

## Pengaruh Proses Karburasi Padat (*Pack Carburizing*) terhadap Sifat Mekanik pada Baja Pegas JIS SUP 6

R. Henny Mulyani

Jurusan Teknik Metalurgi  
Fakultas Teknik - Universitas Jenderal Achmad Yani

**Abstrak.** Karburisasi merupakan suatu proses perlakuan termo kimia yang dilakukan untuk mengeraskan permukaan baja dengan menambahkan unsur karbon pada permukaannya sehingga terbentuk fasa martensit yang memiliki sifat kekerasan yang lebih baik dibanding matriksnya. Umumnya proses ini dilakukan pada baja yang memiliki kadar karbon yang rendah sehingga tidak bisa dikeraskan dengan proses celup cepat.

Karburisasi padat (*pack carburizing*) merupakan metoda karburisasi yang paling sederhana dengan menggunakan serbuk arang sebagai sumber karbon yang diharapkan akan berdifusi ke dalam permukaan baja. Proses ini dilakukan dengan pemansan pada temperatur  $900^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam kemudian diikuti dengan pendinginan celup cepat di dalam air. Material yang digunakan adalah baja pegas JIS SUP 6 yang memiliki kadar karbon  $0,6\%C$ . Dari hasil pengujian kekerasan menunjukkan kekerasan setelah proses karburasi lebih tinggi dengan nilai kekerasan 440 Hv dibanding sebelum proses dengan 180 Hv. Sedangkan fasa yang dihasilkan dari proses ini adalah fasa martensit.

**Kata kunci :** *Pack carburation, serbuk arang, difusi karbon, celup cepat, baja pegas dan martensit*

### 1 Pendahuluan

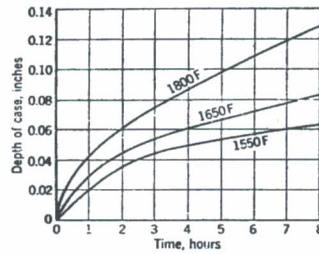
Industri kecil yang menggunakan bahan baku logam yang sudah ada sejak dulu adalah industri pembuatan berbagai jenis pisau, alat-alat pertanian dan lain-lain. Salah satu proses yang sangat menentukan hasil produknya adalah proses karburasi. Proses ini menggunakan arang kayu yang dipanaskan bersama-sama dengan logam yang akan dibentuk yang kemudian didinginkan di dalam air.

Penelitian ini mencoba melihat sejauh mana pengaruh proses karburasi padat (*pack carburizing*) yang dilakukan terhadap sifat mekanik yang dihasilkan dalam hal ini sifat kekerasannya dengan menggunakan material baja pegas JIS SUP 6.

### 2 Tinjauan Pustaka

Karburisasi dengan media padat merupakan suatu proses pengambilan karbon monoksida dari senyawa padat (serbuk arang dan katalisator) sehingga membentuk karbon dan karbon dioksida pada permukaan logam. Karbon tersebut diserap kedalam logam, dan karbon dioksida bereaksi cepat dengan material karbonisasi yang diperoleh dari senyawa karburisasi untuk menghasilkan karbon monoksida yang baik. Semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi pula laju difusi karbon. Waktu penahanan temperatur karburisasi merupakan faktor yang sangat mempengaruhi dalam hal mengendalikan kedalaman-

penetrasi dari karbon. Pada gambar 1 dibawah ini dapat dilihat laju karburisasi dengan variasi temperatur dan waktu

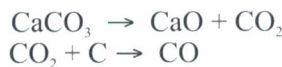


Gambar 1 Laju karburisasi didalam senyawa padatan dengan variasi temperatur

Didalam metoda karburisasi padat bahan karburasi (*agent*) harus dalam keadaan padat. Bahan yang sering digunakan adalah grafit, arang kayu, arang tempurung kelapa dan batu-bara. Agar proses difusi karbon pada material berlangsung dengan baik maka dicampur dengan senyawa kimia yang berfungsi untuk mempercepat reaksi yang disebut sebagai katalisator (*enegizer*). Umumnya katalisator yang dipakai adalah barium karbonat ( $BaCO_3$ ), kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ) dan sodium karbonat ( $Na_2CO_3$ ). Adapun komposisi campuran senyawa karburisasi dengan katalisator yang digunakan pada penelitian ini adalah kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ) yang berasal dari kerang darah (*Anadara Granosa*).

