

## PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU PENAHANAN PACK KARBURISING TERHADAP KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON RENDAH S30C

Gaguk Jatisukamto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember  
Telp/Fax: (0331)410243, HP: 08123455347, email: gaguk\_jati@yahoo.com

**Abstrak:** Baja merupakan bahan yang paling banyak digunakan sebagai material konstruksi atau struktur, karena keunggulan sifat-sifat fisis dan mekanis yang dimilikinya. Salah satu upaya peningkatan kekuatan baja yaitu dengan memberikan perlakuan panas, sehingga akan diperoleh baja yang setara dengan baja kualitas tinggi dari bahan baja kualitas rendah. Material poros, roda gigi, dan material konstruksi lainnya yang memerlukan kekerasan dan keausan tinggi dapat dihasilkan dari baja kualitas rendah yang mendapatkan perlakuan panas karburising. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur dan waktu penahanan pack karburising terhadap kekerasan permukaan baja karbon rendah S30C. Dalam penelitian ini proses karburising dilakukan terhadap baja karbon rendah S30C yang menggunakan media karbon dan bahan pengaktif barium karbonat dengan perbandingan 90% : 10%. Variasi temperatur yang digunakan adalah 850 °C, 950 °C, 1050 °C, dengan variasi waktu penahanan adalah 1, 3 dan 5 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material yang memperoleh perlakuan karburising kekerasan maksimalnya terjadi pada spesimen temperatur 1050 °C dengan waktu penahanan 5 jam, yaitu sebesar 976 HVN. Struktur mikro hasil karburising yang terbentuk adalah martensit. Semakin tinggi temperatur dan lama waktu penahanan yang diberikan, angka kekerasannya juga akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena akan semakin banyak karbon yang berdifusi pada permukaan baja.

**Kata kunci:** karburising, waktu penahanan, kekerasan

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat pesat mempunyai kontribusi langsung terhadap peningkatan kebutuhan material baja, sedangkan ketersediaan bahan baku baja semakin menipis. Kondisi demikian menuntut para ahli untuk bekerja keras membuat inovasi-inovasi baru agar dapat membuat bahan kualitas tinggi yang berasal dari bahan kualitas rendah. Baja sangat banyak digunakan dalam struktur atau konstruksi karena keunggulan sifat-sifatnya seperti kekuatan tarik, kekerasan, keuletan, elastisitas, plastisitas, sifat mampu mesin, sifat mampu bentuk dan sifat-sifat lainnya. Salah satu dari sifat mekanik tersebut diatas, kekerasan merupakan sifat yang

paling dipertimbangkan dalam perencanaan konstruksi khususnya yang berhubungan dengan bagian-bagian mesin yang bergerak dan bergesekan, sehingga akan menimbulkan keausan pada permukaan logam.

Baja adalah paduan antara besi dengan karbon maksimal 2% serta unsur paduan mikro lainnya untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis lainnya. Baja karbon adalah paduan dari Fe dan C, dan biasanya ditambahkan unsur-unsur lainnya seperti 0,20% - 0,70% Si, 0,50% - 1,00% Mn, P < 0.60% dan S < 0.06% ([www.besi-baja.com](http://www.besi-baja.com)). Sifat ketangguhan baja karbon rendah relatif tinggi, mudah dibentuk dan dikerjakan dengan mesin, tetapi

kekerasannya rendah dan tidak dapat dikeraskan (Nurdin, 2002). Untuk mengatasi kelemahan ini maka perlu dilakukan pengerasan permukaan dengan menggunakan perlakuan panas, sehingga baja tersebut akan memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang lebih baik. Pengerasan permukaan baja dengan menggunakan proses perlakuan panas, dapat dilakukan dengan meningkatkan kadar karbon pada permukaan baja tersebut melalui proses karburasi, sehingga baja ini dapat digunakan sebagai material poros, roda gigi atau material lainnya yang menuntut ketahanan aus dan kekerasan yang tinggi.

Menurut Haqi (2006) semakin banyak unsur karbon, maka struktur martensit yang terbentuk juga akan semakin banyak. Karena martensit terbentuk dari fase austenit yang didinginkan secara cepat. Hal ini disebabkan karena atom-atom karbon tidak sempat berdifusi keluar dan terjebak dalam struktur kristal dan membentuk struktur tetragonal yang ruang kosong antar atomnya kecil, sehingga kekerasannya meningkat.

