

## PERLAKUAN PACK CARBURIZING PADA BAJA KARBON RENDAH SEBAGAI MATERIAL ALTRENATIF UNTUK PISAU POTONG PADA PENERAPAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA.

**Bambang Kuswanto**

Jurusan Teknik Mesin Piliteknik Negeri Semarang

Jln. Prof.H. Soedarto,SH. Tembalang Semarang

E.mail: bkuswanto26@yahoo.co.id

### Abstrak

*Kebutuhan komponen mesin yang berupa pisau potong, dijumpai pada mesin-mesin yang berfungsi sebagai alat potong. Mesin-mesin ini umumnya merupakan penerapan teknologi tepat guna yang digunakan untuk membantu industri masyarakat. Pisau potong yang membutuhkan material dasar (raw materials) yang mampu dikeraskan, umumnya mengakibatkan harganya menjadi lebih mahal. Oleh karena itu diperlukan alternatif material yang dapat digunakan sebagai penggantinya agar harganya tetap murah. Penelitian ini melakukan penambahan karbon pada baja karbon rendah melalui proses pack carburizing. Prosesnya menggunakan temperatur 900 ° C dengan waktu penahanan 2 Jam. Dari percobaan ini menghasilkan kesimpulan bahwa telah terjadi difusi atom karbon ( C ) kedalam struktur baja. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kenaikan pada kekerasan permukaan material dan terlihat pada gambar struktur micro. Dengan demikian baja karbon rendah setelah diproses pack carburizing mempunyai potensi untuk dikeraskan. Jadi baja karbon rendah setelah di pack carburizing dapat digunakan sebagai material alternatif untuk pisau potong dengan harga yang lebih murah.*

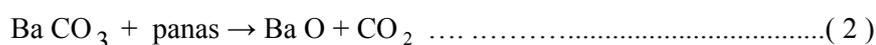
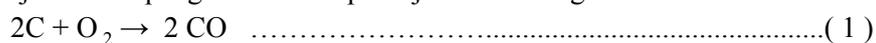
**Kata kunci :** pisau potong, pack carburizing, potensi dikeraskan.

### Pendahuluan

Alat atau mesin yang mampu digunakan untuk pekerjaan memotong, tentunya mempunyai komponen pemotong. Komponen tersebut bisa berupa pisau, pahat dan berbagai bentuk “die”. Material dasar (*raw materials*) yang digunakan umumnya berupa baja karbon sedang dan tinggi. Karena kedua jenis baja ini mempunyai kemampuan untuk dikeraskan secara langsung. Disamping kelebihan yang mampu dikeraskan langsung, namun baja ini harganya lebih mahal dibandingkan dengan baja karbon rendah. Baja karbon rendah adalah baja yang mempunyai kandungan karbon kurang dari 35 %. Baja tersebut tidak memenuhi syarat sebagai baja yang dapat dikeraskan secara langsung. Karena baja yang dapat dikeraskan secara langsung minimal mempunyai kandungan karbon di atas 0,35%. Baja karbon rendah untuk bisa dikeraskan harus dilakukan terlebih dahulu penambahan karbon kedalamnya.

Proses penambahan karbon (*carburizing*) dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya adalah menggunakan media karbon padat. Baja bersama media karbon padat dimasukan kedalam kotak, selanjutnya dilakukan pemanasan di dalam dapur pemanas. Proses semacam ini disebut juga sebagai *pack carburizing*. Proses *pack carburizing* mengatur pemanasan sampai pada temperatur

kritis di atas  $A_{c1}$ , karena baja pada temperatur ini memiliki kecenderungan untuk berafinitas dengan karbon dan karbon akan diabsorpsi kedalam baja membentuk larutan padat. Bila berlangsung pada waktu yang cukup lama, maka lapisan luar akan memiliki kandungan karbon lebih tinggi dibandingkan sebelumnya. Penggunaan panas dengan temperatur austenisasi antara 850 ° C sampai 950 ° C, media karbon akan teroksidasi menghasilkan gas  $CO_2$  dan CO. Gas CO akan bereaksi dengan permukaan baja membentuk atom karbon ( C ), dan selanjutnya berdefusi ke dalam baja. Reaksi pengkarbonan dapat dijelaskan sebagai berikut :



