

Efektifitas Carburizer dari Sumber Karbon Berbeda Pada Proses Pack Carburizing

Dewa Ngakan Ketut Putra Negara^{1)*}

¹⁾Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362
Email: devputranegara@gmail.com

Abstrak

Proses pack carburizing merupakan salah satu metode pengerasan permukaan pada logam yang diaplikasikan pada komponen yang membutuhkan sifat keras pada permukaan dan ulet pada inti seperti poros, crankshaft dan roda gigi. Carburizer yang merupakan campuran dari karbon dan energizer merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi proses ini. Pada penelitian ini diteliti efektifitas penggunaan karbon dari arang bambu, pelepah kelapa, tulang bebek dan tulang kambing sebagai sumber carburizer. Karbon-karbon tersebut dicampur dengan energizer dengan komposisi 20% BaCO₃ dan 80% karbon. Proses dilakukan dengan memanaskan specimen pada plat baja yang berisi carburizer sampai suhu 900°C, diholding selama 3 jam dan didinginkan dengan air. Keefektifan karbon dievaluasi dari tingkat kekerasan dan kedalaman kekerasan (total case depth) yang bisa dicapai dari masing-masing karbon yang digunakan. Kekerasan diukur dengan menggunakan metode Vickers. Hasil penelitian menunjukkan bahwa carburizer dengan arang tulang kambing memberikan kekerasan permukaan yang paling tinggi (556,37 HV) diikuti oleh arang bambu (532,01 HV), arang pelepah kelapa (363,41 HV) dan arang tulang bebek (340,41 HV). Sedangkan dari segi kedalaman tingkat kekerasan, carburizer dengan arang bambu memberikan efektifitas kedalaman yang paling tinggi yaitu sampai 2,6 mm diikuti oleh carburizer dengan arang tulang kambing, arang tulang bebek dan arang pelepah kelapa dengan kedalaman kekerasan berturut-turut sebesar 1,4 mm, 1,2 mm dan 1 mm.

Kata kunci: Baja karbon rendah, pack carburizing, kekerasan, carburizer

Abstract

Pack carburizing is a method for surface hardening of metal which is commonly applied to component requiring hard surface and ductile core properties such as shaft, crankshaft and gear. Carburizer, mixing of energizer and carbon, is one parameter influencing of this process. In this research the effectiveness of carbon of bamboo, coconut leaves, goat bone and duck bone charcoals are evaluated by hardness and total case depth obtained. Those carbons and energizer are mixed with composition 80% carbon and 20% energizer. Pack carburizing process was carried out by heated the specimens up to 900°C, soaked during 3 hours and quenched in the water. The hardness was measured by use of Vickers method. It was found that carburizer with goat bone charcoal produce the highest hardness (556.37 HV) followed by bamboo charcoal (532.01 HV), coconut leaves charcoals (363.41 HV) and duck bone charcoal (340.41 HV). Meanwhile, the highest total case depth was obtained by use of bamboo charcoal (2.6 mm) followed by goat bone, duck bone and coconut leave charcoals with total case depth respectively 1.4 mm, 1.2 mm and 1 mm.