Menurut Nurdin, (2002) proses karburising adalah proses memasukkan benda kerja ke dalam kotak yang diberi media karbon aktif atau gas karbon. Media karbon dapat berupa arang, sianida, propana atau gas *hidrocarbon* yang lain. Spesimen ditempatkan di dalam kotak dan selanjutnya dipanaskan di atas temperatur austenisasinya dan ditahan selama beberapa jam untuk menghasilkan kedalaman lapisan karburising yang dibutuhkan dan kemudian didinginkan secara cepat.

Menurut Suherman (1987) perlakuan panas dapat didefinisikan sebagai operasi pemanasan dan pendinginan terhadap logam/logam paduan dalam keadaan padat dengan

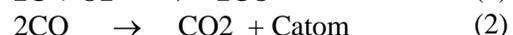
waktu tertentu dengan tujuan untuk memperoleh sifat tertentu. Proses perlakuan panas baja terdiri dari tiga tahap yaitu: pemanasan logam sampai suhu austenisasinya, penahanan temperatur, dan selanjutnya pendinginan kembali.

Menurut Efunda (2006) karburising adalah proses penambahan karbon terhadap permukaan baja. Pemanasan di dalam furnace dilakukan sekitar 12-72 jam dengan temperatur 900 °C. Penambahan karbon pada permukaan baja sekitar 0,7%-1,2% dengan tingkat kekerasan antara 60-65 RC, kedalaman karbon sekitar 0,1 mm sampai 1,5 mm.

Menurut Simon *et al.* (1994) karburising adalah proses memasukkan karbon ke dalam campuran logam besi padat yang dipanaskan dengan media karbon. Baja dipanaskan di atas temperatur transformasinya dan selanjutnya diikuti dengan pendinginan dengan tujuan untuk meningkatkan kekerasan logam tersebut.

Proses difusi atom terjadi karena adanya penambahan kadar karbon pada permukaan baja. Proses karburising pada Gambar 1 menunjukkan difusi atom karbon pada temperatur karburisingnya dan berlangsung tiga perubahan penting. Pertama, atom karbon melepaskan diri dari media pembawa karbon, sehingga terjadi penguraian karbon monoksida menjadi karbon dioksida dan atom karbon. Kedua, atom karbon ditransfer ke lapisan permukaan baja, dan ketiga, diserap oleh lapisan permukaan baja yang berdifusi ke dalamnya.

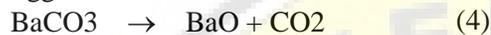
Menurut (Parbudef, 1995) bila kotak baja beserta isi dipanaskan sampai suhu karburisasi maka di dalam kotak tersebut oksigen yang ada dan karbon dari arang akan bereaksi dengan persamaan berikut:



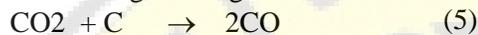
$C_{\text{atom}}$  mempunyai keaktifan yang tinggi sehingga mudah berdifusi dengan besi gama dan atom karbon membentuk sementit pada lapisan permukaan, dengan reaksi:



Penambahan barium karbonat, pada suhu tinggi akan terurai melalui reaksi:



Karbon dioksida ini pada akhirnya bereaksi dengan arang:



Gas CO akan berubah menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $C_{\text{at}}$  dan reaksi akan terus berlanjut. Dalam penelitian ini media pack karburising menggunakan bahan karbon dan bahan pengaktif barium karbonat dengan perbandingan 90% : 10%.

## METODE

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metodologi penelitian nyata (*true experimental research*) dengan 3 variasi temperatur dan 3 variasi waktu penahanan. Variabel penelitian yang terlibat adalah variasi temperatur 850 °C, 950 °C dan 1050 °C dan variasi waktu penahanan 1, 3 dan 5 jam, dengan pendinginan menggunakan media air.

Penelitian ini menggunakan material baja karbon rendah S30C. Spesimen uji dibersihkan terlebih dahulu dari segala macam kotoran dan minyak yang melekat.

Spesimen uji berbentuk persegi panjang dengan dimensi 30 x 30 x 5 mm. Spesimen uji selanjutnya dimasukkan ke dalam kotak (pack) dan ditanamkan pada media karbon dan dimasukkan dalam dapur pemanas sesuai dengan variabel penelitian yang dibuat.

