

PEMANFAATAN CANGKANG BUAH KARET SEBAGAI ALTERNATIF CARBURIZER PADA PROSES PACK CARBURIZING BAJA KARBON RENDAH ST.37

Saparin

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu Desa Balun Ijuk Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka

Email: saparinpdca@gmail.com

Abstrak

Pack carburizing adalah proses menambahkan karbon ke permukaan benda dengan menggunakan media padat. Umumnya menggunakan serbuk besi sebagai sumber karbon aktif yang harganya relatif mahal. Pada penelitian ini benda uji menggunakan baja karbon rendah St. 37 dengan dimensi 50 mm x 30 mm x 12 mm. *Pack carburizing* menggunakan alternatif karbon aktif yang berasal dari arang cangkang buah karet dan serbuk besi 98 % karbon yang dilakukan pada temperatur 950⁰ C dengan *holding time* 60 menit. *Case hardening* dilakukan pada temperatur 900⁰ C, *holding time* 120 menit dan menggunakan air sebagai media pendingin *quenching*. Pengujian kekerasan menggunakan alat *Equotip2 Hardness Tester*. Data hasil pengujian kekerasan, karbon aktif yang berasal dari arang cangkang buah karet terjadi peningkatan kekerasan dari 134 HV menjadi 362,39 HV sedangkan dari serbuk besi peningkatan kekerasan dari 134 HV menjadi 499,78 HV. Berdasarkan perhitungan perbandingan linier dengan mengacu pada karbon aktif dari serbuk besi 98 % karbon maka, diperkirakan kadar karbon aktif yang terdapat pada arang cangkang buah karet adalah 62,44 %. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa arang cangkang buah karet dapat digunakan sebagai *carburizer* pada proses *pack carburizing*.

Kata kunci : karbon aktif, cangkang buah karet, *pack carburizing*, kekerasan, baja St. 37

Abstract

Pack carburizing is a process that appending carbon to a object surface using solid medium. Mostly, it use iron powder as a active carbon resource which is quite expensive. In this study, the specimen use low carbon steel St. 37 with 50 mm x 30 mm x 12 mm dimension. Pack carburizing use active carbon alternative derived rubber shell charcoal and 98% carbon in iron powder at of 950⁰ C with 60 minutes. Case hardening carried out at a 900⁰ C, holding time at 120 minutes and using water as the cooling medium quenching. Hardness test use Equotip2 Hardness Tester. The result of this test, show us that activated carbon derived from rubber shell charcoal have enhancement 134 HV to 362.39 HV while 98% Carbon in iron powder have enhancement 134 HV to 499.78 HV. According this linear comparison calculation that reference to 98% Carbon, expected levels of activated carbon which is attached to the rubber shell charcoal is 62.44%. The results showed that the rubber shell charcoal can be used as carburizer the pack carburizing process.

Keywords: *activated carbon, rubber shell charcoal, pack carburizing, hardness, steel St. 37*

PENDAHULUAN

Penambahan karbon pada permukaan benda dapat dilakukan dengan proses *carburizing* yaitu dengan cara memanaskan benda kerja dalam lingkungan yang banyak mengandung karbon aktif, sehingga karbon berdifusi masuk ke permukaan baja. Proses *carburizing* terdapat tiga cara yaitu menggunakan media padat (*pack carburizing*),

media cair (*liquid carburizing*) dan media gas (*gas carburizing*).

Pada umumnya *pack carburizing* menggunakan serbuk besi sebagai sumber karbon aktif, dimana serbuk besi susah didapatkan dan harganya relatif mahal. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan sumber karbon aktif alternatif yang digunakan pada proses *pack*

carburizing. Salah satu cara dengan memanfaatkan sumber daya yang ada di alam yang kemungkinan bisa dijadikan sumber karbon aktif : seperti pemanfaatan limbah perkebunan yaitu cangkang buah karet.

