

PENGARUH KARBONISASI TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS BAJA KRUPP 1191

Muslih Nasution

Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin STT-Harapan

Email muslihnst@gmail.com

Abstrak.

Karbonisasi adalah cara pengerasan permukaan yang telah dikenal sejak dahulu, memanaskan baja pada temperatur antara 816⁰C sampai 1093⁰C dalam lingkungan yang mengandung karbon baik dalam bentuk padat, cair atau gas. Pemanasan baja pada daerah temperatur tersebut mempunyai daya absorpsi (*affinitas*) yang tinggi terhadap karbon. Pengerasan kulit menyebabkan permukaan menjadi keras dan tahan aus sedangkan bahagian dalam (inti) tetap ulet. Pack carburizing adalah salah satu pelapisan yang banyak digunakan karena mudah dan murah, dengan menempatkan baja pada sebuah kotak, kemudian ditaburi dengan campuran bubuk karbon dan barium karbonat, seterusnya dipanaskan dalam daerah temperatur 816⁰C s/d 1093⁰C, sehingga karbon berdiffusi lebih kedalam. Pada lapisan permukaan tersebut akan terjadi tegangan sisa berupa tegangan tekan, hal ini menjadikan baja lebih tahan terhadap kelelahan dan *fatik* batasnya menjadi naik. Kekerasan mencapai 34,80 HRC, kekuatan tariknya naik menjadi 49,07 kg/mm². Mikrostrukturnya terdiri dari lapisan ferit dan perlit yang lebih tebal pada lapisan kulit terluarnya. Perlakuan karbonisasi pada 800⁰C tebal karbonisasi dapat mencapai 0,6 milimeter, perlakuan karbonisasi pada 900⁰C tebal karbonnya 1,2 milimeter dan perlakuan karbonisasi pada 1000⁰C tebal karbon 2,0 milimeter. Mikrostrukturnya ferit dan perlit yang kaya dengan karbon.

Kata-kata kunci : Sifat-sifat mekanis, Pack carburizing, Diffusi, Pengerasan kulit, tebal karbon.

Abstract

Carbonizing is the surface hardening method have famous in a long ago, heated the steel between 816⁰C upto 1093⁰C temperatur in carbon contain environment whether compact form, liquid or gases. Heated steel in that temperatur area have a hight absorpsivity for carbon. Case hardening caused the outer surface to be make hard and wear resistant and the inner part keep reliability. Pack carburizing is one of the layered who most used because easy and cheap, by placed the steel in the box, and than scattered carbon powder and carbonat barium powder mixture, and then heated between 816⁰C upto 1093⁰C temperature, so that carbon diffused to reach for inside. In that outer layers appear the residual stress as a pressure stress, this case maked the steel resistant faced fatigue and fatigue limit increasing. Hardness upto 34,80 HRC, tensile strength increase upto 49,07 kg/mm². The structure micro consist of the ferrite and pearlite layers more tick in the outer layers. Carbonizing at 800⁰C temperature the carbon layers reached 0,6 millimetre, carbonizing at 900⁰C the carbon layers 1,2 millimetre and carbonizing at 1000⁰C the carbonizing layers 2,0 millimetre. The microstructure consist of ferrite and pearlite that rich carbon.

Keywords : Mechanic properties, Pack carbonizing, Diffusion, Case hardening, Carbon tickness.

1. Pendahuluan.

Baja digunakan pada berbagai bidang teknik di industri-industri konstruksi, alat-alat transportasi, mesin-mesin perkakas. Pemakaian baja tersebut pada umumnya ditinjau berdasarkan sifat-sifat mekanik yang diperlukan selama perlakuan pembentukan dan sifat-sifat yang berhubungan dengan pengaruh lingkungan. Ditinjau dari pemakaiannya, baja yang diperoleh dari

pasaran tidak dapat digunakan langsung, karena belum memenuhi syarat secara teknik, sehingga perlu perbaikan-perbaikan dengan memprosesnya. Sifat-sifat teknik tersebut seperti baja tahan terhadap gesekan, keausan, tahan terhadap lingkungan korosif. Sehingga diperlukan perlakuan khusus untuk mengurangi pengaruh-pengaruh tersebut. Cara yang dilakukan antara

lain adalah dengan penambahan kandungan Karbon, Mangan, Silikon, Titanium, Nikel, Krom, Aluminium dan lain-lain yang cenderung mengurangi laju korosi lingkungan, ketahanan terhadap gesekan dan benturan.

