

ANALISA PENGARUH HOLDING TIME DAN TEMPERATUR PADA PACK CARBURIZING MENGGUNAKAN LIMBAH KULIT SINGKONG TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK BAJA 1020

Ali Fikri^{a,1}, Muhammad^{2*}, Abdul Rahman¹, Reza Putra², Muhammad Habibi¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh

²Program Studi Teknik Material, Universitas Malikussaleh

*Corresponding Author: mhdtm@unimal.ac.id

ABSTRACT – The purpose of this study to determine the effect holding time on increasing the surface hardness of AISI 1020 steel material and analyzing the physical and mechanical properties of the results pack carburizing cassava peel waste on AISI 1020 steel. Process pack carburizing in this study have variations temperature 875°C and 900°C withholding time 60 minutes, 80 minutes, 100 minutes and 120 minutes. The catalyst used in this study was a carbonate compound, namely 20% BaCo₃ to accelerate the reaction of adding carbon. The research results show that pack carburizing from cassava peel waste carbon can increase the surface hardness of AISI 1020 steel or part of the mechanical properties of the material. Testing at a temperature of 875°C withholding time 60 minutes which is 10.7 HRC and is the lowest value in the study while the highest hardness value occurs at a temperature of 900°C withholding time 120 minutes is 48.2 HRC. Microstructure observation results (metallography) on the edges indicates the martensite phase. The more martensite phase, the higher the value of the surface hardness of the steel material in the same direction as the effect of the length of holding time(holding time).

ABSTRAK - Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh holding time terhadap peningkatan kekerasan permukaan material baja AISI 1020 serta menganalisis sifat fisik dan mekanik dari hasil pack carburizing limbah kulit singkong pada baja AISI 1020. Proses pack carburizing pada penelitian ini memiliki variasi temperatur 875°C dan 900°C dengan holding time 60 menit, 80 menit, 100 menit dan 120 menit. Katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah senyawa karbonat yaitu BaCo₃ sebanyak 20% untuk mempercepat reaksi penambahan karbon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pack carburizing dari karbon limbah kulit singkong dapat meningkatkan kekerasan permukaan baja AISI 1020 atau bagian dari sifat mekanik material. Pengujian pada temperatur 875°C dengan holding time 60 menit yaitu 10,7 HRC dan menjadi nilai terendah pada penelitian sedangkan nilai kekerasan tertinggi terjadi pada temperatur 900°C dengan holding time 120 menit yaitu 48,2 HRC. Hasil pengamatan struktur mikro (metallography) pada bagian tepi menunjukkan fasa martensit. Semakin banyak fasa martensit maka semakin meningkat nilai kekerasan permukaan material baja yang searah dari pengaruh lamanya waktu penahanan (holding time).

Keywords: Holding Time, Pack Carburizing, Cassava Waste Carbon, Mechanical Properties

1 PENDAHULUAN

Baja merupakan material yang sangat dekat dengan kehidupan manusia, baja juga merupakan material yang

sering digunakan pada industri industri besar di Indonesia. Didalm baja karbon adalah unsur paling utama yang mempengaruhi kekerasan baja, sehingga kadar karbon harus sesuai dalam pembuatan baja.

Kejadian yang terjadi di Indonesia pada tahun 2015-2019 mengimpor bahan cangkul sebanyak 505,6 ton dikarenakan kekerasan material di Indonesia 73 HRB lebih rendah nilai kekerasannya dari pada cangkul impor kemudian provinsi Aceh memproduksi singkong 15,672 juta ton pada tahun 2018 (Kementan, 2018). Besarnya produksi singkong di Indonesia meninggalkan limbah dari singkong itu sendiri sehingga diperlukan penindakan lebih lanjut terkait dengan pemanfaatan limbah kulit singkong. Kulit singkong sendiri mengandung 59,31% karbon (Maulinda et al., 2015). Kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai media pack carburizing padat untuk meningkatkan kekerasan pada permukaan baja yang sering mengalami keausan yang sering digunakan di peralatan pertanian seperti baja AISI 1020.