Setelah proses karburising selesai maka dilanjutkan dengan pengujian kekerasan. Pengujian kekerasan dilaksanakan dengan mengambil sampel

lima titik untuk tiap-tiap spesimen dari tepi ke tengah secara diagonal. Pengujian kekerasan pada permukaan spesimen dengan menggunakan pengujian kekerasan Vickers. Alat yang akan dipakai untuk pengujian kekerasan ini adalah mesin Macro Vickers Hardness Tester.

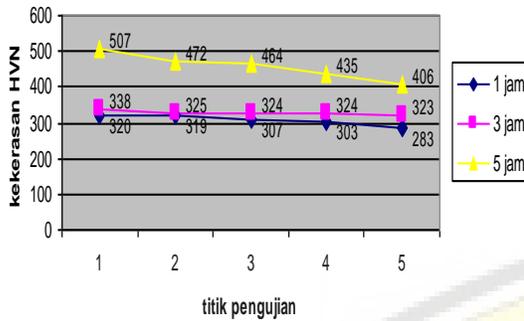
Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik metalurgi merk "*Olympus U-MSSP4*" perbesaran 200x dengan menggunakan larutan etsa nital 2%. Pengamatan struktur mikro dilakukan mulai dari tepi sampai ke tengah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil uji kekerasan

Dari hasil pengujian terhadap sembilan buah spesimen uji diperoleh data dengan tingkat kekerasan yang berbeda-beda, dengan kekerasan spesimen *raw material* diketahui sebelumnya adalah 115 HVN. Spesimen uji dengan temperatur karburising 850 °C pada Gambar 1 menunjukkan peningkatan kekerasan dibandingkan spesimen *raw material*. Peningkatan kekerasan meningkat lagi pada spesimen uji 950 oC seperti Gambar 2, dan mencapai puncaknya pada spesimen uji 1050 °C.

Berdasarkan data-data tersebut menunjukkan bahwa kekerasan material dipengaruhi oleh derajat temperatur yang diberikan. Semakin ke tepi kandungan karbon semakin banyak dan semakin ke tengah kandungan karbon semakin kecil. Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa kekerasan maksimal terjadi pada temperatur 1050 oC dengan waktu penahanan 5 jam. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur dan semakin lama proses karburasi menyebabkan semakin banyak karbon yang berdifusi ke dalam permukaan baja.

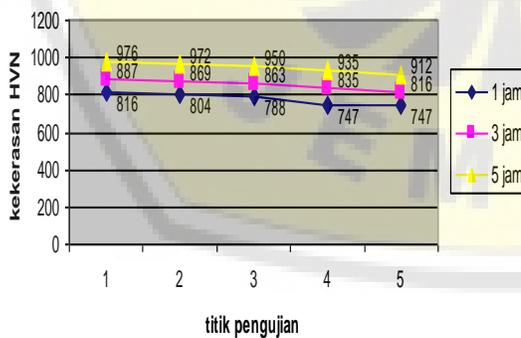


Gambar 1: Kekerasan Spesimen Temperatur 850 oC Waktu Penahanan 1, 3 dan 5 Jam

Data hasil pengujian kekerasan yang diambil dari tepi ke tengah untuk masing-masing spesimen ditunjukkan pada grafik sebagai berikut:



Gambar 2: Kekerasan Spesimen Temperatur 950 °C Waktu Penahanan 1, 3 Dan 5 Jam



Gambar 3: Kekerasan Spesimen Temperatur 1050 °C Waktu Penahanan 1, 3 Dan 5 Jam

**Hasil Pengamatan Struktur Mikro**

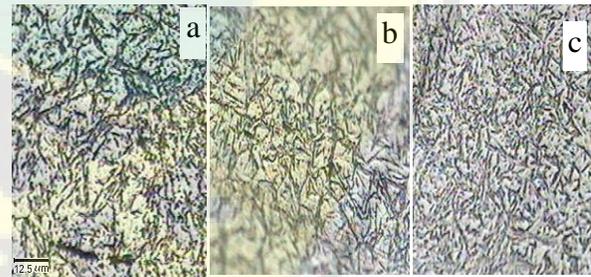
Tujuan pengamatan struktur mikro adalah untuk mengetahui perubahan struktur mikro yang terjadi pada setiap perlakuan. Pengamatan dilakukan dengan mengambil sampel mulai dari tepi sampai ke tengah. Skala pembesaran pengamatan adalah 200x, dan sebelumnya diberi larutan nital 2%.