**2.1 Mekanisme Reaksi pada Proses Karburisasi Padat**

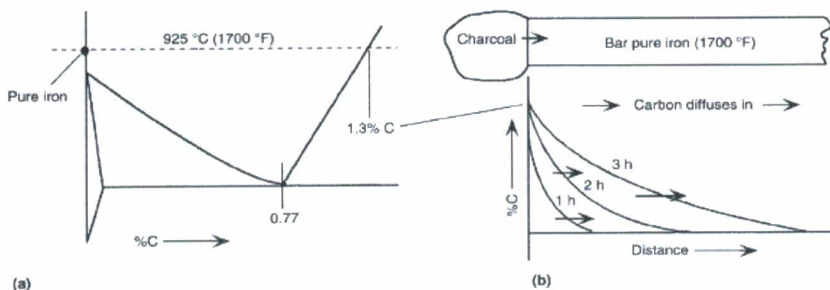
Proses pemanasan karburisasi padat dilakukan dalam wadah (*container*) yang mengandung gas karbon monoksida dan gas karbon dioksida. Gas-gas ini merupakan hasil dari proses oksidasi dari senyawa karbon yang digunakan dalam proses karburisasi. Untuk mempercepat reaksi digunakan katalisator kalsium karbonat yang selama waktu pemanasan akan menghasilkan reaksi sebagai berikut:



Mula-mula  $CO_2$  terbentuk kemudian bereaksi dengan karbon dalam arang kayu menghasilkan gas aktif  $CO$ . Gas  $CO$  yang terbentuk kemudian larut kedalam besi pada fasa austenit.  $Fe_3C$  sedangkan gas  $CO_2$  yang terbentuk bereaksi dengan  $CaO$  menghasilkan  $CaCO_3$ .

**2.2 Carburizing dan Decarburizing**

Penjelasan proses karburisasi dan dekarburisasi ini mengacu pada aplikasi yang terjadi pada pandai besi (*blacksmith*).

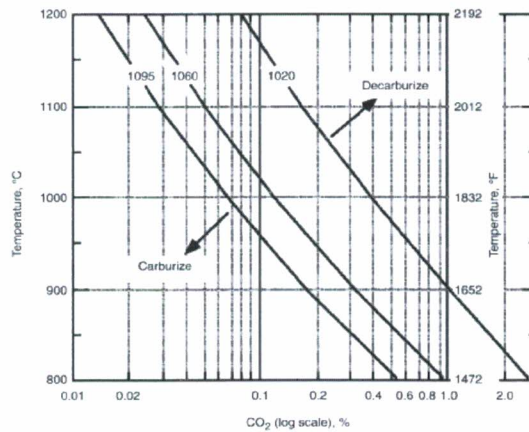


Gambar 2 (a) Diagram fasa Fe-C, besi (b) Difusi karbon kedalam besi murni

Baja dipanaskan dalam batu bara kemudian ditempa seperti yang dilakukan oleh pandai besi (*Blacksmith*). Udara yang mengandung campuran 20% oksigen (O<sub>2</sub>) dan 80% nitrogen (N<sub>2</sub>) akan bereaksi dengan karbon membentuk gas CO dan CO<sub>2</sub>. Nitrogen di udara tidak beraksi selama proses pembakaran. Umumnya jika campuran mengandung CO<sub>2</sub> yang berlebih maka permukaan baja akan mengalami dekarburisasi bahkan bisa terbentuk oksidasiberupa lapisan oksidasi besi di permukaan. Jika campuran mengandung CO berlebih maka baja akan mengalami karburisasi bahkan mungkin bisa saja di permukaan terbentuk sementit atau grafit seperti reaksi dibawah ini :



[C]<sub>s</sub> menyatakan konsentrasi atom karbon yang larut dalam baja. Jika reaksi mengarah ke kanan maka akan terbentuk dekarburisasi sedangkan jika reaksi mengarah ke kiri maka akan terbentuk karburisasi. Reaksi diatas menunjukkan molekul CO yang terurai pada permukaan baja, yang melarutkan karbon dalam baja menghasilkan molekul CO<sub>2</sub>. Jumlah relatif CO vs CO<sub>2</sub> dalam gas akan menentukan proses yang terjadi yang terdiri atas karburisasi, dekarburisasi atau oksidasi. Jika CO<sub>2</sub> meningkat reaksi akan mengarah ke kanan dan pembentukan oksida akan meningkat. Gambar 3 menunjukkan tiga buah baja 1020, 1060, dan 1095 yang diasumsikan mengandung 0,75%Mn.



