

PENGARUH BAHAN *ENERGIZER* PADA PROSES *PACK CARBURIZING* TERHADAP KEKERASAN CANGKUL PRODUKSI PENGRAJIN PANDE BESI

Eko Surojo¹, Joko Triyono¹, Antonius Eko J²

Abstract : *Pack carburizing is one of the processes used to increase the hardness of low carbon steel. This method had widely used to increase the mechanical properties of low carbon steel that is needed to be hard on the surface but still tough inside it. This experiment has investigated effect of BaCO₃, Na₂CO₃ and CaCO₃ as energizer on hardness and microstructure of carburized hoe. The carburizing media used in this experiment is coconut shell charcoal. Sample were carburized at 980 °C in carburizing compound containing coconut shell charcoal (60%) and energizer material (40%). The results obtained showed that carburizing process increases the hardness of hoe. The highest hardness number is 686 HV on the surface, and decrease along hoe's depth. Coconut shell charcoal combined with BaCO₃ gives the deepest hardening on the carburized hoe.*

Key words : *pack carburizing, energizer, coconut shell charcoal*

Pendahuluan

Peralatan pertanian yang diproduksi oleh pengrajin pande besi dewasa ini masih belum dapat memenuhi persyaratan kekerasan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 540 HVN. Hal ini disebabkan oleh pemakaian bahan baku yang tidak tepat atau pelaksanaan proses perlakuan panas yang kurang baik

Salah satu produk yang dihasilkan pengrajin pande besi dan banyak digunakan oleh masyarakat kita adalah cangkul. Di dalam penggunaannya, cangkul akan mengalami beban impak, lentur dan gesekan. Oleh karena itu material yang digunakan harus memiliki permukaan yang keras tetapi ulet di bagian dalamnya. Persyaratan ini tidak dapat dipenuhi jika di dalam pembuatannya digunakan bahan baja karbon rendah dengan tanpa diberi perlakuan panas yang tepat. Hal ini dapat ditemukan pada cangkul yang diproduksi oleh pengrajin pande besi.

Dengan mengingat kondisi tersebut di atas, agar baja karbon rendah tetap dapat memenuhi persyaratan untuk dipakai sebagai bahan pembuatan cangkul, maka perlu dilakukan proses *pack carburizing*. Proses karburasi pada dasarnya merupakan proses penambahan karbon pada permukaan baja dengan tujuan agar baja mudah untuk dikeraskan. Sedangkan proses pengerasan dilakukan dengan mendinginkan cepat baja yang sudah mengalami proses karburasi agar diperoleh fasa martensit yang bersifat keras di permukaan.

Terdapat beberapa parameter yang berpengaruh terhadap hasil proses *pack carburizing* yang diantaranya adalah temperatur dan waktu karburasi, jenis media karburasi, serta jenis *energizer* yang digunakan. Berkaitan dengan hal tersebut maka penelitian ini bertujuan mempelajari mengenai pengaruh jenis bahan *energizer* yaitu BaCO₃, Na₂CO₃, dan CaCO₃ terhadap kekerasan hasil proses *pack carburizing*. Pada penelitian ini media karburasi yang digunakan arang tempurung kelapa.

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin – FT UNS

² Alumni Jurusan Teknik Mesin – FT UNS

Dasar Teori

Pemakaian suatu bagian mesin atau perkakas sering kali diperlukan permukaan yang keras dan tahan aus dengan bagian inti yang relatif lunak dan ulet atau tangguh. Pengerasan permukaan (*case hardening*) dimaksudkan untuk mengeraskan hanya bagian permukaan saja, sedangkan bagian inti tetap lunak (ulet). Jika komponen atau perkakas mesin terbuat dari baja karbon rendah maka proses untuk mengeraskan permukaan salah satu caranya adalah dengan proses *pack carburizing*. Proses *pack carburizing* dilakukan dengan dua tahap, yaitu : karburasi (*carburizing*) dan pendinginan celup (*quenching*).