Karet merupakan komoditas unggulan di sektor perkebunan dalam pendapatan daerah di provinsi Bangka Belitung. Pada tahun 2010 luas perkebunan karet di provinsi Bangka Belitung mencapai 52 ribu hektar dan meningkat dibandingkan tahun sebelumnya 47 hektar ^[1].

Cangkang buah karet adalah sampah perkebunan yang belum dimanfaatkan, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah cangkang buah karet dapat digunakan sebagai sumber alternatif karbon aktif pada proses *pack carburizing*. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat mencari solusi bahan alternatif karbon aktif yang lebih murah dan mudah didapat.



Gambar 1. Cangkang buah karet

a. Baja karbon rendah (*low carbon steel*)

Baja karbon rendah mempunyai sifat mudah ditempa dan mudah di mesin. Baja karbon rendah mengandung 0,022 % - 0,3 % C yang dibagi menjadi empat bagian menurut kandungannya yaitu:

- Baja karbon rendah mengandung 0,04 % C digunakan untuk plat-plat strip.
- Baja karbon rendah mengandung 0,05 % C digunakan untuk badan kendaraan.
- Baja karbon rendah mengandung 0,05 % - 0,25 % C digunakan untuk konstruksi jembatan dan bangunan.
- Baja karbon rendah mengandung 0,05 % - 0,3 % C digunakan untuk baut paku keeling, karena kepalanya harus dibentuk.

b. *Pack Carburizing*

Benda kerja dimasukkan ke dalam kotak yang berisi bubuk karbon dan ditutup rapat kemudian dipanaskan pada temperatur austenit, yaitu antara 825⁰ C – 925⁰ C selama waktu tertentu. Kotak *carburizing* dipanaskan dalam dapur sampai temperatur 825⁰ C – 925⁰ C dengan segera permukaan benda kerja akan menyerap karbon

sehingga dipermukaan akan terbentuk lapisan berkadar karbon tinggi sampai 1,2 % ^[5].

c. Perlakuan panas (*Heat Treatment*)

Perlakuan panas diberikan pada baja untuk menghasilkan sifat-sifat diinginkan dan penggunaannya. Perlakuan panas diawali dengan proses austenisasi (pemanasan hingga temperatur austenit) yang kemudian disusul pendinginan dengan beragam kecepatan pendinginannya, yang akan menghasilkan fasa akhir yang terbentuk berbeda-beda. Dengan pendinginan yang lambat, akan terbentuk struktur mikro *coarse pearlite* dan lapisan tipis ferit-sementit. Ditingkatkannya laju pendinginan akan mengurangi ketebalan lamela. Jika ditingkatkan lagi akan membentuk struktur mikro bainit. Laju pendinginan yang sangat cepat akan menghasilkan struktur mikro martensit^[6].

d. Pendinginan (*Quenching*)

Setelah lapisan kulit mengandung cukup karbon, proses dilanjutkan dengan pengerasan yaitu dengan pendinginan untuk mencapai kekerasan yang tinggi.

Media pendingin yang lazim digunakan untuk mendinginkan spesimen pada proses pengerasan baja antara lain oli, air, larutan garam dan udara. Media pendingin tersebut digunakan sesuai dengan kemampuan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Air mempunyai efek pendinginan yang lebih besar dibandingkan dengan minyak (oli) karena air dapat dengan mudah menyerap panas yang dilewatinya dan panas yang terserap cepat menjadi dingin, sebab kemampuan panas yang dimiliki oleh air besarnya 10 kali dari minyak ^[3].

