

# PENGARUH WAKTU TAHAN PROSES *PACK CARBURIZING* PADA BAJA KARBON RENDAH DENGAN MENGGUNAKAN CALCIUM CARBONAT DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DI TINJAU DARI STRUKTUR MICRO

Oleh :

Hafni<sup>1</sup> dan Nurzal<sup>2</sup>

Dosen Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknologi Industri<sup>1 dan 2</sup>  
Institut Teknologi Padang

---

## Abstrak

Karena sifatnya yang lunak, liat dan mudah dibuat, baja banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan suatu produk. Untuk mendapatkan sifat yang keras pada permukaan dan tetap lunak pada intinya maka dilakukan proses pengerasan permukaan (*face hardening*), sehingga produk tersebut dapat difungsikan sesuai dengan tujuan desainnya. Salah satu cara untuk melakukan pengerasan permukaan ini adalah dengan media karbon padat atau *pack carburizing*. Untuk melakukan proses *carburizing* ini diperlukan sebuah tungku pembakar yang dirancang tahan panas serta mudah dioperasikan. aman dengan bahan bakar batu bara untuk pengujian tungku yang telah dirancang dilakukan pengujian pada baja karbon rendah dengan menggunakan media karburisasi campuran arang tempurung kelapa dan Calcium Carbonat ( $CaCO_3$ ). Temperatur pemanasan  $950^{\circ}C$  dan variasi waktu tahan; 3 jam 4 jam dan 5 jam. Kemudian dilanjutkan dengan proses *quenching*. Dari hasil *metallography* diperoleh sampel uji dengan waktu tahan 4 jam dan 5 jam pada sisi luarnya terlihat struktur mikro martensite dan bagian tengah ferrite – pearlite. Ini menunjukkan bahan uji telah terjadi penyerapan penambahan unsur karbon sehingga waktu dilakukan *quenching* terbentuk struktur mikro martensite .

Kata kunci : Komposisi, temperatur dan waktu tahan.

---

## PENDAHULUAN

Karena sifatnya yang lunak, liat dan mudah dibuat, baja banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan suatu produk. Untuk mendapatkan sifat yang keras pada permukaan dan tetap lunak pada intinya maka dilakukan proses pengerasan permukaan (*face hardening*), sehingga produk tersebut dapat difungsikan sesuai dengan tujuan desainnya. Proses pengerasan permukaan ini sangat dipengaruhi oleh jumlah kadar karbon yang terkandung pada baja. Baja karbon adalah campuran dari besi dan karbon dan ditambah unsur-unsur sulfur (S), fosfor (P), silicon (Si) dan mangan (Mn) [5]. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbonnya, oleh karena itu baja karbon dapat dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya :

1. Baja karbon extra rendah, kadar karbon  $> 0.08\%$ .
2. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*), kadar karbon  $0,08 - 0.35\%$ .
3. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*), kadar karbon  $0,35 - 0.5\%$ .

4. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*) kadar karbon  $0,55 - 1,7\%$ .

Menurut Bambang Kuswanto, 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*. Salah satu metodenya adalah dengan menggunakan media karbon padat atau *pack carburizing*. Kedalaman atom karbon yang berhasil berdifusi juga cukup untuk kepentingan teknik yaitu  $\pm 1000\ \mu m$ .

Untuk melakukan proses *carburizing* ini, diperlukan sebuah tungku pembakar yang biasanya dipasang secara permanen. Tungku ini dioperasikan dengan bahan bakar batu bara atau arang kayu, jadi harus dijauhi dari bahan yang mudah terbakar. Karena keterbatasan lahan, maka perlu dirancang sebuah tungku yang bisa dipindahkan (*mobile*) jadi dapat dioperasionalkan di area yang aman dan bila tidak dipakai bisa ditempatkan ditempat yang tidak memakan areal yang luas. Pada

penelitian ini penulis merancang dan membuat tungku *pack carburizing mobile*, serta melakukan pengujian karburisasi pada produk produk hasil partikum mahasiswa, mendapatkan sifat-sifat yang lebih baik yaitu keras, tahan aus, ulet dan tangguh dengan melalui perlakuan panas.

### TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu upaya dalam meningkatkan mutu logam terutama kekerasannya adalah dengan proses karburisasi. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Bambang Kuswanto yang meneliti tentang perlakuan *pack carburizing* pada baja karbon rendah sebagai material alternatif untuk pisau potong dimana proses dari dari *pack carburizing* adalah 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 bawah.