Karburasi adalah proses menambahkan karbon ke permukaan benda, dilakukan dengan pemanasan benda kerja dalam lingkungan yang banyak mengandung karbon aktif, sehingga karbon berdifusi ke dalam permukaan (Suherman, 1998). Proses *pack carburizing* dilakukan dengan meletakkan baja di dalam lingkungan bahan yang kaya akan karbon (serbuk arang yang ditambahkan bahan *energizer*) dan dipanaskan sampai pada temperatur di atas temperatur kritisnya untuk mendapatkan lapisan yang kaya karbon. Bahan *energizer* yang dapat digunakan antara lain BaCO_3 , Na_2CO_3 , dan CaCO_3 (ASM, 1991). Setelah proses karburasi, dilanjutkan dengan proses *quenching* atau pencelupan baja ke media pendingin (air) untuk mendapatkan fasa martensit yang bersifat keras di permukaan.

Pada temperatur karburasi, media karbon terurai menjadi CO yang selanjutnya terurai menjadi karbon aktif, yang dapat berdifusi ke dalam permukaan baja untuk selanjutnya meningkatkan kadar karbon pada permukaan baja. Proses karburasi pada dasarnya adalah proses difusi karbon aktif ke dalam baja. Faktor yang mempengaruhi proses difusi adalah suhu dan waktu. Makin tinggi suhu karburasi maka akan semakin tebal lapisan karbon, karena kecepatan difusi semakin besar (Suratman, 1994).

Perlu diingat bahwa proses *quenching* selain menghasilkan baja yang bersifat keras, menyebabkan juga baja menjadi getas. Untuk menurunkan kegetasan dan tegangan dalamnya maka perlu dilakukan proses temper. Temper dilakukan dengan memanaskan baja pada suhu antara $200^{\circ}\text{C} - 250^{\circ}\text{C}$. Suhu temper ini dipakai untuk material yang pada penggunaannya menerima gesekan dan beban lentur. Pemanasan dilakukan selama 1 – 2 jam kemudian dilakukan pendinginan secara lambat dengan media pendingin udara.