e. Karbon Aktif

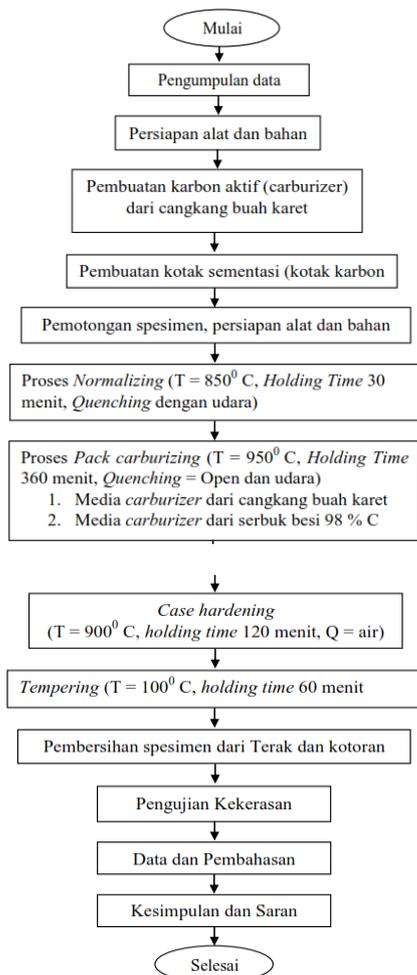
Karbon aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf, yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta memiliki “ permukaan dalam “(*internal surface*) sehingga mempunyai kemampuan daya serap yang baik. Keaktifan untuk menyerap dari karbon aktif ini umumnya tergantung pada jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85 % sampai 95 % karbon bebas.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan dilakukan pembuatan sumber karbon aktif dari limbah perkebunan cangkang buah karet. Benda uji atau spesimen uji adalah plat strip baja karbon rendah st. 37. Kondisi awal pemanasan sama untuk setiap benda uji. Total ada 6 benda uji masing-masing 3 benda uji untuk *pack carburizing* dengan *carburizer*

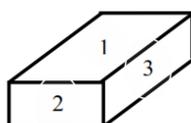
dari arang cangkang buah karet dan 3 benda uji *carburizer* dari serbuk besi 98% karbon.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kotak sementasi (kotak karbon), oven listrik. Ampelas ukuran 120, 180 dan 320 serta alat uji kekerasan *Equotip2 Hardness Tester*. Ukuran kotak sementasi 38mm x 14mm x 10 mm, terbuat dari baja tahan api. Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada diagram alir penelitian berikut ini :



Gambar 2. Diagram alir penelitian

berikut ini gambar dari bagian benda uji untuk diuji kekerasan :



Keterangan :

- 1= sisi atas
2=sisi depan
3=sisi samping

Gambar 3. Sisi-sisi spesimen yang di uji kekerasan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian yang telah dilakukan terhadap baja karbon rendah St.37, dengan adanya proses perlakuan panas maka didapat hasil yaitu berupa perubahan sifat mekanis dari benda uji.

1. Data pengujian kekerasan sebelum proses *case hardening*

Sebelum proses *case hardening* dilakukan tiga pengujian kekerasan yaitu sebelum spesimen dipotong, setelah dipotong dan setelah di *normalizing*. Hasil pengujian kekerasan sebelum proses *case hardening* didapatkan data pada tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Data pengujian kekerasan sebelum proses *case hardening*

No. Pengujian	Sisi Spesimen	Sebelum dipotong	Setelah dipotong	Setelah di <i>Normalizing</i>
		Nilai Kekerasan (HV)		
1	1	134	141	136
2		135	140	138
3	2	135	140	135
4		128	134	130
5	3	131	137	133
6		132	138	132
Kekerasan rata-rata		132,5	138,3	134

2. Hasil pengujian kekerasan permukaan spesimen setelah proses *pack carburizing* diikuti *case hardening*

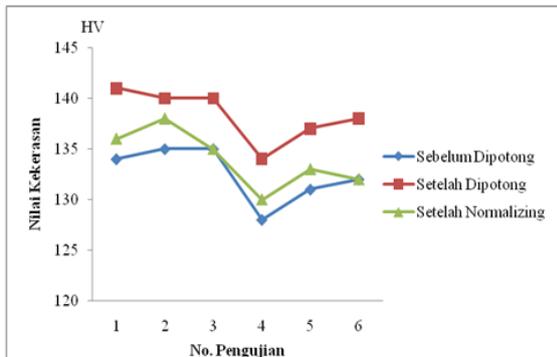
Tabel 2. Data kekerasan benda uji setelah proses *pack carburizing*