Gambar 3 Proses pembentukan karburisasi dan dekarburisasi yang dipengaruhi oleh kadar Co<sub>2</sub>

### 3 Metode Penelitian

Proses karburisasi dilakukan dalam tungku perapian dengan asumsi sama dengan tungku perapian yang digunakan oleh pandai besi di lapangan (industri kecil). Alat lain adalah blower 1 PK, termometer, termokopel (terbuat dari bahan chromel alumel), penjepit, arang kayu (bahan bakar) dan wadah sementasi. Sedangkan bahan karburisasi terdiri atas karbon / arang batok kelapa 70%, kalsium karbonat / kerang darah 30% dan media pendingin air.

Tungku dipanaskan bersama dengan arang kayu sampai bara berwarna merah kemudian temperatur diukur menggunakan termokopel sampai 900°C. Tempertatur dipertahankan dengan menggunakan blower (pengaturan kecepatan putaran blower) selama 2 jam, kemudian dicelup cepat atau didinginkan di air.

**4 Data dan Pembahasan**

**4.1 Pengujian Komposisi Kimia**

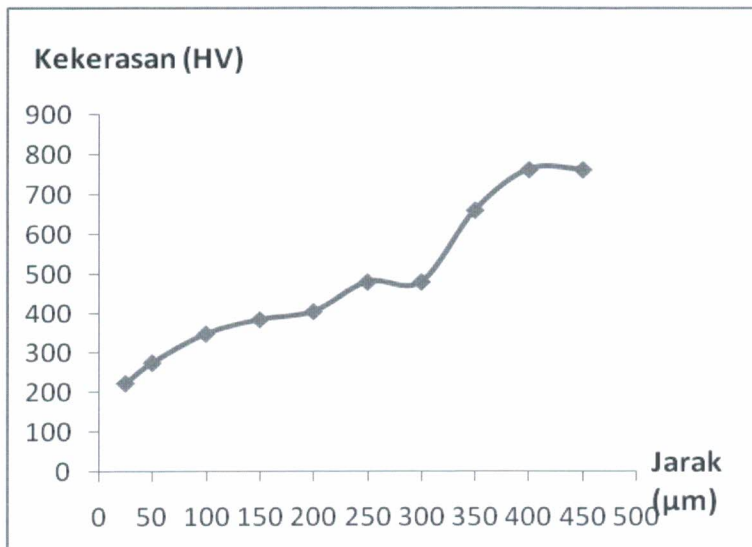
Pengujian komposisi kimia baja pegas JIS SUP 6 ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 1 Komposisi kimia baja pegas JIS SUP 6

Unsur	Hasil Spektrometr (%)	Standar JIS SUP 6 (%)
C	0,615	0,55 – 0,65
Si	1,62	1,5 – 1,80
Mn	0,838	0,70 – 1,00
P	0,0157	Max 0,035
S	0,0221	Max 0,035

**4.2 Pengujian Kekerasan**

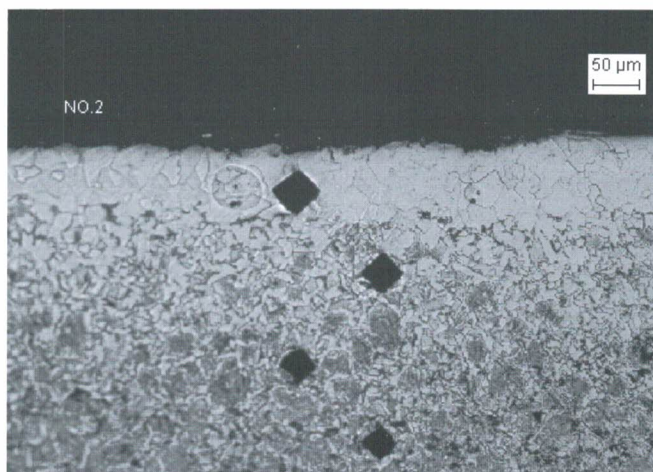
Hasil pengujian kekerasan ditunjukkan pada gambar 4 dalam bentuk kurva kekerasan terhadap jarak.



