

Pengerasan Permukaan Baja Karbon Rendah Melalui Proses *Pack Carburizing* Dengan Menggunakan Arang Cangkang Kemiri

Richard A.M. Napitupulu^{*)}, Maruba Manurung, Charles S.P. Manurung,
Siwan Peranginangin

Prodi Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen, Jln. Sutomo No. 4a Medan

^{*)} email: richard_alf@yahoo.com

Abstract

The easiest and most frequently used way to increase the surface hardness of the steel while maintaining its inner ductility is the Pack Carburizing process. By using a carburizer from candlenut shell charcoal as a carbon source, sodium carbonate as a catalyst and SAE 20 oil as a cooling medium. The research variables were $T_1 = 850^\circ \text{C}$, $T_2 = 900^\circ \text{C}$, $T_3 = 950^\circ \text{C}$, $T_4 = 1000^\circ \text{C}$ while the holding time used was 120 minutes. The highest hardness from the research results was found at $T_3 900^\circ \text{C} = 543.8 \text{ HV}$ followed by $T_2 950^\circ \text{C} = 542.8 \text{ HV}$, $T_1 850^\circ \text{C} = 529.2 \text{ HV}$, and $T_4 1000^\circ \text{C} = 527.4 \text{ HV}$

Keywords: candlenut shell; carburizing pack; heat treatment; carbon steel.

1. PENDAHULUAN

Baja merupakan paduan yang terdiri dari besi, karbon dan unsur yang lainnya, seperti: *Silicon (Si)*, *Fospor (S)*, *Tembaga (Cu)*. Karbon merupakan suatu unsur terpenting karena dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja [1]. Baja merupakan logam yang paling banyak digunakan dalam dunia teknik berupa: bentuk pelat, lembaran, pipa batang, profil dan sebagainya. Baja terdiri dari baja paduan rendah (*low alloy steel*), *baja paduan sedang dan baja paduan tinggi (high alloy steel* [2].

Baja paduan rendah biasanya digunakan untuk mendapatkan hardenability lebih baik yang akan meningkatkan sifat mekanis lainnya, juga digunakan untuk meningkatkan ketahanan korosi dalam kondisi lingkungan tertentu. Dengan unsur karbon menengah ke tingkat karbon tinggi, baja paduan rendah sulit untuk dilas. Menurunkan kandungan karbon pada kisaran 0,10% C menjadi 0,30% C [3], bersama dengan beberapa pengurangan elemen paduan, meningkatkan *weldability* dan sifat mampu bentuk baja dengan tetap menjaga kekuatannya. Untuk meningkatkan sifat atau memperbaiki sifat fisik dan mekanis dari baja karbon rendah umumnya digunakan metode *carburizing*.

Carburizing umumnya diterapkan untuk meningkatkan kekerasan, ketahanan aus dan sobek [4], ketahanan lelah [5,6] dan sifat mekanik lainnya [7] dari logam besi dan nonferrous. Adsorpsi karbon dapat menghasilkan penguatan larutan padat, pengerasan presipitasi, transformasi fasa atau perubahan struktur mikro substrat logam, yang mengarah pada modifikasi sifat permukaan atau curahnya. Tingkat penyerapan karbon dapat sangat berbeda tergantung pada proses karburasi yang digunakan. Ada berbagai teknik yang tersedia untuk karburasi logam, seperti *gas carburizing*, *pack carburizing*, *liquid carburizing*, dan *vacuum carburizing*. Metode *pack carburizing* umum banyak digunakan. Proses *carburizing* menggunakan media padat umumnya dilakukan pada temperatur $850^\circ \text{C} - 1000^\circ \text{C}$ selama waktu tertentu [8-10], sehingga atom-atom karbon dari karburiser akan berdifusi ke permukaan baja karbon rendah. Proses difusi atom-atom karbon ini terjadi secara interstisi, dimana atom-atom yang berukuran lebih kecil

akan menyisip pada rongga-rongga kosong di antara atom-atom logam yang memiliki ukuran yang lebih besar

Salah satu media padat yang umum digunakan adalah arang cangkang kemiri. Cangkang kemiri memiliki nilai presentasi karbon sebesar 76,31%[11]. Media ini menjadi salah satu bahan yang cocok sebagai media *pack carburizing*, mengingat ketersediaan yang cukup banyak dan memiliki presentasi karbon yang cukup tinggi. Untuk menjadikan arang cangkang kemiri sebagai sumber karbon, cangkang kemiri terlebih dahulu diubah menjadi bentuk butiran. Butiran Kemiri akan membantu proses perubahan karbon padat menjadi gas melalui pemanasan.