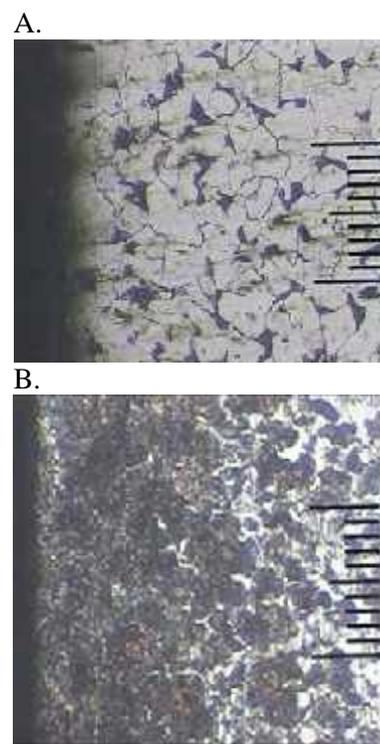
Gambar 1. Proses pack carburizing.

Data data awal material uji adalah, Tabel 1. Data uji kekerasan mickro vickers bahan uji awal.

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	44,69
		2	0,062	0,062	0,06200	0,3	45,87
		3	0,0615	0,062	0,06175	0,3	47,06
		4	0,062	0,061	0,06150	0,3	47,06
		5	0,061	0,061	0,06100	0,3	49,48

Tabel 2. Data uji kekerasan mickro vickers setelah *pack carburizing*.

Spesimen	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> )
A	mikro Vickers	1	0,05	0,05	0,05	0,3	232,48
		2	0,051	0,0505	0,05075	0,3	213,95
		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	148,25



Gambar 2. Struktur mickro baja carbon rendah A sebelum proses carburizing, B Setelah proses carburizing.

Dari hasil pengujian disimpulkan. Harga kekerasan vicker naik sebesar 26% dan kedalaman atom karbon yang berhasil berdifusi juga cukup untuk kepentingan teknik yaitu ± 1000 µm.

## TUNGKU PACK CARBURIZING

Untuk melaksanakan proses *pack carburizing* dirancang dan dibuatlah sebuah tungku dengan bentuk :

1. Tungku dibuat atas rangka baja
2. Bahan ruangan tungku terbuat dari bata tahan api
3. Udara ditiupkan dengan blower
4. Bahan dari batu bara
5. Tungku ini didesain mobile.



Gambar 3. Tungku *pack carburizing* mobile

## METODA PENELITIAN

Proses penelitian dilakukan melalui tahapan persiapan tungku, proses pembuatan arang aktif, proses pembuatan bahan uji, proses *pack carburizing*, proses *quenching*, proses pengujian terhadap material uji untuk melihat besarnya difusi atom karbon pada permukaan bahan uji (baja karbon rendah).

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Baja karbon rendah sebagai bahan yang akan dikeraskan permukaannya.
2. Media karburisasi :
  - Arang aktif dipilih arang tempurung kelapa.
  - Aktivator dipilih calcium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).
3. Temperatur pemanasan  $950^\circ\text{C}$
4. Waktu tahan 4 jam

Alat yang digunakan untuk proses karburisasi ini adalah tungku yang dirancang dengan bahan bakar batu bara.

### Proses karburising.

Arang aktif yang digunakan adalah arang tempurung kelapa dengan besar butiran 30 mesh kemudian dicampurkan dengan Calcium Carbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dengan komposisi :

- 500 gram arang tempurung
- 50 gram calcium carbonat

Setelah kedua bahan ini, tercampur dengan sempurna, kemudian dimasukkan dalam kotak baja setinggi 3 cm, kemudian dimasukkan bahan uji baja karbon rendah sebanyak 5 buah dan diatur jarak antaranya sebesar 2 cm, kemudian masukan lagi campuran media karburisasi tersebut, setelah itu kotak baja ini di tutup.