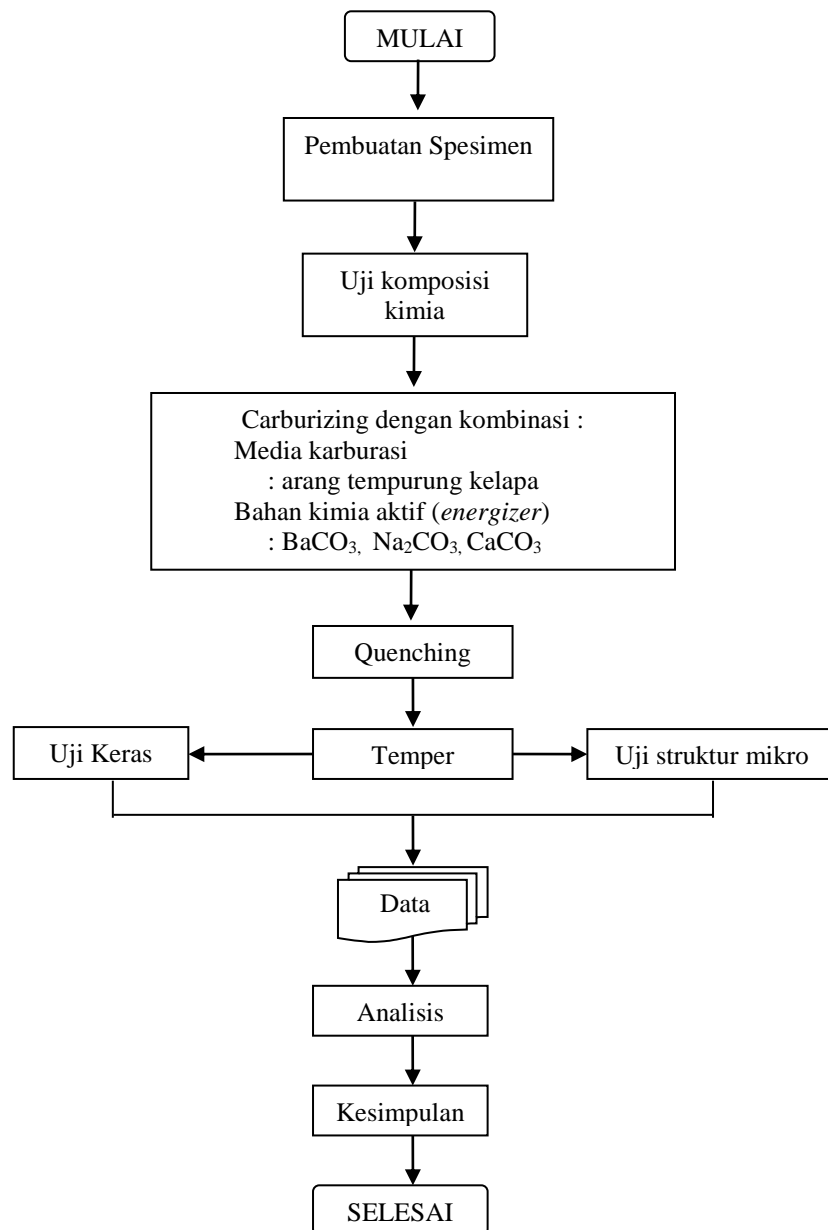
Metodologi Penelitian

Alur penelitian mengikuti alur seperti yang ditunjukkan Gambar 1. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah cangkul yang dihasilkan oleh pengrajin pande besi di daerah Padas, Klaten. Benda uji yang diteliti, diperoleh dengan pemotongan $1/6$ bagian dari panjang cangkul. Sedangkan bentuk spesimen uji yang diproses *pack carburizing* diperlihatkan pada Gambar 2.

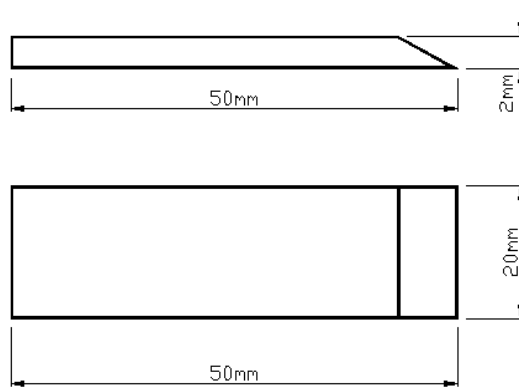
Proses karburasi dilakukan dengan meletakkan spesimen di dalam wadah karburasi yang telah berisi media arang (60 %) dan *energizer* (40 %). Wadah dipanaskan dalam *furnace* sampai suhu 980°C dan setelah tercapai kemudian ditahan pada suhu tersebut dengan waktu penahanan 1 (satu) jam. Berikutnya wadah dikeluarkan dari *furnace* dan spesimen di *quenching* media air. Wadah karburasi yang digunakan dibuat dari pipa dengan diameter 100 mm, panjang 200 mm dan tebal 2 mm. Diharapkan dengan ketebalan 2 mm, panas dapat cepat masuk ke dalam

container untuk memanaskan media karburasi, sehingga proses karburasi dapat berlangsung dengan cepat.

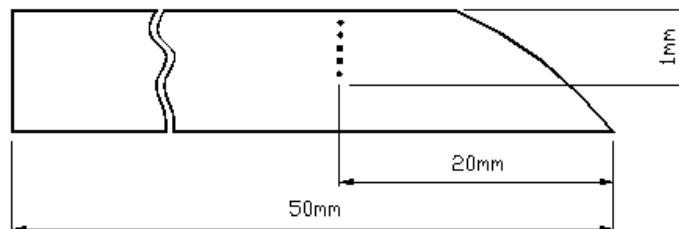
Setelah proses karburasi dan temper, spesimen diuji keras. Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan spesimen hasil proses karburasi, sekaligus untuk mengetahui *depth of case* pada proses karburasi dari spesimen tersebut. Uji keras yang digunakan adalah uji keras *micro vickers*. Pengujian kekerasan dilakukan pada jarak 20 mm dari ujung dan pada 5 titik yang masing – masing berjarak 1 mm diukur dari tepi, searah ketebalan dari cangkul (Gambar 3).