Dengan metode *pack carburizing* dengan media padat kemiri penelitian ini diharapkan mendapatkan hasil peningkatan sifat baja karbon rendah dengan persentasi karbon yang lebih baik

2. METODOLOGI PENELITIAN

a. Proses *Carburizing*

Proses pengkarbonan dilakukan dengan menggunakan media karburizer arang cangkang kemiri yang ditumbuk dan diayak hingga lembut. Tahapan proses *carburizing* meliputi Mempersiapkan spesimen yang akan di *carburizing* yaitu spesimen pada temperatur 850⁰ C, 900⁰ C, 950⁰ C, 1000⁰ C dan *holding time* 120 menit.



Gambar 1. Spesimen dalam kotak karburisasi

Mempersiapkan media karbon dari arang cangkang kemiri dan bahan tambah berupa *Natrium Karbonat* (Na_2CO_3), Mencampur karburizer arang cangkang kemiri dengan bahan tambah dengan kombinasi 60% karburizer, arang cangkang kemiri 40% *Natrium Karbonat* (Na_2CO_3).



Gambar 2. (a) Kotak karburisasi dalam tungku pemanas, (b) spesimen dari dalam tungku

b. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan alat uji kekerasan mikroVickers, pengujian ini dengan cara: permukaan material dihaluskan dengan cara diampelas dengan urutan kertas amplas Setelah diampelas pada bagian permukaan spesimen diautosol sampai mengkilap dilanjutkan dengan menentukan besar pembebanan yaitu 1 kgf.

c. Pengujian Metalografi

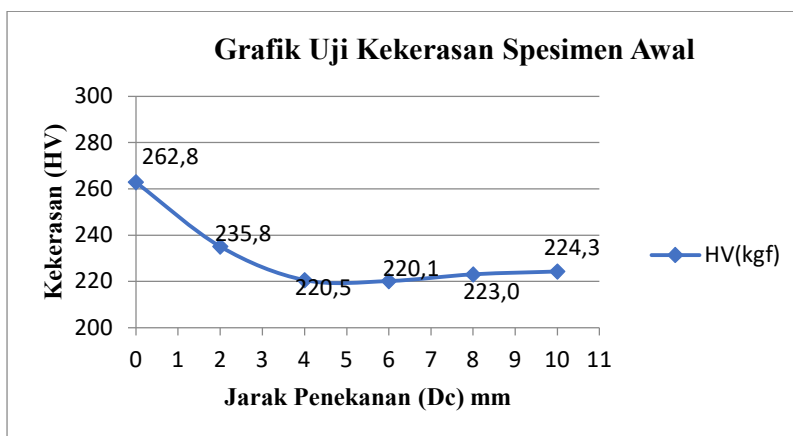
Pengujian metalografi dilakukan dengan cara meratakan bagian permukaan hingga benar-benar tidak terlihat goresan dan dietsa pada larutan nital (10% HNO₃ dan 90 % Alkohol) selama 15 detik kemudian dikeringkan setelah itu dilakukan pengamatan struktur mikro pada permukaan material dengan menggunakan mikroskop optik. Pengambilan foto dilakukan sepanjang penampang diameter spesimen untuk mengamati perubahan struktur mikro akibat penambahan unsur karbon dan proses quench (pendinginan cepat).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