a



b



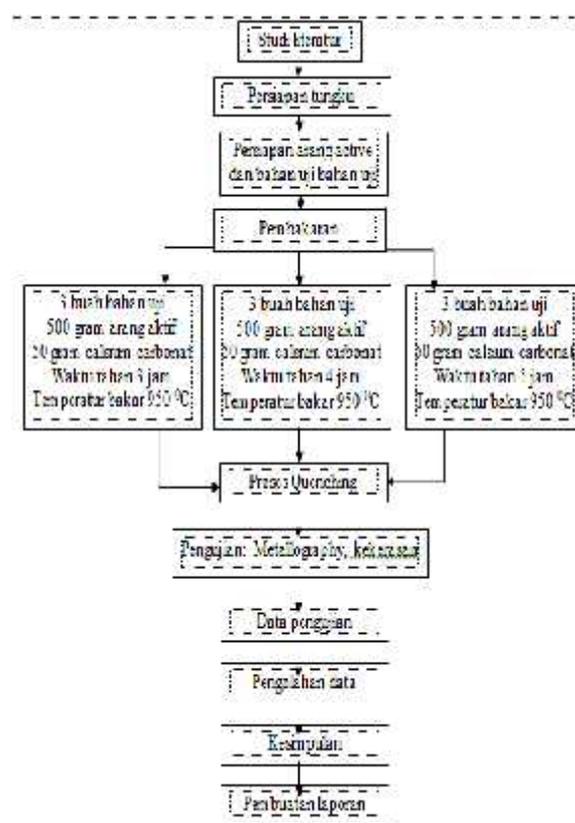
c

Gambar 4. (a). Proses pencampuran media karburising, (b). peletakan bahan uji dalam kotak baja, (c). bahan uji dalam kotak baja siap untuk dipanaskan.

Setelah pembakaran dalam ruang tungku pack karburising sempurna, masukan kotak baja dalam ruang tungku kemudian tutup, control panas panasnya pada temperatur 950 °C, dan tahan selama 4 jam. Pemilihan temperatur ini didasarkan pada komposisi kimia baja karbon yang digunakan, yaitu 0,082 %C. Proses difusi atom akan terjadi pada suhu kira-kira 0,5 *melting point*. Dari diagram fasa Fe-C, diketahui baja karbon tersebut memiliki *melting point* ±1600 °C. Setelah karburising, baja karbon di *quenching* secara bersamaan ke dalam air suhu kamar untuk memperoleh lapisan keras pada permukaannya.

### Pengujian

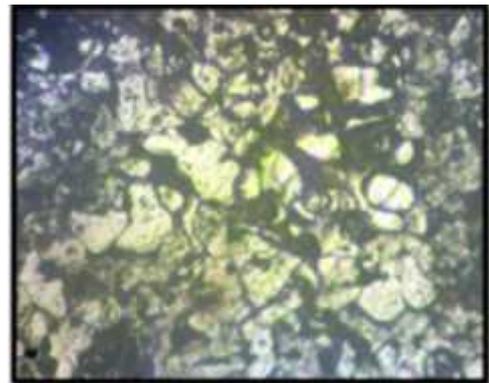
Dilakukan metallography untuk melihat struktur mikro dari bahan uji setelah dilakukan proses karburisasi.



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

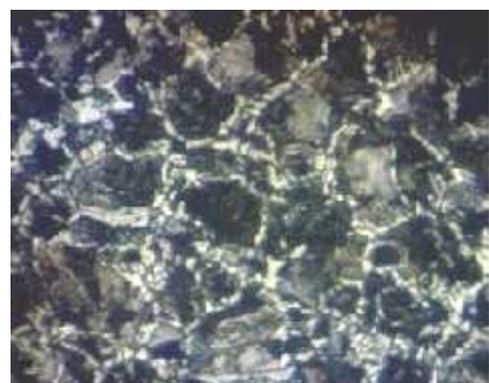
Setelah dilakukan proses pencampuran karbon terhadap bahan uji maka proses selanjutnya dilakukan pengamatan struktur micro yang bertujuan untuk melihat perubahan struktur micro pada bahan uji. Foto struktur micro pada bahan uji hasil carburizing dan tanpa perlakuan diambil pada bagian tepi dengan pembesaran 10 x dan 20 x.



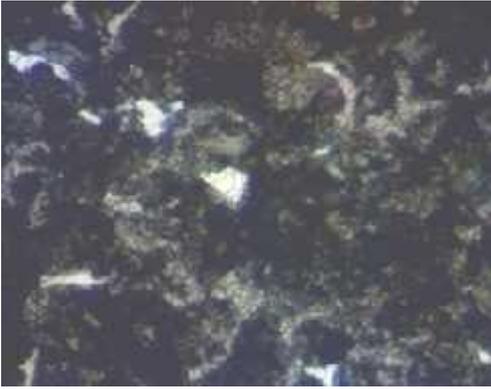
Struktur micro baja karbon rendah tanpa carburizing.



Struktur micro baja karbon rendah dengan proses carburizing waktu tahan 3 jam.



Struktur micro baja karbon rendah dengan proses carburizing waktu tahan 4 jam.



Struktur micro baja karbon rendah dengan proses carburizing waktu tahan 5 jam.