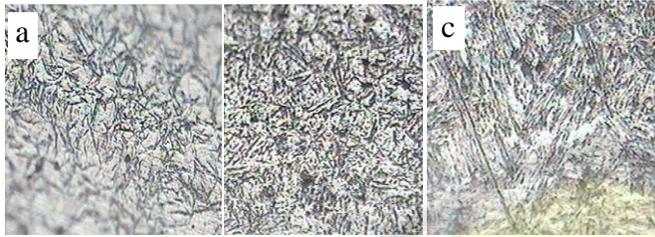
Gambar 4: Struktur Mikro Baja Karbon Rendah S30C

**a). Struktur Mikro Material Dasar**

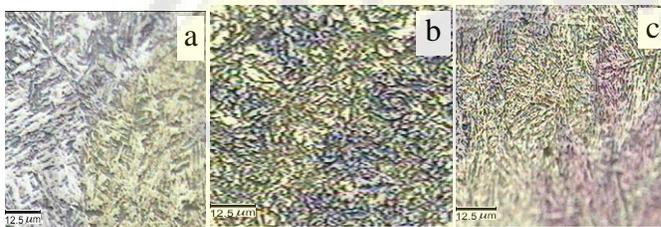
Bentuk mikrostruktur material dasar (*raw material*) untuk baja karbon rendah S30C seperti ditunjukkan pada Gambar 4



Gambar 5: Struktur Mikro Spesimen Dikarburising Temperatur 850 °C dengan Waktu Penahanan a) 1 jam., b) 3 jam, c) 5 jam

12  $\mu\text{m}$ 

Gambar 6. Struktur Mikro Spesimen Dikarburising Temperatur 950 °C dengan Waktu Penahanan a) 1 jam., b) 3 jam, c) 5 jam

12  $\mu\text{m}$ 

Gambar 7: Struktur Mikro Spesimen Dikarburising Temperatur 1050 °C dengan Waktu Penahanan 1 jam, b) 3 jam c) 5 jam

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa (1) Angka kekerasan spesimen raw material sebelum dikenai karburising adalah 115 HVN. Semakin tinggi temperatur karburising, angka kekerasan yang terjadi juga semakin meningkat. Pada penelitian ini kekerasan maksimal terjadi pada spesimen temperatur 1050 °C dengan waktu penahanan 5 jam adalah 976 HVN. (2) Semakin lama waktu penahanan kekerasan yang terjadi juga semakin meningkat. (3) Pengamatan terhadap struktur mikro menunjukkan bahwa terjadi perubahan struktur mikro sesudah proses quench untuk tiap-tiap perlakuan spesimen uji. (4) Semakin tinggi temperatur pemanasan dan semakin lama waktu penahanan, kesempatan karbon untuk berdifusi semakin besar sehingga menghasilkan jarak antar butir yang lebih rapat

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah: (1)/ Perlu dilakukan

penyempurnaan penelitian dengan menambah variasi temperatur dan waktu penahanan, sehingga dapat diperoleh hasil kekerasan yang optimal. (2). Perlu dilakukan pengujian dengan menambah variasi kandungan karbon dan karakteristik bahan pengikat sehingga akan dihasilkan kekerasan yang optimal

### DAFTAR PUSTAKA

- ASME. 1948. Metals Engineering Design.
- ASTM E-350. 1989. Accuracy of The Analytical Method. ASTM Internasional, Annual Book of ASTM Standart, USA.
- ASTM E-384. 1989. Test Methods for Microhardness Of Materials. ASTM Internasional, Annual Book of ASTM Standart, USA
- ASTM E-407. 1989. Method for Microetching Metals and Alloys. ASTM Internasional, Annual Book of ASTM Standart, USA.
- ASTM E-1077. 1989. Estimating the Depth of Decarburization Of Steel Specimens. ASTM Internasional, Annual Book of ASTM Standart, USA.
- ASTM G-79. 1989. Evaluation Of Metals Exposed To Carburization Environment. ASTM Internasional, Annual Book of ASTM Standart, USA.
- Djaprie, Sriati. 1996. Metalurgi Mekanik. Jakarta: Erlangga,
- Doanm, GE, 1953. The Principles of Physical Metallurgy, Tokyo: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Efunda. 2006. Diffusion Treatment Hardening.
- Gruber, Karl. 1985. Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam. Bandung: Angkasa
- Nurdin. 2002. Kajian Peningkatan Kekerasan Permukaan Baja Carbon Rendah dengan Pembentukan Fasa Martensit. Politeknik Negeri Lhokseumawe