tinggi temperatur pemanasan akan semakin dalam karbon berdiffusi ke dalam baja, tebal lapisan karbon dapat mencapai antara 0.25 ÷ 3.0 mm, (*Kennet G.Budinski, 1996*).



Gambar 1. Baja Yang Dikarbonisasi

Tebal lapisan tergantung pada waktu dan temperatur perlakuan panas. (*Pramuko I. purboputro, 2006*) menyatakan bahwa perlakuan karbonisasi tergantung pada temperatur pemanasan dan lamanya waktu pemanasan, semakin tinggi temperatur pemanasan akan semakin dalam karbon berdiffusi ke dalam baja. Pada Gambar 1. diperlihatkan bahwa lapisan luar (berwarna hitam) terdiri dari lapisan yang kaya dengan karbon (C) dan semakin ke dalam karbonnya semakin berkurang yang ditandai dengan warnanya yang semakin putih (terang).



Gambar 2. Hubungan Kedalaman Karbon dan Kekerasan

1.1.2 Pengujian Mikrostruktur Logam

Dengan menggunakan alat *microscope optik* permukaan logam dapat dilihat setelah permukaan dari logam yang akan diuji tersebut dihaluskan permukaannya dengan menggunakan kertas pasir ukuran kekasaran 120, 320, 600, 800, 1000, dan 1200, dan dipoles dengan larutan *alumina powder* hingga kilat permukaan spesimen kemudian diberi larutan *etchan* dengan campuran asam Nitrat dan *ethanol*. Struktur permukaan dari logam adalah satu sifat dari logam yang dapat merupakan ciri dari logam itu sendiri.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu.

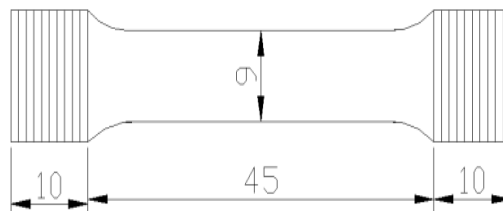
Adapun tempat penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektro Plating Pendidikan Teknologi Kimia Industri (PTKI) Medan dan di Laboratorium Politeknik USU.

2.2. Bahan dan peralatan.

2.2.1. Bahan.

Adapun bahan-bahan yang digunakan dibuat berdasarkan *NS - 1045*. Klasifikasi baja karbon menengah dengan kandungan C = 0.43 %, Mn = 0.60 %, P = 0.040 %, S = 0.050 % dan Si = 0.14 %.

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon menengah yang sudah dikarbonisasi berbentuk silinder.



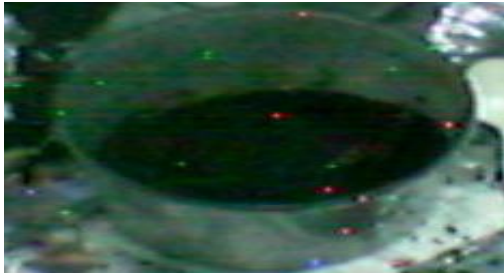
Gambar 3. Dimensi dan Geometri NS – 1045



Gambar 4. Baja Karbon Menengah

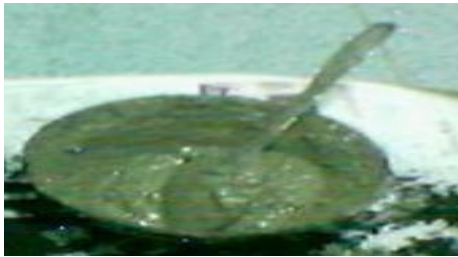
2. Serbuk karbon aktif *pully* dan *Natrium karbonat* dicampur dengan perbandingan campuran 600 gr serbuk karbon aktif *pully* dan 400 gr natrium karbonat.

3.



Gambar 5. Campuran Serbuk Karbon Aktif Dengan Natrium Karbonat.

4. Semen tahan api digunakan sebagai penutup pada pipa steam yang akan di karbonisasi



Gambar 6. Semen Tahan Api

2.2.2. Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan penulis dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Pipa steam dipilih karena tahan terhadap temperatur tinggi dan digunakan untuk tempat pengkarbonisian baja karbon rendah dengan panjang 200 mm dan diameter 20 mm.



Gambar 7. Pipa Steam

2. Tungku pemanas dengan suhu pengontrol dapat memanaskan sampai temperatur 1200 °C dan dapat ditahan pada temperatur tersebut dalam jangka waktu tertentu, hal ini tergantung pada variasi waktu yang dipilih.