Gambar 4 Kurva kekerasan terhadap jarak.

**4.3 Pengujian Struktur Mikro**

Hasil pengujian struktur mikro ditunjukkan pada gambar 5 dengan proses dekarburasi yang dialami oleh material. Fasa yang dihasilkan didominasi fasa martensit.



Gambar 5 Struktur mikro baja pegas JIS SUP 6 hasil proses dekarburasi dalam tungku perapian pada  $T=9000C$ ,  $t = 2$  jam dan diquench di air

#### 4.4 Pembahasan

Dari hasil pengujian komposisi kimia, komposisi kimia hasil spektrometri sesuai dengan standar JIS SUP 6 dengan kadar karbon 0,6%C. Kadar karbon ini penting untuk melihat sejauh mana pengaruh proses karburisasi padat yang dilakukan terhadap difusi karbon dari bahan karburisasi pada permukaan spesimen.

Hasil pengujian kekerasan menunjukkan kekerasan pada permukaan baja pegas JIS SUP 6 sebesar 223 Hv sedangkan pada kedalaman 450 • m kekerasan yang dihasilkan mencapai 763 Hv. Dari hasil proses karburisasi ternyata tidak terjadi lapisan karburisasi di permukaan melainkan proses dekarburisasi. Hal ini disebabkan oleh adanya unsur karbon yang besar di permukaan yang akan memberikan karbonnya ke bagian yang kurang pada bagian dalam material sehingga pada akhirnya dihasilkan sifat yang lunak di bagian permukaan dan keras dibagian dalam material. Hal ini disebabkan oleh adanya atmosfer tungku yang tidak homogen sehingga atom karbon yang berpindah dari permukaannya melalui proses oksidasi membentuk  $CO_2$ , jadi konsentrasi karbon didekat permukaan turun dan atom karbon akan lebih banyak berdifusi ke luar permukaan dan berpindah menghasilkan lapisan dekarburasi.

Hal ini diperjelas dari struktur mikro yang dihasilkan dengan fasa ferit dan perlit pada permukaan sementara pada kedalaman 300 • m sampai dengan 450 • m terbentuk fasa martensit.

#### 5 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan ::

1. Komposisi kimia material uji sesuai dengan standar baja pegas JIS SUP 6
2. Kekerasan yang diperoleh setelah proses karburisasi sebesar 440 HV lebih besar dari kekerasan material awal (180 Hv)
3. Proses yang terjadi adalah proses dekarburisasi sehingga kekerasan pada permukaan lebih kecil dibanding pada kedalaman 450 • m.
4. Fasa yang dihasilkan pada permukaan merupakan fasa ferit dan perlit.

**Daftar Pustaka**

1. Suratman, Rohim (1994) : Panduan Perlakuan Panas, ITB, hal 131.
2. Dieter, E.George (1988) : Mechanical Metalurgy, McGraw-Hill Book Company (UK).
3. Krauss, George (1990) : Heat Treatment and Processing Principle, ASM, Ohio,43,44,50, 281-284.
4. K-E Thelning (1981) : Steel and its Heat treatment, Butterworth, London, 23-29, 339-350.
5. Metal Handbook (1981) : Volume 4 Heat Treating, ASM, 222.
6. Metal Handbook (1972) : Vol 7 Atlas of Microstructures of Industrial Alloys, ASM, 44-49.
7. Vander voort (1984) : Metallography Principle and Practice, McGraw-Hill.
8. JICA (1974) : Precaution Against Failure of Heat Treatment, Butterworth,Nagoya International Training Center, 37,38,88,91.
9. Verhoeven, DJ (2007) : Steel Metalurgy for The Non Metalurgist, ASM International, 63-70.
10. Leslie, WC (1983) : The Principal Metallurgy of Steels, McGraw-Hill International, 305.
11. Sinha, AK (2003) : Physical Metallurgy Handbok, Butterworth Publisher, 12.20.
12. JIS (1984) : JIS G 4801 Spring Steels, Japanese Standard Association, 1596-1597.
13. American Standard for Testing Materials : ASTM E92 Standard Test for Vickers Hardness of Metallis Materials, 273-283