Pemilihan baja AISI (American Iron and Steel Institute) 1020 karena termasuk ke dalam bagian dari karbon rendah yang memiliki kisaran kadar karbon antara 0,22 sampai 0,30% C. Baja karbon ini penggunaannya cukup luas karena harganya yang murah, keuletan yang sangat baik, dan mampu mesin serta mampu las yang baik. Namun baja ini memiliki kekurangan yaitu hardenability yang buruk karena kadar karbon yang dikandungnya sedikit. Baja jenis ini sering digunakan pada aplikasi seperti body mobil, baja struktural, alat pertanian, baja lembaran untuk pipa, bangunan, jembatan (Suprianto, 2015). Unsur kimia dari baja karbon AISI 1020 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Komposisi Baja AISI 1020

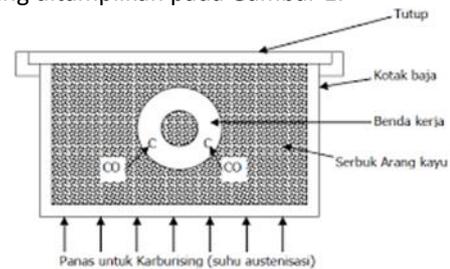
Kode	(C)%	(Si)%	(Mn)%	(P)%	(Cr)%
AISI 1020	0,20-0,30%	0,15-0,35%	0,50-0,70%	0,035% max	0,90-1,40%

Sumber: (Muslih dan Nasution, 2020)

Carburizing merupakan suatu proses meningkatkan karbon ke permukaan barang atau benda kerja, dioba dengan memanaskan barang kerja dalam area yang memiliki banyak karbon aktif, sehingga karbon berdifusi masuk kedalam permukaan baja. Pada temperatur carburizing, media karbon terurai jadi CO yang berikutnya terurai jadi karbon aktif yang berdifusi masuk ke dalam baja serta menaikkan kandungan karbon pada permukaan baja. Pada proses perlakuan panas, tercantum karburising senantiasa mengacu pada diagram fasa yang bersumber pada karbon dari baja (Wisnujati dkk., 2017). Pengarbonan ini adalah cara pengarbonan yang sudah tua, media pengarbonan adalah butiran-butiran arang dan kokas atau ditambah senyawa karbonat sebagai katalisator. Baja dipanaskan yang sudah dicampur arang dengan suhu 900° C dengan waktu penahan beberapa lama, waktu tahan tergantung kekerasan yang diinginkan. Yang kemudian didinginkan sesudah dipanaskan karburasi padat ini untuk memperoleh lapisan tebal 0,75 mm-4 mm.

Proses pack carburizing Gas CO bereaksi dengan permukaan baja karbon rendah membentuk atom karbon

yang kemudian terdifusi masuk ke dalam baja mengikuti persamaan: $2CO + Fe \rightarrow Fe(C) + CO_2$ proses pack carburizing ditampilkan pada Gambar 1.



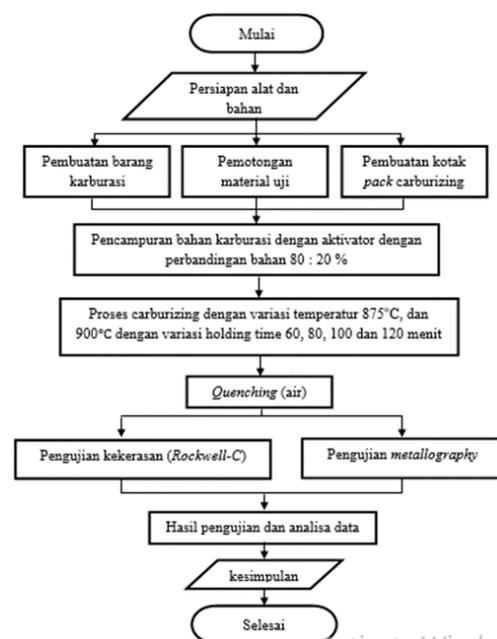
Gambar 1. Proses Pack carburizing (Ngakan dkk., n.d.)

Singkong adalah tanaman tropis yang bermanfaat dan digunakan sebagai sumber kalori yang murah. Di Indonesia singkong dijadikan makanan pokok setelah padi dan jagung. Kandungan zat gizi singkong adalah karbohidrat, lemak, protein, serat makanan, vitamin (B1,C), mineral (Fe,F,Ca), dan zat non gizi, seperti air. Selaian itu limbah ini mengandung unsur karbon yang cukup tinggi sebesar 59,31% (Maulinda et al., 2015).

2 Metode

Pelaksanaan penelitian ini meliputi dari tahap persiapan alat dan bahan sampai dengan pengujian hasil spesimen yang diuji, adapun pelaksanaan kegiatan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut (1) Pembuatan Arang Kulit Singkong; (2) Proses Pack carburizing; (3) Proses Pengujian Kekerasan; (4) Proses Pengujian Struktur Mikro.

Pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan alat uji kekerasan rockwell (skala C) yang dilakukan pada baja karbon rendah yang sudah dilakukan perlakuan panas menggunakan metode pack carburizing dengan temperatur 875°C dan 900°C dan didapatkan perubahan sifat mekanis pada benda uji.