Jenis carburizer		Cangkang buah karet	Serbuk besi 98% C	
No. Spesimen	Sisi	No. Pengujian	Nilai kekerasan (HV)	
1		1	394	493
		2	364	527
		3	354	499
		4	349	506
		5	360	498
		6	339	487
2		1	383	491
		2	381	525
		3	357	492
		4	349	498
		5	365	506
		6	344	472
3		1	401	505
		2	377	496
		3	352	493
		4	362	492
		5	343	511
		6	349	505
Kekerasan rata-rata spesimen (HV)			362,39	499,78

Setelah proses *pack carburizing* dilakukan pengujian kekerasan diperoleh nilai kekerasan untuk spesimen yang menggunakan carburizer dari cangkang buah karet yaitu 362,39 HV. Sedangkan

untuk carburizer yang berasal dari serbuk besi 98 % C diperoleh nilai kekerasan sebesar 499,78 HV.

3. Analisa data kekerasan spesimen sebelum proses case hardening

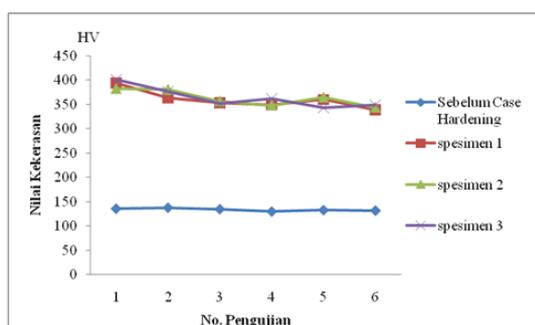


Gambar 4. Kekerasan sebelum case hardening

Kekerasan rata-rata spesimen sebelum dipotong adalah 132,5 HV (*Hardness Vickers*). Setelah spesimen dipotong kekerasan rata-rata adalah 138,3 HV. Kemudian spesimen di *normalizing* didapatkan data kekerasan rata-rata adalah 134 HV.

Berdasarkan data-data diatas kekerasan sebelum proses *case hardening* adalah relatif sama, karena pada saat pemotongan spesimen menggunakan las potong hanya daerah yang menerima panas mengalami perubahan kekerasan yang relatif kecil. Struktur mikro yang terbentuk ferit yang bersifat lunak dan ulet. Terjadi peningkatan kekerasan yang relatif kecil karena pendinginan yang cepat terbentuk struktur butiran yang kecil.

4. Analisa data kekerasan spesimen dengan carburizer dari cangkang buah karet setelah proses case hardening



Gambar 5. Kekerasan spesimen dengan carburizer dari arang cangkang buah karet setelah case hardening

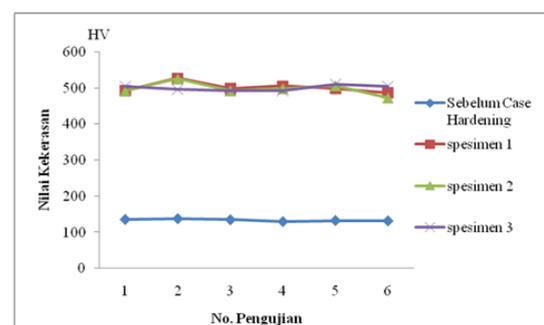
Kekerasan permukaan spesimen meningkat cukup signifikan dengan menggunakan sumber karbon aktif dari cangkang buah karet. Kekerasan awal spesimen 134 HV meningkat menjadi 362,39 HV. Peningkatan terjadi sekitar 170,44 % dari

kekerasan awal spesimen. Hal ini berarti bahwa arang cangkang buah karet bisa digunakan sebagai media *carburizer* pada proses *pack carburizing*.

Terjadi peningkatan kekerasan permukaan spesimen dari 134 HV menjadi 362,4 HV karena terjadi peningkatan karbon di permukaan akibat proses *carburizing* dan dilakukan proses *case hardening* yang diikuti pendinginan cepat dengan media air.