(Surdia dan Shinroku, 1999)

Gas CO<sub>2</sub> ini sebagian akan bereaksi kembali dengan media karbon membentuk CO dan sebagian lagi akan menguap. Aliran difusi atom dan gradient konsentrasi atom karbon didalam baja yang terkaburasi dapat dinyatakan dengan hukum I Fick (untuk kondisi *Steady*)

$$J_X = -D \frac{\partial C}{\partial X} \left( \frac{\text{Atom}}{m^2 s} \right) \dots\dots\dots(5)$$

Dinyatakan pula oleh hukum II Fick (untuk kondisi *Unsteady*).

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D \frac{\partial c_x}{\partial x} \right) \dots\dots\dots(6)$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} D \frac{\partial^2 c_x}{\partial x^2} \dots\dots\dots(7)$$

$$\frac{C_x - C_0}{C_s - C_0} = 1 - \text{erf} \left( \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) \dots\dots\dots(8)$$

Pengaruh terhadap ketergantungan temperatur dari koefisien difusi dapat ditentukan dengan persamaan shackelford sebagai berikut :

$$D = D_0 \exp \left( -\frac{Q}{RT} \right) \quad [m^2 / dt] \dots\dots\dots(9)$$

(Shackelford, 1992)

Persamaan ( 3 ) sampai ( 6 ) menggambarkan bahwa proses difusi yang berlangsung dipengaruhi oleh faktor waktu dan temperatur. Oleh karena itu untuk menghasilkan pengkarbonan yang maksimal, diperlukan pengaturan waktu dan temperatur. Struktur ferrit (besi  $\alpha$ ) dan austenit (besi  $\gamma$ ) memiliki kemampuan untuk menampung atom-atom penyisip seperti atom karbon untuk membentuk larutan padat. Ukuran atom karbon yang relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan atom besi, memungkinkan atom karbon masuk kedalam kisi besi  $\alpha$  dan besi  $\gamma$  sebagai atom yang larut secara intersisi. Sebaliknya unsur paduan logam lain seperti mangan, nikel dan krom memiliki ukuran atom lebih besar sehingga bila masuk kedalam besi akan membentuk larutan padat substitusi (Abbaschian dan Robert, 1994)

Apakah proses *pack carburizing* akan mampu meningkatkan kualitas baja karbon rendah, dari tidak mampu dikeraskan menjadi mampu dikeraskan ?. Kalau ini tercapai maka baja karbon rendah punya potensi untuk dapat digunakan sebagai alternatif material dasar untuk pisau potong.

### Metodologi

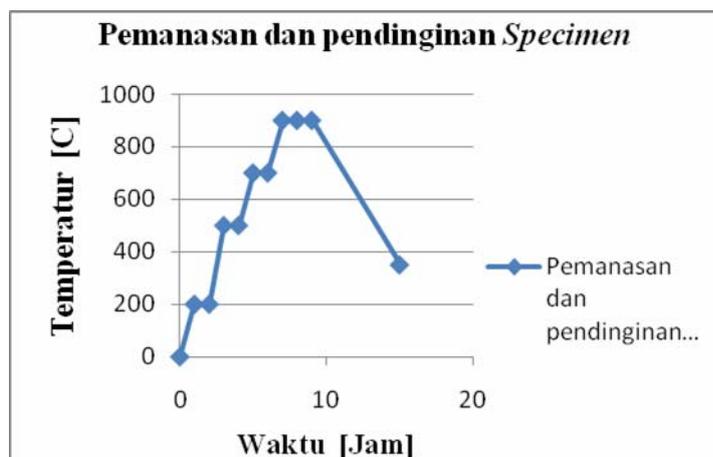
(a) Bahan pengamatan, bahan utama sebagai obyek pengamatan adalah baja dengan kekuatan tarik 44 Kg/mm<sup>2</sup>. Baja ini masuk dalam kelompok baja St 37 dan memiliki kandungan karbon rendah. Hasil uji laboratorium untuk komposisi kimia menunjukkan unsur karbon ( C ) sebesar 0,044 % . Bahan dibentuk sesuai dengan tujuan untuk uji kekerasan permukaan. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat material baja *specimen* yang digunakan dalam penelitian ini, sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan *pack carburizing*. Pada umumnya sifat material teknik diklasifikasikan menjadi tiga yaitu, sifat fisik (*physical*), kimia (*chemical*) dan kimia fisik (*physico-chemical*). Pada penelitian ini hanya akan dilakukan pengujian fisik berupa sifat mekanik (*mechanical*). Sifat mekanik material yang akan diuji berupa kekerasan permukaan.