Karbonisasi (*Carbonizing*) adalah salah satu cara pengerasan permukaan (*case hardening*) yang telah lama dikenal, yaitu dengan memanaskan baja pada daerah temperatur 816⁰C s/d 1093⁰C dan dibiarkan beberapa saat pada temperatur tersebut mengakibatkan karbon dapat berdiffusi dengan baik ke lapisan paling dalam dan kemudian didinginkan dengan perlahan-lahan. Karbon dapat berbentuk padat, cair ataupun gas. Baja yang dipanaskan pada daerah temperatur karbonisasi tersebut mempunyai affinitas yang baik sekali terhadap karbon, karbon diabsorpsi ke dalam baja sehingga membentuk larutan padat dengan lapisan luar yang memiliki kadar karbon tinggi, bila dibiarkan lebih lama, karbon akan mempunyai kesempatan berdiffusi kebagian-bagian lebih dalam lagi (inti). Amstead B.H dkk. (1991) menyatakan bahwa perlakuan karbonisasi tergantung pada temperatur pemanasan dan lamanya waktu pemanasan, semakin tinggi temperatur pemanasan semakin dalam karbon berdiffusi ke dalam baja dan semakin lama waktu pemanasan semakin jauh karbon berdiffusi. Untuk memperoleh penjelasan ini dapat kita lihat diagram karbon.

Taneike M. (2004) melakukan penambahan karbon pada baja martensit 9Cr menghasilkan bahwa semakin tinggi persentase karbon semakin tinggi tingkat kekerasan baja tersebut setelah dilakukan perlakuan normalisasi tetapi tidak terjadi kenaikan kekerasan setelah perlakuan *tempering*.

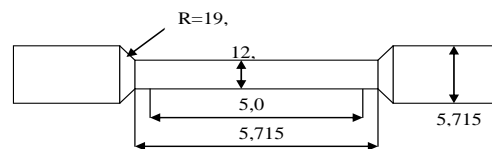
2. Metoda Penelitian.

Material yang digunakan sebagai spesimen pada penelitian ini adalah Baja karbon Krupp 1191 yang merupakan baja machinery dari Jerman yang digunakan untuk piston, poros engkol, poros pompa, roda gigi, pins dan sebagainya. Komposisi unsur-unsur kimia spesimen yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia Baja Krupp 1191

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W
0,45	0,40	0,80	-	-	-	-	-

Baja Krupp 1191 setelah didapatkan dari produsen di bubut dari diameter 16 mm menjadi ukuran seperti Gambar 1.



Gambar 1. Ukuran Spesimen Uji Tarik (ASTM E-8)

Kemudian dibersihkan dari kotoran-kotorannya, seterusnya dilakukan karbonisasi dengan memasukkan spesimen kedalam tabung baja dimana salah satu ujungnya dilas, kemudian diisi dengan elemen-elemen diffusi yaitu campuran karbon (C) dan barium karbonat ($BaCO_3$) seperti Gambar 2. Dipanaskan didalam tungku pemanas pada temperatur masing-masing 800⁰C, 900⁰C dan 1000⁰C dengan holding time 8 (delapan) jam.

Setelah tercapai temperatur dan waktu tersebut baja dikeluarkan dari dapur pemanas (furnace) dan didinginkan pada temperatur kamar, seterusnya dibersihkan kemudian diuji.

Sifat-sifat spesimen sebelum dan sesudah mengalami perlakuan karbonisasi pada temperatur 800⁰C,

900°C dan 1000°C diperlihatkan pada Tabel 2.

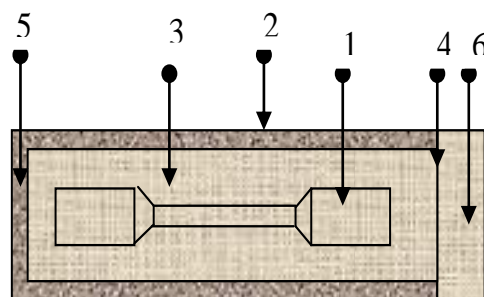
Tabel 2. Sifat-sifat mekanis material

Material	Kekerasan (HRc)	Kekuatan Yield (σ_y) (Kg/mm ²)	Kek. Tarik (Kg/mm ²)	Elongation (ϵ) (%)
TKar	15,20	27,23	58,20	48,35
800°C	14,50	24,76	39,66	53,70
900°C	27,00	23,01	46,31	44,30
1000°C	34,80	26,21	49,07	33,16

Peralatan yang digunakan untuk uji tarik adalah Mesin HT-9502 Computer Hydraulic Testing Machine Merk Hungta, kapasitas 20 ton. Pengujian kekerasan dilakukan dengan mesin jenis *Vickers Hardnes Test jenis Matsuzawa No. Seri 8781, Co LTD Tokyo Japan*, sedangkan untuk melihat tebal karbon yang berdiffusi kedalam baja dan mikrostrukturnya digunakan Mikroskop Optik Merk Olympus Type PM-10 AD Tokyo Japan, Kamera Type Olympus C-35 AD-2 Tokyo Japan.