Gambar 8. Tungku Pemanas

Tabel 1. Tungku Pemanas ISUZU SEISAKUSHO

No	Uraian	Besar dan Satuan
1.	Daya (N)	220 Volt
2.	Corrent	-
3.	AMP	13,6
4.	Temperatur Maksimum	1200 ° C

2.2.3. Rancangan Penelitian

Pada proses karbonisasi, elemen diffusi yang digunakan pada pelapisan (*coating*) adalah unsur karbon dalam bentuk serbuk karbon aktif yang telah dihaluskan dan diayak menurut *mesh* tertentu agar mudah berdiffusi ke dalam benda uji. Karbon ini digunakan sebagai bahan karbonisasi dalam pengujian *tensile*, *hardness*, dan mikrostruktur.

Pada proses *tempering* spesimen uji yang telah dikarbonisasi diberikan nomor sesuai waktu karbonisasi. Selanjutnya dipisahkan masing-masing spesimen sesuai variasi waktu karbonisasi untuk dilakukan pengujian proses *tempering*. Masing-masing spesimen diikat dengan kawat dan dimasukkan kedalam tungku pemanas dengan suhu 900 °C selama 2 jam. Setelah 2 jam, spesimen diangkat dan diquenching dengan media oli lalu didiamkan selama 1 jam. Setelah dingin maka masing-masing spesimen dipanaskan kembali dengan variasi suhu 200°C, 400°C dan 600°C. Setelah mencapai suhu yang ditentukan, masing-masing spesimen yang telah ditandai diquenching kembali.

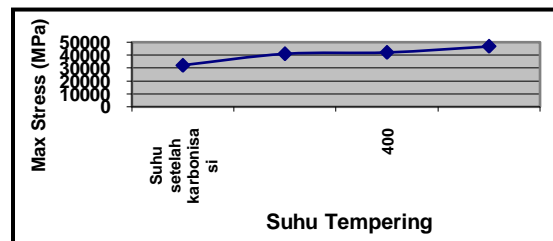
III. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran di laboratorium, maka penulis menghasilkan data yang akan dianalisa dengan metode tertentu sehingga dapat diambil suatu kesimpulan.

3.1. Uji Kekerasan

Dari hasil penelitian maka didapat data sebagai berikut dari hasil penelitian diatas maka dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

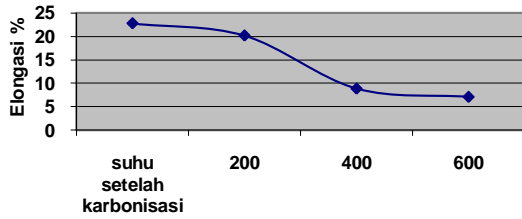
Pada grafik dibawah dapat dilihat perbandingan antara suhu setelah karbonisasi dengan suhu *tempering*, dan yang paling tinggi kekerasan permukaannya adalah suhu *tempering* 600 °C dimana dapat dibuat hubungan HV rata-rata dengan kekerasan permukaan dimana data hasil kekerasan vickers.



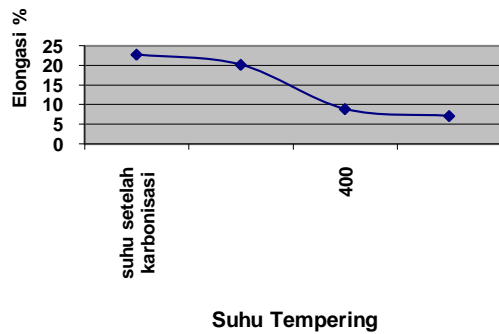
Gambar 9. Hubungan Kekerasan Permukaan dengan Suhu Tempering

3.2. Uji Tarik

Dari hasil pengujian di atas dapat dibandingkan antara tegangan dengan regangan dengan suhu tempering yang berbeda yaitu 200 °C, 400 °C, 600 °C dimana data hasil uji tarik.



Gambar 10. Hubungan Tegangan Maksimum dengan Suhu Tempering.



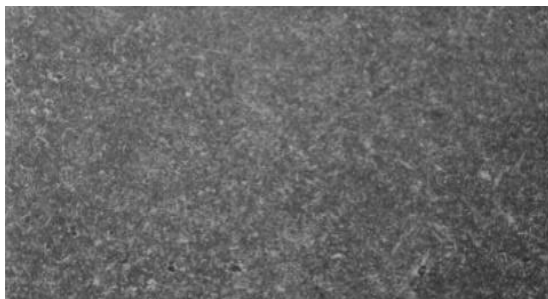
Gambar 11. Hubungan Elongasi dengan Suhu Tempering.

Pada grafik dilihat jelas penurunan persen elongasi semakin rendah pertambahan panjang karena bahan semakin keras permukaan luarnya namun ulet di dalam spesimen akibat proses *tempering* dimana titik tegangan semakin besar setelah dilakukan proses *tempering*.