(b) Bahan Pendukung, bahan pendukung yang digunakan dalam penelitian ini adalah :Arang tempurung kelapa. Penggunaan arang tempurung kelapa dalam percobaan yang dilakukan merupakan pilihan diantara sumber karbon lainnya. Sumber karbon merupakan media dalam proses *pack carburizing* untuk meningkatkan kandungan karbon pada baja. Serta barium Karbonat (Ba CO<sub>3</sub>). Bahan aktivator dibutuhkan agar proses penambahan karbon dari media ke baja dapat berlangsung dalam keadaan gas. Aktivator atau unsur energizer yang digunakan adalah barium karbonat. Barium karbonat (Ba CO<sub>3</sub>) akan dicampur dengan arang tempurung kelapa. Komposisi campuran arang tempurung kelapa 90 % dan barium karbonat (Ba CO<sub>3</sub>) 10 %. Campuran ini bersama *specimen* dimasukkan kedalam kotak baja untuk selanjutnya dilakukan proses *pack carburizing*.

(c) Alat yang digunakan, pembuatan specimen sesuai dengan bentuk standar untuk suatu pengujian bahan, maupun bentuk lain yang disesuaikan dengan kebutuhan percobaan menggunakan mesin-mesin perkakas. Mesin perkakas yang digunakan adalah mesin bubut dan mesin gerinda.

(d) Proses pemanasan baja didalam kotak untuk mencapai temperatur austenisasi digunakan dapur pemanas. Dapur ini menggunakan arus listrik untuk memfungsikan elemen pemanas. Elemen pemanas akan memanaskan ruangan proses sesuai dengan tujuan. Dapur pemanas dilengkapi dengan pengatur temperatur yang dapat di atur sesuai kebutuhan dalam proses yang dilakukan Media karbon padat yang digunakan dalam proses *pack carburizing*, dimasukan ke dalam kotak (*box*) baja. Kotak ini harus mampu menerima panas pada temperatur tinggi tanpa mengalami perubahan bentuk. Kotak baja yang dipilih sebagai tempat *specimen* bersama media karbon berbentuk silinder. Kotak silinder dilengkapi penutup yang diikat dengan dua buah baut dan mur. Baut dan mur ditempatkan pada sisi silinder berfungsi untuk mengunci rapat kotak pada waktu proses berlangsung.

(e) Proses *pack carburizing*



Gambar 1

Pengaturan pemanasan dan pendinginan

Didalam ruangan dapur dilakukan pemanasan secara bertahap, tahap pertama 200 ° C selama 1 jam, Tahap ke dua 500 ° C selama 1 jam dan 700° C selama 1 jam, terakhir pada temperatur *carburizing* 900 ° C selama 2 jam. Selanjutnya dilakukan pendinginan secara perlahan-lahan, dimana dapur dimatikan dan ditunggu sampai turun pada temperatur 350° C. Setelah mencapai temperatur tersebut, pintu dapur dibuka untuk mengeluarkan kotak *carburizing*. Diluar ruangan dapur tutup kotak *carburizing* dibuka, semua *specimen* dikeluarkan untuk didinginkan secara terbuka. Proses pemanasan dan pendinginan *specimen* dapat dilihat pada gambar di atas.

### Hasil dan Pembahasan

*Specimen* percobaan diuji kekerasan permukaannya sebelum dan sesudah dilakukan proses *pack carburizing*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metoda *micro Vickers* untuk mendapatkan harga kekerasan permukaan dalam satuan Kg/ mm<sup>2</sup>. Hasil uji sebelum proses dapat diperhatikan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Uji kekerasan permukaan *specimen* dasar metoda Mikro *Vickers*.