Pada perlakuan karbonisasi, sebagai elemen diffusi yang digunakan pada pelapisan (*coating*) adalah karbon aktif atau *active charcoal (C)* dan *barium karbonat (BaCO₃)* sebagai enegizer dalam bentuk bubuk (*powder*) dan di ayak dengan ukuran 8 (delapan) mesh agar diperoleh besar ukuran butiran yang seragam sehingga lebih mudah berdiffusi kedalam spesimen.

Setelah spesimen ditempatkan didalam tabung baja, seterusnya ditaburi dengan elemen-elemen karbonisasi dan ditutup dengan plat baja dan diikuti oleh lapisan semen tahan api sampai tertutup rapat seluruhnya seperti gambar 2. Tabung baja tersebut dimasukkan kedalam tungku (*Furnace*) dan dipanaskan secara bergantian masing-masing pada temperatur 800°C, 900°C dan 1000°C dan ditahan selama 8 (delapan) jam pada temperatur tersebut. Setelah itu tabung berisi spesimen tersebut dikeluarkan dan didinginkan pada temperatur kamar.



Gambar 2. Penempatan Spesimen di Dalam Tabung Karbonisasi

Keterangan gambar :

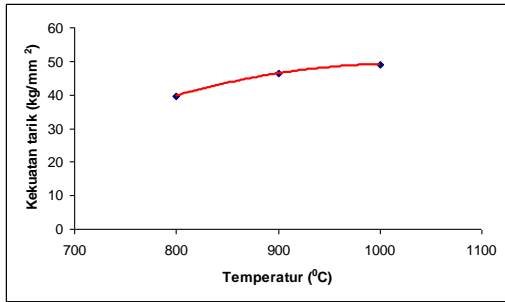
1. Spesimen.
2. Tabung baja.
3. Campuran karbon, barium karbonat
4. Tutup atas
5. Tutup bawah
6. Lapisan semen tahan api

Baja yang telah dikarbonisasi dipotong dengan mesin bubut memakai *fluid cooling*, kemudian permukaannya dihaluskan kertas pasir kehalusan 1200 sampai putih bersih dan dipolishing dengan kain kasa sampai halus. Kemudian dietsa lalu diamati permukaan dengan mikroskop optik untuk melihat mikrostruktur dan tebal karbonnya.

3. Hasil dan Pembahasan.

3.1. Kekuatan Tarik.

Setelah dilakukan pengamatan pengujian tarik ternyata baja krupp 1191 yang dikarbonisasi ternyata terjadi penurunan kekuatan tarik dari spesimen tanpa perlakuan. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2, Tanpa perlakuan karbonisasi kekuatan tariknya 58,2 kg/mm². Perlakuan karbonisasi pada 800°C kekuatan tariknya 39,66 kg/mm². Perlakuan karbonisasi pada 900°C kekuatan tariknya 46,31 kg/mm². Perlakuan karbonisasi pada 1000°C kekuatan tariknya 49,07 kg/mm². Secara grafis dapat dilihat gambar 3.

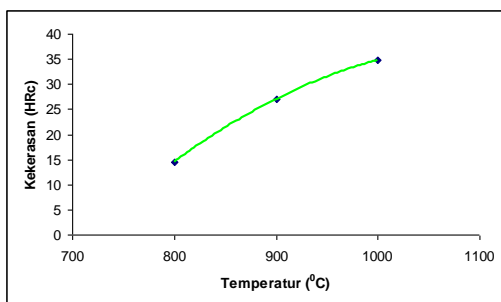


Gambar 3. Hubungan temperatur dan kekuatan tarik.