3 Hasil Dan Pembahasan

Pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan alat uji kekerasan rockwell (skala C) yang dilakukan pada baja karbon rendah yang sudah dilakukan perlakuan panas menggunakan metode pack carburizing dengan temperatur 875°C dan 900°C dan didapatkan perubahan sifat mekanis pada benda uji.

Nilai kekerasan sebelum dilakukan perlakuan panas pack carburizing diperoleh nilai kekerasan raw material yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2: Nilai Kekerasan Raw Material

No.	jarak dari tepi	HRC rata-rata			HRC rata rata
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1	2 mm	7	6	9	7,3
2	4 mm	3	11	9	7,6
3	6 mm	10	12	9	10,3

Dari data hasil kekerasan raw material pada tabel 2 dapat dilihat nilai kekerasan dari jarak tepi 2 mm memiliki nilai kekerasan range nya yang berdekatan dari tiga titik pengujian, dengan nilai rata-rata kekerasan raw material paling rendah yaitu 7,3HRC. Pada pengujian dari jarak tepi 4 mm didapatkan nilai kekerasan yang rendah pada titik pertama 3 HRC, dan nilai rata-rata yang didapatkan yaitu 7,6HRC. Kemudian hasil yang didapatkan dari jarak tepi 6 mm adalah angka kekerasan yang tertinggi pada pengujian raw material baja AISI 1020. Nilai kekerasan tersebut adalah yang dimiliki pada fasa perlit yaitu campuran ferit dengan sementit dengan nilai kekerasan sekitar 10-30 HRC.

Nilai kekerasan rata-rata pada specimen baja AISI 1020 perlakuan panas pack carburizing tempratur 875°C dengan holding time 60 menit, 80 menit, 100 menit, dan 120 menit.

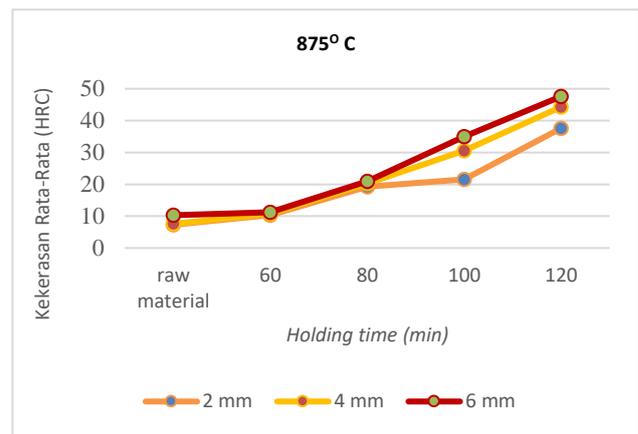
Tabel 3. kekerasan rata-rata pada temperatur 875°C

Jarak dari Tepi (mm)	raw material	HRC rata-rata			
		60min	80min	100min	120min
2	7,3	10,3	19,3	21,6	37,6
4	7,6	10,7	20,3	30,6	44,3
6	10,3	11,2	21	35	47,6
Rata-rata	8,4	10,7	20,2	29	43

Hasil dari pack carburizing dari variasi waktu tahan yang diikuti pendinginan menggunakan air nilai kekerasan yang diperoleh lebih tinggi daripada nilai kekerasan raw material, Pada jarak tepi 2mm nilai kekerasannya 7,3 HRC. Sedangkan nilai kekerasan setelah pack carburizing pada waktu tahan 60 menit adalah 10,3 HRC, pada waktu tahan 80 menit kekerasan tertinggi pada jarak tepi 6 mm yaitu 21 HRC dan pada jarak tepi 4 mm 20,3 sedangkan pada jarak tepi 2 mm memiliki

kekerasan terendah pada waktu tahan 80 menit yaitu 19,3 HRC. Kemudian kekerasan pada waktu penahanan 100 menit didapatkan nilai kekerasan terendah pada jarak tepi 2mm yaitu 21,6 HRC dan pada jarak tepi 4 mm mendapatkan nilai kekerasan 30,6 HRC sedangkan pada jarak tepi 6 mm menjadi nilai kekerasan tertinggi pada waktu penahan 100 menit nilai kekerasannya yaitu 35 HRC.

Pada waktu penahanan 120 menit pada proses karburasi didapatkan nilai kekerasan 37,6 HRC dari titik tepi 2 mm, yaitu 44,3 HRC dari titik tepi 4mm yaitu 44,3. Sedangkan pada titik tepi 6 mm merupakan nilai kekerasan pada proses karburasi dengan tempratur 875°C dengan nilai kekerasan yaitu 47,6 HRC.