Hasil dari foto struktur mikro spesimen waktu tahan 3 jam, 4 jam, dan 5 jam pada baja karbon rendah setelah dilakukan proses carburizing dan dilanjutkan dengan proses *quenching*, terlihat perubahan struktur micro yang terbentuk pada sisi tepi dari bahan uji adalah martensite yang bersifat keras. Hal ini terbentuk karena proses *quenching* pada bahan uji, mengakibatkan unsur karbon berdifusi kedalam bahan uji.

Penambahan unsur karbon ini tidak merata, karena pengaruh komposisi dan waktu tahan pada saat proses carburizing, bagian yg terkarburisasi lebih dominan pada bagian sisi tepi bahan uji, sedangkan bagian tengahnya tetap dominan unsur ferrite. karburisasi seperti terlihat pada gambar diatas didapat pada bagian permukaan luar material pengarbonan sesuai dengan variasi waktu tahan.

Pada permukaan terdapat fasa martensit yang berwarna gelap, fasa martensit merupakan fasa yang terbentuk karena pendinginan yang sangat cepat. Didalam matrik martensit terdapat fasa ferit tetapi jumlahnya sedikit, warnanya putih agak kelihatan kusam. Fasa martensit sifatnya sangat keras, faktor inilah yang menyebabkan nilai kekerasan pada permukaan baja menjadi meningkat. Dari hasil foto struktur mikro juga dapat dilihat adanya difusi karbon yang berbeda sesuai variasi waktu tahan.

## KESIMPULAN

Dari hasil pemeriksaan metalography dan pengujian kekerasan rockwel (HRC) terhadap baja karbon rendah yang dilakukan proses carburizing pada komposisi 500gr calcium karbonat 1000 gr arang aktif (arang tempurung kelapa), suhu pemanasan 950°C, dengan variasi waktu tahan dapat di simpulkan :

1. Dari hasil pengamatan struktur mikro pada baja karbon rendah, diperoleh pada sisi luar dan bagian tengah bahan uji, berupa ferrit butiran kasar (warna putih). ferrite lebih dominan jumlahnya dibandingkan dengan pearlite.
2. Dari hasil pengamatan struktur mikro terlihat pada bagian sisi luar dari bahan uji terdapat adanya fasa martensite pada sampel uji dengan waktu tahan 4 dan 5 jam.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bambang Kuswanto, 2010. Perlakuan Pack Carburizing Pada Baja Karbon Rendah Sebagai Material Alternatif Untuk Pisau Potong Pada Penerapan Teknologi Tepat Guna, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2010. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- [2] Budinski, G., Budinski., K., 1999, Engineering Materials Properties and Selection, 6th edition, Prentice Hall International, Inc., New Jersey, USA.
- [3] Hafni. 2013. Rancang Bangun Tungku Pack Carburizing. Penelitian ITP. Padang.
- [4] Mujiyono, Soemowidagdo, A.L., 2005, Pemanfaatan Natrium Karbonat Sebagai Energizer pada Proses Karburising Untuk Meningkatkan Kekerasan Baja Karbon Rendah, Laporan Penelitian, FTUNY, Yogyakarta.
- [5] Poor, R., dan Verhoff, S., 2002, New Technology is The Next Step in Vacuum Carburizing, Surface Combution Inc., Maumee, Ohio, USA.

- [6] Rajan, T.V., Sharma, C.P., Sharma, A., 1997, Heat Treatment–Principles and Techniques, revised edition, Prentice Hall of India, New Delhi, India.
- [7] Sudarsono., Ferdian, D., dan Soedarsono, J.W., 2003. P, Pengaruh Media Celup dan Waktu Tahan Pada Karburasi Padat Baja AISI SAE 1522, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi 2003, Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- [8] Samsudi Raharjo. 2007. Analisis Hasil Produk Alat Pertanian Menggunakan Tungku Pack Kaburising Dengan Tungku Konvensional. Traksi. Vol.5. No. 1, Jurnal.unimus.ac.id
- [9] Suryanto, H., Malau, V., Samsudin, 2003, Pengaruh Penambahan Barium Karbonat pada Media Karburasi terhadap Karakteristik Kekerasan Lapisan Karburasi Baja Karbon Rendah, Proceeding Seminar Nasional Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Malang.
- [10] Tiwan dan Mujiyono, 2005, Pengaruh Penambahan Barium Karbonat ( $BaCO_3$ ), Temperatur dan Lama Pemanasan Terhadap Peningkatan Kekerasan Baja Karbon Rendah Pada Proses Karburising dengan Media Serbuk Tempurung Kelapa, Laporan Penelitian, FT-UNY, Yogyakarta.