Gambar 1. Dimensi benda kerja *carburing*



Gambar 2. Dimensi benda kerja *carburizing*



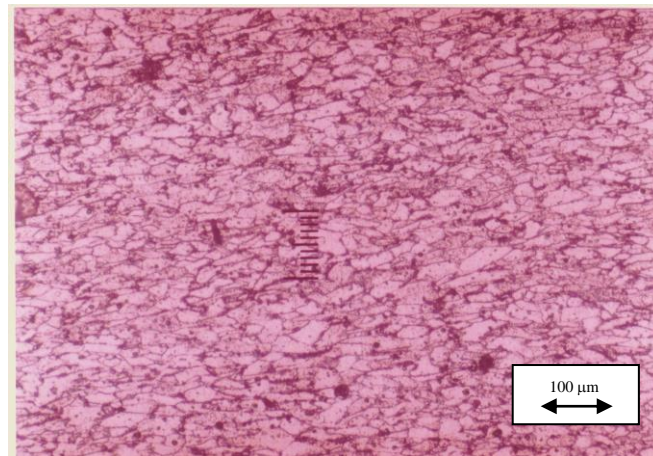
Gambar 3. Ilustrasi daerah indentasi *micro vickers*

Hasil dan Pembahasan

Komposisi kimia cangkul yang digunakan sebagai spesimen uji adalah seperti terlihat pada Tabel 1 dan struktur mikronya ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 1. Komposisi kimia spesimen uji

UNSUR	KOMPOSISI (%)
C	0.007
Si	0.039
Mn	0.322
P	0.011
S	0.028
Cr	0.117
Mo	0.030
Ni	0.051
Al	0.062
B	0.0005
Co	0.023
Cu	0.116
Nb	0.052
Pb	0.0062
Sn	0.007
Ti	0.096
V	0.121
W	0.552



Gambar 4. Struktur mikro spesimen awal sebelum diberikan perlakuan panas

Dari data ini terlihat bahwa bahan yang diuji merupakan baja karbon rendah, dan ini didukung oleh struktur mikro yang terdiri atas fasa ferit serta data uji keras yang menghasilkan angka kekerasan sebagai berikut (Tabel 2) :

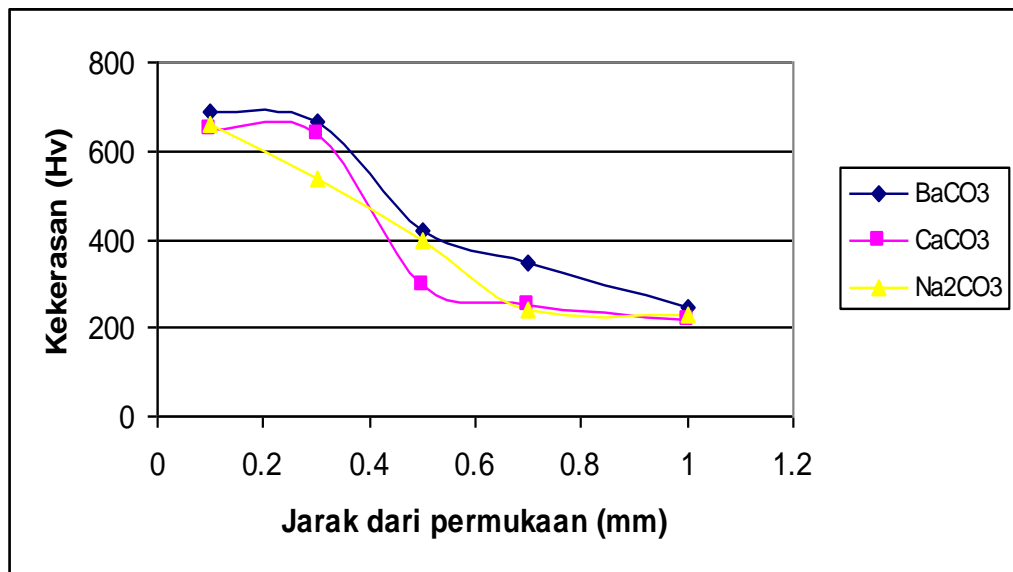
Tabel 2. Data kekerasan spesimen sebelum diberikan perlakuan panas