3.3. Uji Struktur Permukaan.

Dari hasil struktur permukaan yang didapat, maka penulis dapat melihat susunan struktur yang terdapat dalam spesimen dikarbonisasi lalu di *heat treatment* di antaranya:

1. Suhu Tempering 200 °C



Gambar 12. Struktur Permukaan Suhu Tempering 200 °C

Struktur *pearlite* dan *ferrite*, dimana seluruh struktur dasar putih serta abu-abu (*gray*), juga terlihat agak kasar. Mikrostruktur ini dibuat dengan menggunakan echant 3%/ HNO₃, pembesaran 100 x, suhu tempering 200 °C dengan hardness 342.4 Kg/mm² dan sudut elongasi 20.2 % .

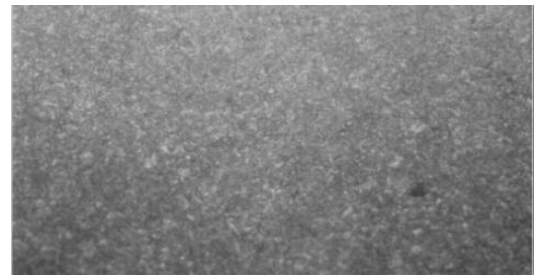
2. Suhu Tempering 400 °C



Gambar 13. Struktur Permukaan Suhu Tempering 400 °C

Struktur *martensit* terjadi kristalisasi menunjukkan aspek yang menimbulkan butir halus atau *cementite*. Mikrostruktur ini dibuat dengan menggunakan echant 3%/ HNO₃, pembesaran 100 x, suhu tempering 400 °C dengan hardness 500.5 Kg/mm² dan sudut elongasi 8.88 %.

3. Suhu Tempering 600 °C



Gambar 14. Struktur Permukaan Suhu Tempering 600 °C

Struktur dasar putih dan dasar hitam menunjukkan struktur *perlite* serta sedikit halus pada permukaannya. Mikrostruktur ini dibuat dengan menggunakan echant 3%/ HNO₃, pembesaran 100 x, suhu tempering 600 °C dengan hardness 617.4 Kg/mm² dan sudut Elongasi 7.11 %

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan.

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Pada proses *tempering* kandungan karbon dalam baja mempengaruhi nilai kekerasan yang dihasilkan dibandingkan karbonisasi.

2. Baja karbon menengah dengan proses *tempering* mengalami peningkatan kekerasan yang cukup baik, hal ini di akibatkan timbulnya struktur martensit.
3. Pada proses *tempering* yang paling keras permukaan luarnya adalah suhu temper 600 °C.
4. Pada pengujian *tensile test* titik tegangan yang tertinggi yaitu pada suhu *tempering* 600 °C dan yang terendah pada suhu *tempering* 200 °C.
5. Untuk menghindari terjadinya retak-retak diusahakan pada saat pendinginan seluruh permukaan baja menerima pendinginan secara serentak.
6. Sebaiknya diambil banyak contoh variasi spesimen, waktu dan temperatur agar data yang didapat lebih banyak perbandingan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM, Annual Books of ASTM Standards, 1996, *Metal Test Metode and Analytical Procedures*,” Section 3, Volume 03,01, USA.
- [2] Amanto, Ostwald F.P., Myron, 1996, *Teknologi Mekanik*, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- [3] Dieter G. E. 1998, *Metalurgi Mekanik*, Erlangga, Jakarta.
- [4] Kenneth G. Budinski, 1996, *Engineering Materials Properties and Selection*”, USA.
- [5] Lawrence H. Van Vlack, 1987, “*Materials Science for Engineering*”, Addison Wesley Publishing Company, USA.
- [6] Ny. Sriati Djafrie, Van Vlack, 1986, *Ilmu dan Teknologi Bahan*”, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.
- [7] Love, George. 1996, “*Teori dan Praktek Kerja Logam*,” Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [8] Pramuko I. Purboputro. 2006, “*Pengaruh Waktu Penahanan Sifat Mekanis*”, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [9] R.L. Timing., 1991, *Engineering Material*, Volume 1, Printed In Malaysia. By C.L.
- [10] Supriyono, 2001. *Pengaruh Waktu Pengkarbonisasian Terhadap Distribusi Kekerasan dan Kedalaman Difusi Pada Proses Pengkarbonan Padat*. Media Mesin, Jurusan Teknik Mesin UMS, Surakarta.
- [11] Schonmetz. 1987, *Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam*, Penerbit Angkasa, Bandung.
- [12] Taneike M., Swada K. 2004, *Efect of Carbon Concentration on Precition Behaviour of M23C6 Carbides*, Volume 35A, www.jps/tskuba/paper30.html-3k