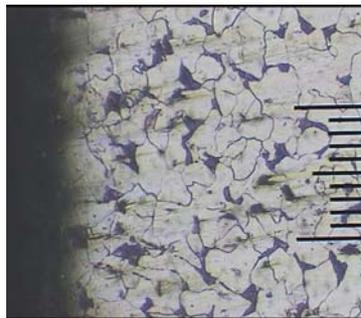
Specimen	Jenis pengujian kekerasan	No	Diagonal 1 d1 (mm)	Diagonal 2 d2 (mm)	Diagonal rata-rata d (mm)	P Beban (Kg)	Harga kekerasan (Kg/mm <sup>2</sup> )
Bahan baku	Mikro Vickers	1	0,062	0,062	0,06200	0,3	144,69
		2	0,062	0,062	0,06200	0,3	144,69
		3	0,0615	0,062	0,06175	0,3	145,87
		4	0,062	0,061	0,06150	0,3	147,06
		5	0,061	0,061	0,06100	0,3	149,48

Bila harga kekerasan permukaan yang diperoleh dirata-rata = 146,358 Kg/mm<sup>2</sup>. Selanjutnya setelah proses menghasilkan data seperti ditunjukkan pada tabel 2 .

Tabel 2. uji mikro *Vickers specimen* "A"

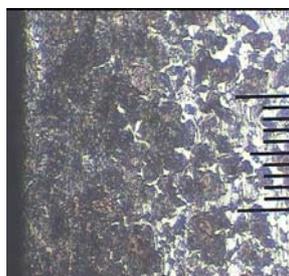
Spesimen	Jenis pengujian kekerasan	No	Diagonal 1 d1 (mm)	Diagonal 2 d 2 (mm)	Diagonal rata-rata d (mm)	P Beban ( Kg )	Harga kekerasan (Kg/mm <sup>2</sup> )
A	mikro Vickers	1	0,05	0,05	0,05	0,3	222,48
		2	0,051	0,0505	0,05075	0,3	215,95
		3	0,056	0,0565	0,05625	0,3	175,79
		4	0,059	0,059	0,05900	0,3	159,78
		5	0,061	0,0615	0,06125	0,3	148,26

Harga kekerasan permukaan setelah proses diperoleh rata-rata = 184,45 Kg/mm<sup>2</sup>. Telah terjadi kenaikan kekerasan  $\pm 26$  %. Peningkatan kekerasan tersebut disebabkan telah terjadi difusi atom karbon ke dalam struktur baja. Hal ini juga bisa diperhatikan pada gambar struktur mikro dari baja *specimen* sebelum dan sesudah diproses *pack carburizing* berikut ini.



Gambar 2  
Struktur mikro specimen baja karbon rendah

Nampak pada gambar 2 kristal ferrit lebih dominan dibandingkan dengan Kristal perlit. Karena perlit lebih keras dari pada ferrit hanya sedikit jumlahnya, maka permukaannya akan mempunyai kekerasan yang rendah pula. Pada gambar 3 menunjukkan struktur specimen baja setelah dilakukan *pack carburizing*.



Gambar 3  
Struktur mikro specimen baja karbon rendah setelah *pack carburizing*

Terjadinya difusi karbon selama proses *pack carburizing*, mengakibatkan terbentuknya kristal perlit menjadi lebih banyak. Atom karbon telah mengisi celah diantara atom induk sehingga mengakibatkan atom induk menjadi meningkat kekerasannya. Disamping atom karbon akan bergabung dengan kristal perlit yang sudah ada dan mengakibatkan kristal tersebut menjadi lebih besar. Peristiwa inilah secara keseluruhan meningkatkan harga kekerasan permukaan logam. Masuknya atom karbon mapu mencapai kedalaman  $\pm 1000$   $\mu\text{m}$ .