Gambar 2. Grafik hubungan HRC-Holding time pada temperatur 875°C

Nilai kekerasan rata-rata pada benda uji baja AISI 1020 yang telah dilakukan proses karburasi (pack carburizing) temperatur 900°C dengan waktu penahanan 60 menit, 80 menit, 100 menit, 120 menit. Yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4: Nilai Kekerasan Rata-Rata Pada Temperatur 900°C

No.	Jarak dari Tepi (mm)	HRC rata-rata				
		raw material	60	80	100	120
1	2	7,3	9,6	10,3	31,6	43,6
2	4	7,6	10,3	12	40,6	44,6
3	6	10,3	22	28	50	56,6
Rata-Rata		8,4	13,9	16,7	40,7	48,2

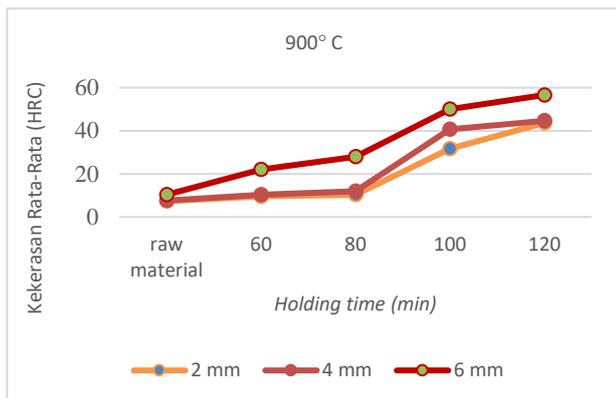
Dari Tabel 3: dapat diketahui nilai kekerasan rata-rata pada baja AISI 1020 setelah peroses pack carburizing kemudian diikuti proses quenching dengan air pada tempratur karburasi 900oC dengan variasi holding time 60 menit, 80 menit, 100 menit, 120 menit. Nilai kekerasan rata-rata waktu penahanan 60 menit dari jarak tepi 2 mm 9,6 HRC, jarak tepi 4 mm 10,3 HRC, dan kemudian jarak tepi 6 mm yaitu 22 HRC.

Pada waktu penahanan 80 menit didapatkan nilai rata-rata kekerasan dari jarak tepi 2 mm adalah 10,3 HRC, sedangkan dari jarak tepi 4 mm adalah 12 HRC, kemudian hasil kekerasan rata-rata dari jarak tepi 6 mm yaitu 28

HRC. Pada nilai kekerasan rata-rata dari waktu penahanan 100 menit pengambilan pengujian dari titik jarak tepi 2 mm 31,6 HRC, kemudian dari jarak tepi 4 mm 40,6 HRC, sedangkan nilai kekerasan rata-rata dari jarak tepi 6 mm adalah 50 HRC. Selanjutnya hasil data pengujian dari variasi waktu penahanan 120 menit dengan temperatur 900oC adalah hasil kekerasan rata-rata tertinggi dari semua nilai kekerasan yaitu nilai kekerasan dari jarak tepi 2 mm adalah 43,6HRC, kemudian dari jarak tepi 4 mm 44,6 HRC, dan jarak tepi 6mm adalah 56,6 HRC.

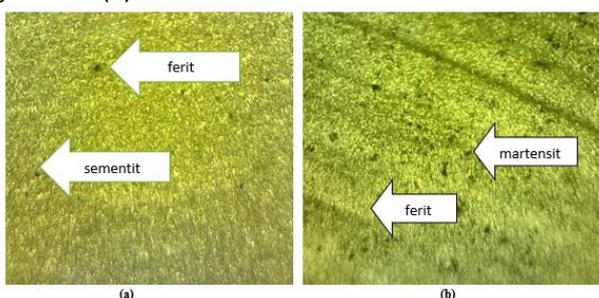
Peningkatan kekeras baja setelah melakukan proses pack carburizing pada temperatur karburasi 900oC lebih meningkat dibandingkan dengan temperatur 875oC dikarenakan semakin tinggi temperatur pada saat proses karburasi maka semakin cepat atom-atom berdifusi kedalam permukaan baja dan waktu yang semakin lama mempengaruhi semakin banyaknya atom-atom yang masuk dan tersusun kedalam permukaan logam baja. Yang menghasilkan baja menjadi lebih meningkat kekerasannya karena bertambahnya atom-atom karbon pada baja, karbon merupakan unsur kimia yang mempengaruhi kekerasan baja.