Jarak dari ujung (mm)	Kekerasan (HV)
3	165
6	127
9	117
12	119
22	107
32	109
Jarak dari permukaan (mm)	Kekerasan (HV)
0.1 (atas)	99
1	102
0.1(bawah)	110

Selanjutnya, spesimen yang mengalami tahapan proses *pack carburizing*, *quenching* dan *tempering* diperoleh data kekerasan sebagai berikut (Tabel 3) :

Tabel 3. Pengaruh bahan kimia aktif terhadap kekerasan

Jarak dari permukaan (mm)	Kekerasan (HV)		
	BaCO ₃	CaCO ₃	Na ₂ CO ₃
0.1	686	651	662
0.3	663	637	538
0.5	421	294	399
0.7	346	250	238
1.0	244	219	229

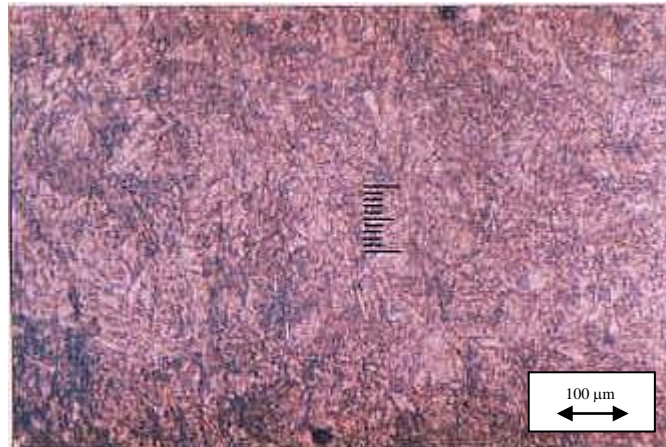


Gambar 5. Pengaruh bahan kimia aktif terhadap kekerasan

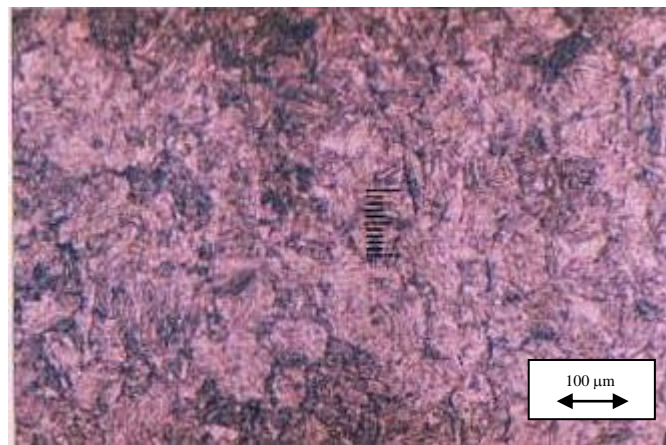
Dari data hasil uji keras dapat dilihat bahwa setelah spesimen dilakukan proses perlakuan panas seperti dijelaskan di atas terjadi peningkatan kekerasan. Nilai kekerasan maksimum terjadi di dekat permukaan (jarak 0.1 mm dari permukaan) dan semakin ke arah dalam terjadi penurunan kekerasan. Hal ini dapat dijelaskan seperti berikut. Pada saat tahap *pack carburizing* terjadi difusi atom karbon dari lingkungan (media karburasi) ke dalam permukaan spesimen. Difusi dimulai dari permukaan benda kerja dan selanjutnya atom-atom karbon ini berdifusi semakin masuk ke dalam permukaan. Akibatnya, terjadi kenaikan kadar karbon yang lebih tinggi di permukaan dibandingkan dengan di bagian spesimen yang lebih dalam. Pada saat *pack carburizing*, spesimen memiliki fasa austenit sehingga setelah *diquench* terbentuk fasa martensit di permukaan spesimen. Kekerasan martensit di permukaan lebih tinggi dibandingkan dengan bagian yang lebih dalam dikarenakan kadar C di permukaan lebih tinggi. Terbentuknya fasa martensit pada saat proses *quenching* dimungkinkan karena pada permukaan spesimen memiliki kadar karbon yang mencukupi sebagai hasil dari proses *pack carburizing*.