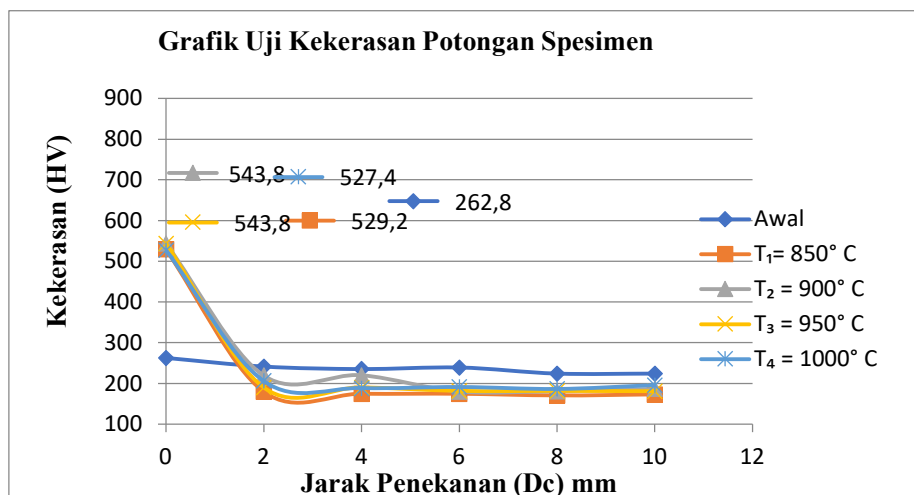
a. Hasil Pengujian

Pengujian Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan terhadap seluruh spesimen dapat dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 3. Grafik uji keras untuk spesimen awal sebelum perlakuan panas



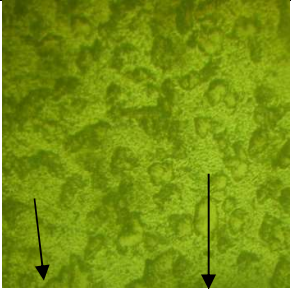
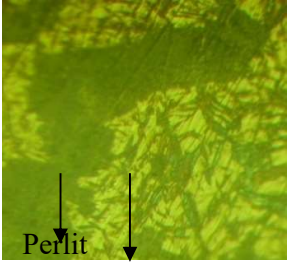
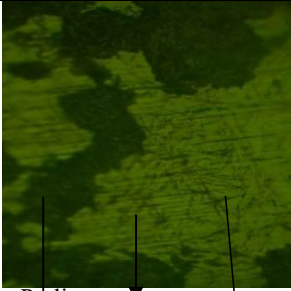
Gambar 4. Grafik uji keras untuk spesimen I T₁= 850° C; II T₂= 900° C, III T₃= 950° C, IV T₄= 1000° C dengan waktu penahanan t_{1,2,3,4}=120 menit

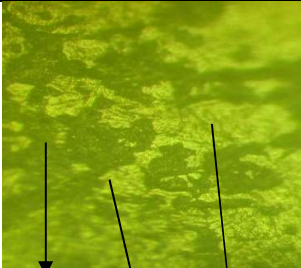
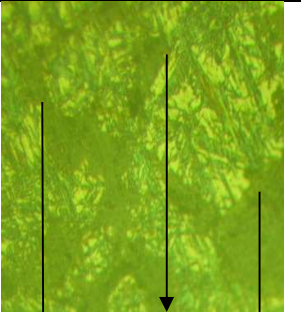
Dari hasil penelitian dapat dilihat pada gambar 3 di atas menunjukkan kekerasan baja karbon pada spesimen awal lebih rendah dibandingkan setelah diproses pack carburizing dengan temperatur yang bervariasi yaitu 850° C, 900° C, 950° C, dan 1000° C seperti pada gambar 4. Holding Time yang tetap yaitu 120 menit. dengan proses quencing oli SAE 20. Hal ini disebabkan adanya difusi atom C yang berasal dari arang cangkang kemiri yang masuk melalui permukaan spesimen.

b. Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro yang dilakukan pada seluruh spesimen baik kondisi awal dan setelah proses *carburizing* menunjukkan hubungan yang signifikan dengan data kekerasan. Perubahan struktur mikro terjadi akibat adanya proses pengerasan dengan bertambahnya kadar C di permukaan dan akibat pendinginan cepat menyebabkan terbentuknya fasa keras di daerah permukaan.