Keywords: Low carbon steel, pack carburizing, hardness, carburizer

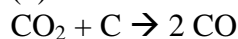
1. PENDAHULUAN

Proses pengerasan permukaan (*surface hardening*) pada umumnya diberikan pada komponen dari logam yang dalam aplikasinya membutuhkan sifat keras pada permukaan dan tetap *ductile* pada bagian inti, seperti poros, *crankshaft* dan roda gigi. Karakteristik ini dibutuhkan agar komponen tersebut tahan terhadap keausan [1], tahan terhadap korosi serta mampu menahan beban statik dan dinamik [2], mampu menahan beban tarik, tekan, impak, abrasi, torsi dan bending yang akhirnya memiliki *lifetime* yang lebih panjang [3]. Jika roda gigi tidak memiliki sifat-sifat tersebut maka sering ditemukan kegagalan seperti keausan, deformasi, patah dan pecah [4]. Proses pengerasan permukaan ini bisa dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan mengubah komposisi kimia dan tanpa mengubah komposisi kimia dari material. Baja karbon rendah dengan kandungan karbon kurang 0,3% tidak bisa dikeraskan dengan proses hardening biasa, tetapi terlebih dahulu harus ditambahkan unsur karbon kedalamnya. Hal ini karena peningkatan kadar karbon berbanding lurus dengan kekerasannya [5]. Karena difusi karbon tidak sampai ke inti, maka pengerasan hanya terjadi pada permukaan sedangkan di bagian inti tetap ulet. Salah satu metode pengerasan permukaan secara kimia adalah *pack carburizing*.

Pack carburizing, seperti ditunjukkan pada gambar 1, dilakukan dengan cara mendifusikan karbon padat pada temperatur 850⁰C-950⁰C (suhu austenisasi) ke permukaan baja yang dikarburasi [6]. Proses ini dilakukan pada baja dengan kadar karbon di bawah 0,3% karena dengan kandungan karbon seperti ini fasa martensit yang keras tidak dimungkinkan terjadi [7]. Pemanasan pada 850⁰C-950⁰C menyebabkan BaCO₃ terurai menjadi barium oksida dan karbon dioksida. Karbon dioksida yang dihasilkan bereaksi dengan karbon dari *carburizer* menghasilkan karbon monoksida yang selanjutnya karbon terdifusi ke logam bereaksi dengan besi membentuk besi karbon dan karbon dioksida. Selanjutnya reaksi ini terjadi secara terus menerus. Proses reaksi difusi ini ditunjukkan pada persamaan-persamaan berikut.



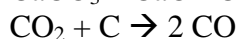
(1)



(2)



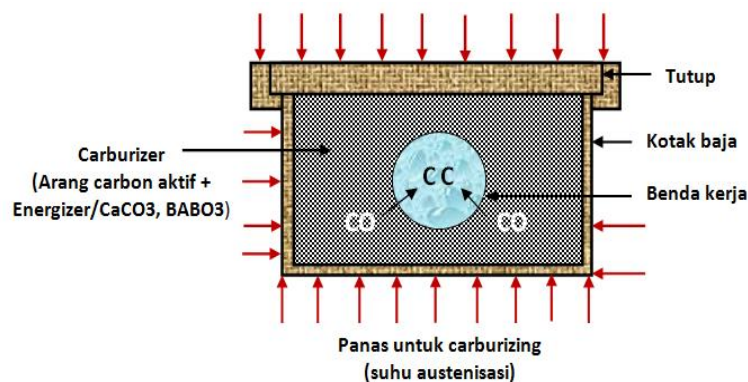
(3)



(4)



(5)



Gambar 1. Skema proses pack carburizing [8]

Untuk mendapatkan baja dengan sifat mekanis yang diinginkan maka parameter proses yaitu temperatur pemanasan, *holding time*, media pendingin, *carburizer*/media karburasi

(karbon+energizer) yang digunakan harus dipilih secara tepat[9]. Pada dasarnya setiap material yang mengandung unsur karbon dapat digunakan sebagai media karburasi. Beberapa sumber karbon yang telah digunakan sebagai *carburizer* antara lain dari arang kelapa [10], cangkang keong emas, pohon jati [11], arang bakau [12], sekam padi [13] arang tempurung kelapa [7,14], cangkang kerang[15], *graphite, charcoal, palm kernel shell*[16], *sugar cane, rice husks, egg shell, melon shell* dan *arecaceae flower droppings*[17]. Pada penelitian ini diteliti keefektifan 4 sumber karbon yaitu dari bambu, pelepah kelapa, tulang bebek, tulang kambing, dan batok kelapa sebagai alternatif sumber karbon untuk *carburizer* terhadap kekerasan baja karbon rendah.