Dan untuk lebih jelas dapat dilihat pada grafik hubungan kekerasan rata-rata dengan temperatur karburasi yang ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan HRC-Holding time Pada Temperatur 900°C

Struktur Mikro Material berikut ini adalah hasil foto mikro dari hasil variasi temperatur 875oC holding time 60 menit pada gambar 4 (a) sedangkan pada variasi temperatur 900oC Holding time 120 menit pada gambar 4 (b)



Gambar 4. Struktur Mikro Temperatur 875oC Holding time 60 Menit
Struktur Mikro Temperatur 900oC Waktu Penahanan 120 Menit

Pada variasi temperatur 875°C holding time 60 menit (Gambar 4) termasuk dalam susunan fasa sementit terlihat rapatnya susunan atom-atom dan pernyataan ini dibuktikan dengan hasil data kekerasan rata-rata pada Tabel 2 dimana didapatkan hasil kekerasan rata-rata 10,7 HRC, yang dikarenakan bertambahnya susunan karbon yang terdifusi kedalam permukaan baja. Pada Gambar 4(b) menunjukkan fasa martensit susunan fasa ini terlihat berwarna gelap atau kehitaman yang dikarenakan terjadinya pendinginan cepat hingga berubahnya butiran FCC (*Face Centered Cubic*) menjadi BCC (*Body Centered Cubic*). yang terlihat juga terdapat susunan butiran atom ferite yang berwarna kuning atau tampak cerah namun jumlahnya tidak terlalu banyak, faktor inilah yang menyebabkan kekerasan pada benda uji ini meningkat tinggi salah satunya yaitu hasil dari variasi temperatur tinggi dan semakin lama waktu penahanan maka semakin banyak atomkarbon yang berdifusi dan dapat dibuktikan hasil kekerasan dari hasil pengujian 48,2 HRC.

4. Kesimpulan

Proses pack carburizing dengan menggunakan karbon dari arang kulit singkong dan menggunakan media air sebagai pendinginan (*Quenching*), kemudian diikuti dengan variasi waktu tahan karburasi (*Holding time*) dapat meningkatkan kekerasan permukaan baja AISI 1020. Hasil pack carburizing dari karbon limbah kulit singkong dapat meningkatkan kekerasan permukaan baja AISI 1020 atau bagian dari sifat mekanik material. Dimana temperatur 875°C dengan holding time 60 menit yaitu 10,7 HRC menjadi nilai hasil yang terendah, sedangkan nilai kekerasan tertinggi pada temperatur 900°C dengan holding time 120 menit yaitu sebesar 48,2 HRC. Hasil pengamatan struktur mikro (*Metallography*) pada bagian tepi menunjukkan fasa martensit, banyaknya fasa martensit maka semakin meningkat pula kekerasan permukaan material baja yang searah dari pengaruh lamanya waktu penahanan (*Holding time*).

Daftar Pustaka

- Kementan, R. (2018). Produksi Ubi Kayu1) Menurut Provinsi, 2014 - 2018. Data Produksi Ubi Kayu. [https://www.fairportlibrary.org/images/files/Renovati onProject/Concept_cost_estimate_accepted_031914. pdf](https://www.fairportlibrary.org/images/files/Renovati%20onProject/Concept_cost_estimate_accepted_031914.pdf)
- Maulinda, L., Nasrul, Z., & Sari, D. N. (2015). Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 4(2), 11–19.
- Muslih, & Nasution, R. H. (2020). Analisa Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Aisi 1020 Terhadap Perlakuan Carburizing Dengan Arang Batok Kelapa. Buletin Utama Teknik, 15(2), 165–173.

- Muhammad, M., Reza Putra, T. Hafli, Nurul Islami, and Abdul Malik. "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas dan Sabut Kelapa dengan Polyester Bening 108." *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology* 7, no. 1 (2023): 68-73.
- Ngakan, D., Putra, K., Made, I. D., & Muku, K. (n.d.). Pack carburizing Baja Karbon Rendah. 167–172.
- Putra, Reza, Muhammad Muhammad, T. Hafli, Nurul Islami, and Muhammad Nugraha. "Analysis of the Mechanical Properties of Teak Sawdust-Reinforced Composite Boards Affected by the Alkalization Process." *International Journal of Engineering, Science and Information Technology* 2, no. 4 (2022): 11-18.
- Suprianto, dedi. (2015). Pengaruh Variasi Temperatur Pada Proses Hardening Terhadap Kekerasan, Struktur Micro Baja Aisi 1025 Dengan Media Pendingin. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 3(April), 49–58.
- Wisnujati, A., Vokasi, P., & Yogyakarta, U. M. (2017). Analisis perlakuan. 8(1), 127–134.