Tabel 1. Rangkuman Foto Struktur Mikro pada setiap spesimen.

| No | Carburizer | Temperatur | VHN Carburizer | VHN Potongan Carburizer | Stuktur Mikro |
|----|-----------------------|--------------------|----------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | | Spesimen Awal | 262,8 | |  Fe ₃ C Alpha |
| 2 | Arang Cangkang Kemiri | 850 ⁰ C | 529,2 | 607, 9 |  Perlit halus Ferit Martensit |
| 3 | Arang Cangkang Kemiri | 900 ⁰ C | 543,8 | 610,5 |  Perlit halus Ferit Martensit |

| | | | | | |
|---|-----------------------|---------------------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Arang Cangkang Kemiri | 950 ⁰ C | 543,5 | 594,6 |  <p>Peflit halus ferit Martensit</p> |
| 5 | Arang Cangkang Kemiri | 1000 ⁰ C | 527,4 | 579,0 |  <p>Martensit Ferit Perlit halus</p> |

Pengujian struktur mikro yang dilakukan pada seluruh spesimen baik kondisi awal dan setelah proses carburizing menunjukkan hubungan yang signifikan dengan data kekerasan. Perubahan struktur mikro terjadi akibat adanya proses pengerasan dengan bertambahnya kadar karbon di permukaan dan akibat pendinginan cepat menyebabkan terbentuknya fasa keras di daerah permukaan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini spesimen II pada temperatur 900°C waktu penahanan 120 menit dengan quenching oli SAE 20 yang lebih tinggi karena untuk spesimen II pada permukaan spesimen kekerasannya adalah 543,8 HV dengan rata-rata kekerasan untuk bagian dalam spesimen adalah 255,11 HV.

Kenaikan angka kekerasan disebabkan adanya struktur martensit pada permukaan. Hal ini berawal dari jumlah austenit pada bagian dalam spesimen II lebih besar dari pada spesimen I, sehingga persentase struktur martensit yang terjadi akibat transformasi austenit pada pendingin spesimen II lebih besar dari pada spesimen I.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] William D. Calister Jr, Terwort, “ Material Sciences and Engineering” Fourth Edition, Jhon Wiley & Son, Inc
- [2] K E Telning, Butterwoths “ Steel and Heat Treatmen “ Bopors Handbook
- [3] Suratman, Rochim. 1994. “Panduan Proses Perlakuan Panas “. Bandung: Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung.

- [4] B. Selcuk, R. Ipek, M.B. Karamis, A study on friction and wear behaviour of carburized, carbonitrided and borided AISI 1020 and 5115 steels, *J. Mater. Process. Technol.* 141 (2003) 189–196.
- [5] N. Agarwal, H. Kahn, A. Avishai, G. Michal, F. Ernst, A.H. Heuer, Enhanced fatigue resistance in 316L austenitic stainless steel due to low-temperature paraequilibrium carburization, *Acta Mater.* 55 (2007) 5572–5580.
- [6] T.M. Loganathan, J. Purbolaksono, J.I. Inayat-Hussain, N.Wahab, Effects of carburization on expected fatigue life of alloys steel shafts, *Mater. Des.* 32 (2011) 3544–3547.
- [7] G. Krauss, Martensite in steel strength and structure, *Mater. Sci. Eng. A* 273–275 (1999) 40–57.
- [8] Amanto, H. & Daryanto, 1999. *Ilmu Bahan*, Bumi Aksara, Jakarta Arifin, 1977. *Ilmu Logam*, Ghalia Indonesia, Jakarta
- [9] Fata O. A., Simeon A. I., Isiaka., Oluwole O., and Joseph O. B., 2010. Pack Carburization of Mild Steel, using Pulverized Bone as Carburizer: Optimizing Process Parameters, *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*, ISSN 1583-1078, issue 16, p. 1-12
- [10] Mohammad Nurhilal, Pengaruh temperature, holding time proses peck carburizing baja karbon terhadap sifat fisik dan mekanik, *Jurnal Teknologi*, Volume 10 Nomor 2, Desember 2017, pp. 153-162.
- [11] G. Krauss, Case hardening of steel, in: R.B. Shingledecker (Ed.), *28 Heat treating, Metals Handbook Desk Edition*, American Society of Metals, Metals Park, Ohio, USA, 1985, pp. 28.21–28.32.