Kemudian Gambar 5 memperlihatkan bahwa dengan menggunakan media karburasi arang tempurung kelapa, bahan kimia aktif yang menghasilkan kedalaman pengerasan tertinggi adalah BaCO₃. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Oggo dkk (1995) dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa BaCO₃ adalah bahan kimia aktif yang memberikan kedalaman penetrasi karbon yang paling besar.

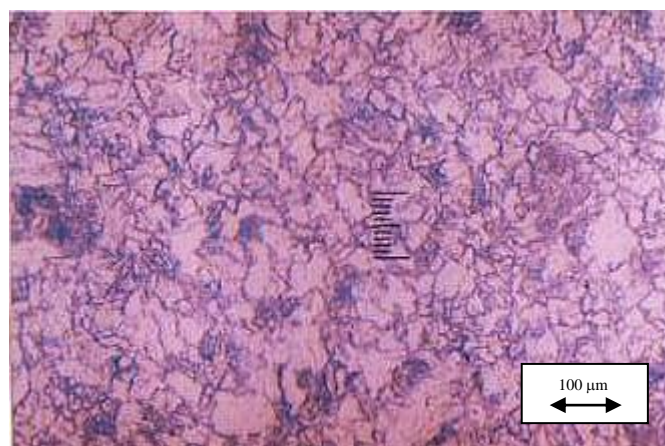
Struktur mikro (di bagian permukaan) spesimen yang telah mengalami perlakuan panas ditunjukkan oleh Gambar 6, 7, dan 8. Gambar-gambar tersebut menunjukkan bahwa setelah diberi perlakuan panas *pack carburizing* maka di permukaan spesimen terbentuk fasa martensit.



Gambar 6. Struktur mikro spesimen setelah proses *pack carburizing* menggunakan bahan *energizer* BaCO_3



Gambar 7. Struktur mikro spesimen setelah proses *pack carburizing* menggunakan bahan *energizer* Na_2CO_3



Gambar 8. Struktur mikro spesimen setelah proses *pack carburizing* menggunakan bahan *energizer* CaCO_3

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan berikut ini :

1. Proses *pack carburizing* dapat meningkatkan kekerasan cangkul produksi pengrajin pande besi mencapai 686 HV.
2. Struktur mikro sampel yang semula berfasa ferit di permukaan berubah menjadi fasa martensit setelah diberi perlakuan proses *pack carburizing*.
2. Penggunaan bahan *energizer* BaCO_3 pada proses *pack carburizing* menghasilkan kedalaman pengerasan yang paling tinggi.

Daftar Pustaka

ASM, 1991, *Heat Treating*, ASM Handbook

Oggo, D.U.I, Ette, E.O and Iyorchir, A.I., 1995, *Feasibility of Sea and Coconut Shells as Substitute to Barium Carbonate (BaCO_3) in Small Scale Foundry and Heat Treatment Shop in Nigeria*, ISIJ International, Vol. 35, No. 2, pp. 203-209

Suherman, Wahid, 1998, *Perlakuan Panas*, ITS Pers.

Suratman, Rochim, 1994, *Panduan Proses Perlakuan Panas*, Lembaga Penelitian ITB, Bandung.