2. METODE

2.1. Material

Material untuk specimen uji yang digunakan adalah baja karbon rendah dengan komposisi kimia ditunjukkan pada Tabel 1. Energizer yang digunakan adalah barium karbonat ($BaCO_3$), sedangkan karbon yang digunakan bersumber dari arang bambu, arang tulang bebek, arang tulang kambing dan arang pelepah kelapa dengan kandungan karbon ditunjukkan pada Tabel 2. Komposisi carburizer ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 1. Komposisi kimia baja karbon rendah (%)

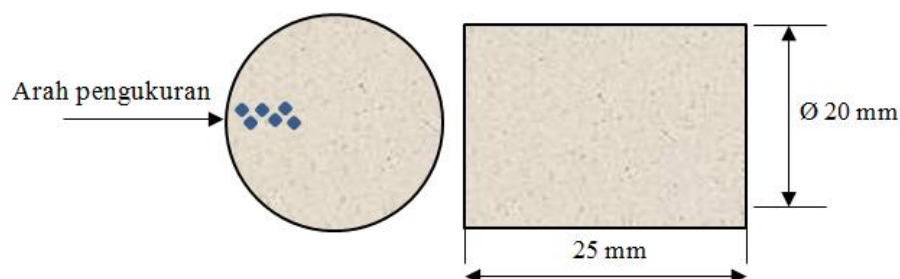
C	P	Ca	Sc	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	La	Re
0.17	0.26	0.3	0.11	0.23	0.63	95.96	1.2	0.3	0.03	0.47	0.5	0.08	0.2

Tabel 2. Kandungan karbon dari arang material sumber karbon

Parameter	Pelepah kelapa	Tulang bebek	Tulang kambing	Bambu
Karbon, C (%)	14,02	19,63	18,96	66,41

Tabel 3. Kode dan komposisi carburizer

Kode carburizer	Komposisi carburizer
TK- $BaCO_3$	80% Arang Tulang Kambing + 20% $BaCO_3$
B- $BaCO_3$	80% Arang Bambu + 20% $BaCO_3$
PK- $BaCO_3$	80% Arang Pelepah Kelapa + 20% $BaCO_3$
TB- $BaCO_3$	80% Arang Tulang Bebek + 20% $BaCO_3$



Gambar 2. Arah pengukuran specimen uji dari tepi ke inti dengan penambahan jarak ukur 0,2 mm.