Pada proses pendinginan cepat akan terbentuk struktur mikro martensit yang bersifat sangat keras dan getas. Semakin cepat pendinginan akan menghasilkan butiran yang lebih kecil.

5. Analisa data kekerasan spesimen dengan carburizer dari serbuk besi setelah proses case hardening

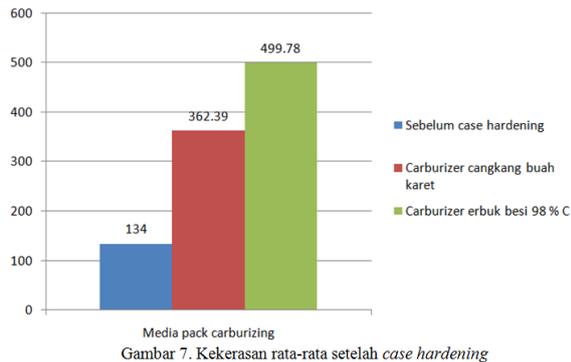


Gambar 6. Kekerasan spesimen dengan carburizer dari serbuk besi 98 % C setelah case hardening

Carburizer dari serbuk besi yang biasa digunakan sebagai sumber karbon aktif pada proses *pack carburizing* terjadi peningkatan kekerasan permukaan yang sangat signifikan. Kekerasan permukaan awal spesimen 134 HV meningkat tajam ke 499,78 HV. Peningkatan terjadi sekitar 272,97 %. Hal ini terjadi karena serbuk besi mengandung kadar karbon yang lebih tinggi yaitu 98 %. Atom C berdifusi secara interstisi ke atom Fe. Dalam penelitian ini serbuk besi digunakan sebagai pembanding tingkat kekerasan permukaan dengan menggunakan karbon aktif dari cangkang buah karet.

6. Perbandingan kekerasan kedua media pack carburizing

Penggunaan kedua media *pack carburizing* diatas dapat meningkatkan kekerasan permukaan spesimen. Kekerasan rata-rata spesimen dengan menggunakan *carburizer* dari serbuk besi 98 % C yaitu 499,78 HV lebih tinggi dibandingkan menggunakan *carburizer* dari cangkang buah karet yaitu 362,39 HV.



Gambar 7. Kekerasan rata-rata setelah case hardening

7. Perhitungan peningkatan kekerasan dan kadar karbon pada carburizer dari cangkang buah karet

Perhitungan persentase peningkatan kekerasan spesimen dengan menggunakan karbon aktif dari arang cangkang buah karet adalah sebagai berikut :

$$p = \frac{y-x}{x} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

p : persentase peningkatan kekerasan
 y : kekerasan rata-rata spesimen carburizer dari cangkang buah karet
 x : kekerasan awal spesimen

Diketahui :

$$x = 134 \text{ HV}$$

$$y = 362,39 \text{ HV}$$

Sehingga diperoleh $p = 170,44\%$

Perhitungan analitis pendekatan kadar karbon (% C) carburizer dari cangkang buah karet menggunakan perbandingan linier yang mengacu pada carburizer serbuk besi 98% C adalah sebagai berikut :

$$\frac{y-x}{m} = \frac{z-x}{n} \dots\dots\dots(2)$$

Atau

$$m = \frac{(y-x)n}{z-x} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

y : kekerasan rata-rata spesimen carburizer dari cangkang buah karet (HV)
 x : kekerasan awal spesimen (HV)
 z : kekerasan rata-rata spesimen carburizer dari serbuk besi 98% C (HV)
 m : kadar karbon pada carburizer dari cangkang buah karet (%)
 n : kadar karbon pada carburizer dari serbuk besi 98% C (%)