## Kesimpulan

Uraian di atas dapat disimpulkan bahwa, kualitas baja karbon rendah dapat ditingkatkan khususnya untuk ditingkatkan dari tidak mampu dikeraskan menjadi mampu dikeraskan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara dilakukan proses Carburizing. Dimana salah satu metodenya adalah dengan menggunakan media karbon padat atau pack carburizing. Kedalaman atom karbon yang berhasil berdifusi juga cukup untuk kepentingan teknik yaitu  $\pm 1000 \mu\text{m}$ . Dengan demikian baja karbon rendah mempunyai potensi untuk digunakan sebagai material dasar alternatif pembuatan pisau potong.

## Daftar Pustaka

1. Abbaschian, R., Robert, E., 1994, *Physical Metallurgy Principles, Universitas of Florida, USA* : PWS Publishing Company, Third Edition.
2. Amstead B. H., dkk, 1992, *Teknologi Mekanik (Alih bahasa: Sriati Djaprie)*. Jakarta: Erlangga, Edisi Ketiga, Jilid 2
3. Boyer, H. E., dan Gall, T. L., 1985, *Metal hand book, Desk Edition*, ASM Ohio.
4. Darmanto, 2006, Pengaruh Holding Time Terhadap Sifat Kekerasan Dengan Refining The Core Pada Proses Carburizing Material Baja Karbon Rendah, *Jurnal Traksi Vol 4, No. 2*, Desember 2006.
5. Mujiyono dan A. L. Sumowidagdo, 2008, Meningkatkan Efektifitas Karburasi Padat Pada Baja Karbon Rendah Dengan Optimasi Ukuran Serbuk Arang Tempurung Kelapa, *Jurnal Teknik Mesin*, April 2008/vol 10/No:1
6. Prabudev, K. H., 1988, *Hand Book of Heat Treatment of Steel, New Delhi: Mc Graw-Hill Publishing Company Limited*.
7. Rumendi. U dan Purnawarman. O, 2006, Pahat bubut baja St 37 sebagai pahat alternatif pengganti pahat bubut HSS melalui proses karburasi arang batok, makalah Seminar on Application and Research in Industrial Technology, SMART 2006, UGM Yogyakarta.
8. Rosfian Arsyah Dahar, 2003, Pengaruh Suhu Sementasi Dan Waktu Tahan Suhu Proses Sementasi Dalam Media Padat Terhadap Kekerasan Lapisan Pasca Pengerasan Dan Pemudaan Baja 15 Cr N16, *Jurnal MESIN, Volume 5, Nomer 1*, Januari 2003.
9. Shackelford. J. F, 1992, *Introduction to Materials Science for Engineers, New York: Macmillan Publishing Company, Third Edition*.
10. Surdia. T dan Shinoku, 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta: PT Pradnya Paramita, Cetakan keempat.
11. Suryanto. H, Malau. V dan Samsudin, 2003, Pengaruh penambahan barium karbonat pada media karburasi terhadap karakteristik kekerasan lapisan karburasi baja karbon rendah, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin, Unibraw, Malang*
12. Sudarsono, dkk, 2003, Pengaruh temperatur dan waktu tahan karburasi padat terhadap kekerasan permukaan baja AISI – SAE 1522, *Prosiding Seminar nasional aplikasi sains dan teknologi, Institut Sains & Teknologi AKPRIND*.
13. Sugondo., Mujinem dan M.M Lilis Windaryati, 2006, Difusi Karbon Akibat Pelapisan Grafit Pada Kelongsong Zircaloy – 2, *Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol. 7.No. 2*, Februari 2006.
14. Suprpto., Sayono dan Lely Susita R. M, 2006, Karburasi Baja ST 40 Dengan Teknik Sputtering, *Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol. 8, No.1*, Oktober 2006.
15. Supriyono dan Tri Widodo Besar Riyadi, 2002, Pengaruh Pengarbonan Dengan Media Limbah Kayu Mahoni Terhadap Sifat Lelah Spesimen Baja Karbon Rendah Bertakik – V, *Jurnal POROS, Volume 5, Nomer #*, Juli 2002
16. Syamsuir, 2003, Pengaruh karburasi terhadap kekerasan baja DIN 15 Cr Ni6 (MS 7210), Tesis, UGM, Yogyakarta.
17. Vlack, L. H. Van, 2004, *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material (Alih bahasa, Sriati Djaprie)*, Jakarta, Erlangga, Edisi keenam.