3.2. Kekerasan.

Hasil pengamatan dari pengujian kekerasan diperoleh bahwa kekerasannya cenderung naik dengan karbonisasi pada 800°C sampai ke 1000°C, semakin tinggi temperatur perlakuan karbonisasi semakin tinggi kekerasannya, dari hasil pengujian kekerasan pada tabel 2 dapat dilihat bahwa kekerasan tanpa perlakuan karbonisasi kekerasannya 15,20 HRc, sedangkan pada perlakuan karbonisasi 800°C kekerasannya 14,5 HRc. Perlakuan karbonisasi pada 900°C kekerasannya 27,0 HRc. Perlakuan karbonisasi 1000°C kekerasannya 34,5 HRc. Secara grafis dapat dilihat pada gambar 4.

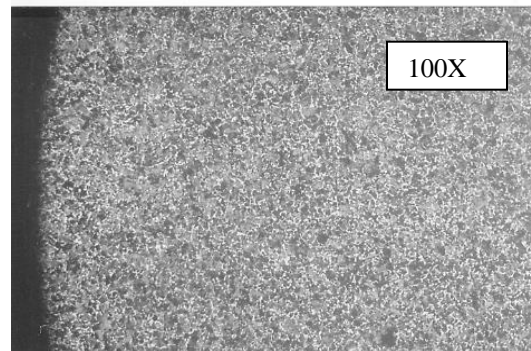
Secara keseluruhan kekerasannya meningkat secara signifikan karena perlakuan karbonisasi yang dilakukan terhadap Baja krupp 1191. Pengerasan ini hanya terjadi pada bahagian kulit luar spesimen.



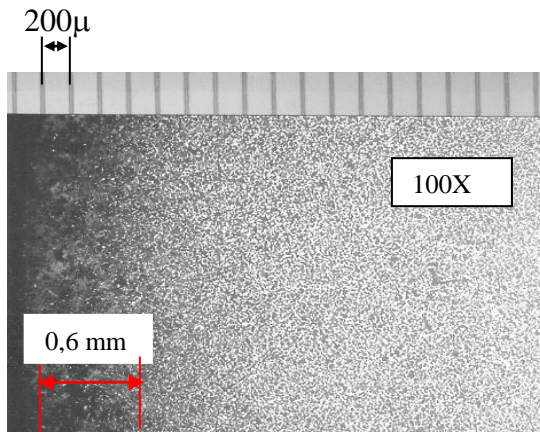
Gambar 4. Hubungan temperatur dan kekerasan HRc.

3.3. Tebal karbon dan Strukturmikro

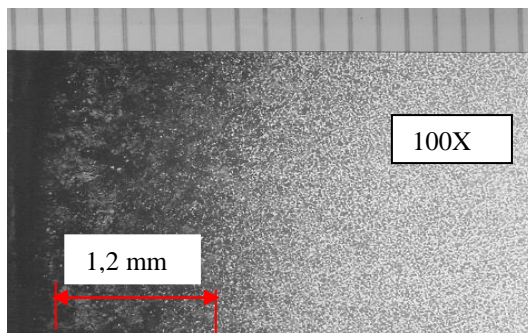
Setelah dilakukan penghalusan permukaan dan memolish spesimen sampai halus, mengkilat dan dietsa, kemudian ditempatkan diatas meja mikroskop untuk melihat tebal lapisan karbonnya dan untuk mengetahui jenis strukturmikronya diperlihatkan pada gambar 5, gambar 6, gambar 7, dan gambar 8. Secara grafis dapat dilihat pada gambar 9. Dari gambar 5 baja tanpa perlakuan karbonisasi strukturmikronya terdiri dari ferit dan perlit, warna putih sebagai ferit dan warna hitam sebagai perlit. Dari gambar 6. perlakuan karbonisasi 800°C strukturmikronya terdiri dari ferit dan perlit, dari sisi kiri gambar karbonnya agak tebal dan makin ke kanan semakin sedikit. Tebal lapisan karbonnya 0,6 milimeter. Dari gambar 7. perlakuan karbonisasi 900°C strukturmikronya terdiri dari ferit dan perlit, dari sisi kiri gambar karbonnya lebih tebal dan makin ke kanan semakin sedikit. Tebal lapisan karbonnya 1,2 milimeter. Dari gambar 8. perlakuan karbonisasi 1000°C strukturmikronya terdiri dari ferit dan perlit, dari sisi kiri gambar karbonnya sangat tebal dan menyebar yang semakin ke kanan semakin berkurang. Tebal lapisan karbonnya 2,0 milimeter. Untuk melihat peningkatan tebal lapisan karbon dengan jelas digambarkan secara grafis pada gambar 9.