Dari hasil pengujian kekerasan diperoleh :

$$x = 134 \text{ HV}$$

$$y = 362,39 \text{ HV}$$

$$z = 499,78$$

Sehingga diperoleh $m = 62,44\%$

8. Analisa penyebab peningkatan kekerasan

Penyebab terjadinya peningkatan kekerasan pada spesimen yang menggunakan carburizer dari serbuk besi 98 % C dan cangkang buah karet dikarenakan hal sebagai berikut :

a. Precipitation hardening

Pembentukan penyebaran partikel-partikel dari fasa kedua ke dalam matriks fasa yang asli/ke dua. Dalam hal ini atom C berdifusi secara interstisi ke Atom Fe. Atom C mempunyai keaktifan yang tinggi bereaksi dengan Fe dan mudah berdifusi ke besi gamma dalam fasa austenite, sehingga terbentuk sementite pada baja dengan reaksi:



b. Terbentuknya struktur martensit

Struktur mikro martensit terbentuk karena proses pendinginan yang cepat. Martensit bersifat keras dan getas. Ukuran butir sangat dipengaruhi oleh tingginya suhu pemanasan, lamanya pemanasan dan semakin lama pemanasannya akan timbul butiran yang lebih besar. Semakin cepat pendinginan akan menghasilkan ukuran butiran yang lebih kecil.

Pada penelitian ini pendinginan menggunakan media air yaitu pendinginan cepat sehingga kemungkinan akan terjadi transformasi ke struktur mikro martensit.

Dari dua hal diatas penyebab yang dominan sehingga terjadinya peningkatan kekerasan yang cukup signifikan pada spesimen adalah karena terbentuk struktur mikro martensit. Martensit terbentuk karena pendinginan yang cepat. Pendinginan yang cepat akan menghasilkan ukuran butiran yang lebih kecil sehingga kekerasannya tinggi.

KESIMPULAN

Pemanfaatan limbah perkebunan cangkang buah karet sebagai alternatif carburizer memiliki potensi yang sangat baik untuk dikembangkan. Dari penelitian yang sudah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Cangkang buah karet dapat dijadikan alternatif karbon aktif untuk proses pack carburizing. Karena terjadi peningkatan yang cukup signifikan dari 134 HV menjadi rata-rata 362,39 HV atau peningkatan kekerasannya $\pm 170,44\%$ dari kekerasan awal.
2. Carburizer dari serbuk besi 98 % C terjadi peningkatan kekerasan yang signifikan dengan kekerasan awal spesimen 134 HV menjadi

- 499,78 HV atau peningkatan kekerasannya $\pm 272,97\%$.
3. Berdasarkan hasil perhitungan perbandingan linier dari hasil kekerasan menggunakan serbuk besi 98 % C dan hasil kekerasan menggunakan cangkang buah karet diperkirakan kadar karbon yang terdapat pada arang cangkang buah karet $\pm 61,2\%$.
 4. Penyebab yang dominan sehingga terjadinya peningkatan kekerasan yang cukup signifikan pada spesimen terbentuknya struktur mikro martensit akibat dari pendinginan secara cepat menggunakan media air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Pertanian, Perkebunan dan Peternakan Propinsi Babel. 2010.
- [2] Widya Mukti Setiadji. 2007. Perubahan Ketangguhan Bahan St. 40 yang Telah Mengalami Proses Double Hardening dengan Carburizing. Skripsi, FT-UNNES.
- [3] Schonmentz, Alios. 1985. Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam. Angkasa : Bandung.
- [4] PBH2 Pengetahuan Bahan. Politeknik Manufaktur Bandung
- [5] Wahid Suherman. Perlakuan Panas. Fakultas Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Institut 10 November Surabaya.
- [6] Nugroho, Sri dan Gunawan D.H. 2007. Pengaruh Media Quenching Air Tersirkulasi (Circulated Water) Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Pada Baja AISI 1045. Rotasi, Vol. 7, No. 1 hal. 19-20.
- [7] Suratman, Rochim. 1994. Panduan Proses Perlakuan Panas. Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- [8] Koswara, Engkos. 1999. Pengujian Bahan Logam. Humaniora Utama Press : Bandung.