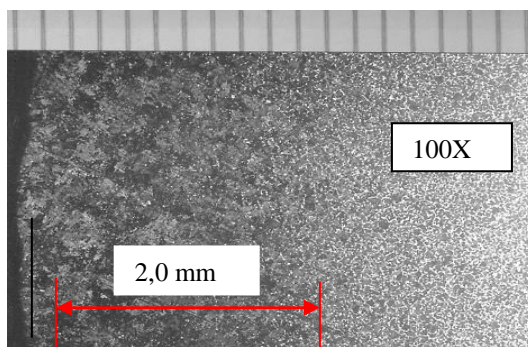
Gambar 5. Baja tanpa karbonisasi.



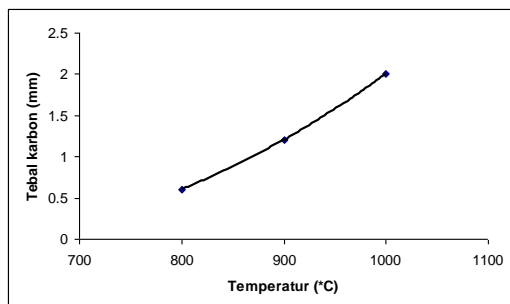
Gambar 6. Perlakuan karbonisasi 800°C



Gambar 7. Perlakuan karbonisasi 900°C



Gambar 8. Perlakuan karbonisasi 1000°C



Gambar 9. Hubungan temperatur dan tebal lapisan karbon

4. Kesimpulan dan Saran.

4.1. Kesimpulan.

Dari penelitian yang telah dilakukan pengaruh karbonisasi terhadap strukturmikro dan sifat-sifat mekanis pada baja krupp dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- A. Kekerasan baja yang dikarbonisasi semakin meningkat sehubungan dengan meningkatnya temperatur karbonisasi.
- B. Kekuatan tarik baja yang dikarbonisasi menurun bila dibandingkan dengan baja tanpa karbonisasi, hal ini disebabkan pendinginan spesimen setelah dikeluarkan dari dapur pemanas
- C. Kekuatan tarik baja yang dikarbonisasi semakin meningkat dengan meningkatnya temperatur karbonisasi
- D. Tebal lapisan karbon akan meningkat dengan naiknya temperatur karbonisasi.
- E. Susunan mikrostrukturnya terdiri dari ferit dan perlit dengan tebal karbon dari kulit ke inti semakin berkurang.
- F. Baja yang dikarbonisasi kulit luarnya yang keras sedangkan inti lunak.

4.2. Saran.

- A. Untuk penelitian selanjutnya disarankan dengan memvariasikan lamanya perlakuan pemanasan yang dilakukan maupun persentase energizer yang diberikan.
- B. Digunakan dengan memakai cara pelapisan lain seperti elektroplating dengan berbagai jenis media pelapis yang memungkinkan sesuai dengan tujuannya.
- C. Disarankan menggunakan berbagai jenis energizer yang ada seperti Natrium karbonat, serium karbonat dan sebagainya untuk melihat efek difusi karbon kedalam baja.

D. Disarankan juga dengan memakai material lain selain baja krupp 1191.

DAFTAR KEPUSTAKAAN.

- ASTM, Annual Books of ASTM Standards, "*Metals Test Metode and Analytical Procedures*," Section 3, Volume 03,01, USA, 1996.
- Amstead B.H., Ostwald F.P., Myron L. Begemen, dan Sriati Djaprie, "*Teknologi Mekanik*", Jilid 1, Erlangga, Jakarta, 1993.
- Dieter G.E., dan Djaprie S., "*Metalurgi Mekanik*" Erlangga, Jakarta, 1998.
- Shigley, J.E., and Mische, C.R., "*Mechanical Engineering Design*," Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1989.
- Taneike M., and Sawada K. 2004, "*Effect of Carbon Concentration on Precipitation Behaviour of M23C6 Carbides*", Volume 35A, www.jps/tskuba/paper_30.html
- Beumer BMJ, BS Anwir, "Pengetahuan Bahan", Bharata Karya Aksara, Jakarta 1980.
- Ny. Sriati Djafrie, Van Vlack, "Ilmu dan Teknologi Bahan", Edisi kempet, Erlangga, Jakarta, 1986.
- Geankoplis, C.J., "Transport Processes and Unit Operations", Third Edition, Presentice Hall of India, Prostate Limited, New Delhi, 1997.