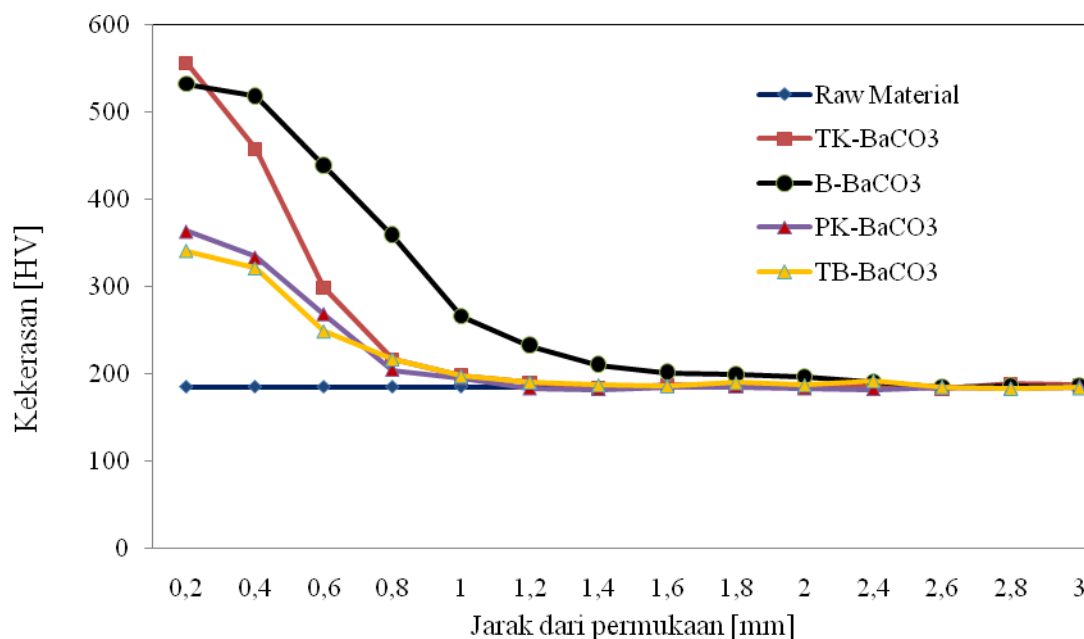
2.2. Pelaksanaan Penelitian

Specimen awal dengan diameter 2 cm dan panjang 5 cm dimasukkan ke dalam kotak baja

yang berisi *carburizer* TK-BaCO₃ dengan jarak minimal 3 mm diantara specimen [8], G.K.,1999). Kotak baja dilapisi dengan seal dari tanah lempung untuk mencegah gas dan udara yang tidak diinginkan masuk ke dalam kotak sehingga *carburizer* tidak terbakar selama pemanasan [18]. Selanjutnya kotak baja dimasukkan ke *electric furnace Nabertherm* (0-1300⁰C) dan dipanaskan hingga 900⁰C. Setelah ditahan selama 3 jam pada temperatur tersebut, selanjutnya kotak baja dikeluarkan dari dapur pemanas. Specimen diambil dari kotak baja untuk didinginkan di dalam air. Untuk mengetahui distribusi kekerasan ke arah melintang, specimen dipotong menjadi 2 bagian (Ø 10 x 25 mm), dipolish dan dietsa, selanjutnya diukur kekerasannya dengan *Vickers Hardness Tester Machine Zwicle* (0.1-10 kg).Arah pengukuran kekerasan specimen ditunjukkan pada Gambar 2.Langkah yang sama dilakukan dengan menggunakan *carburizer* B-CaCO₃, PK-CaCO₃ dan TB-BaCO₃.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekerasan baja karbon rendah asal (*raw material*) diperoleh sebesar 184,72 HV, sedangkan istribusi kekerasan baja karbon rendah yang di pack carburizing menggunakan *carburizer* dengan sumber karbon berbeda ditunjukkan pada Gambar 3. Dari Gambar 3 terlihat bahwa distribusi kekerasan dari ke empat jenis carburizer yang digunakan memperlihatkan pola yang sama yaitu semakin ke inti kekerasan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilaksanakan oleh Fatai Olufemi Aramide[18]. Hal ini menunjukkan bahwa karbon yang mampu berdifusi semakin rendah dengan semakin jauhnya dari permukaan. Kekerasan tertinggi pada permukaan diperoleh dengan menggunakan *carburizer* TK-BaCO₃ yaitu sebesar 556,37 HV diikuti oleh *carburizer* B-BaCO₃, PK-BaCO₃ dan TB-BaCO₃ dengan nilai kekerasan ditunjukkan pada tabel 4. Hal ini menunjukkan bahwa akumulasi difusi karbon dari arang tulang kambing di permukaan lebih besar dibandingkan karbon dari sumber karbon yang lain. Pola ini tidak terjadi selanjutnya untuk TK-BaCO₃ dan B-BaCO₃ ketika kekerasan semakin ke inti dimana penggunaan B-BaCO₃ justru memberikan kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan TK-BaCO₃.Hal ini menunjukkan carburizer B-BaCO₃memiliki kemampuan berdifusi yang lebih baik sampai jarak yang lebih jauh dibandingkan carburizer lainnya.



Gambar 1. Perbandingan distribusi kekerasan baja karbon rendah yang dikarburizing menggunakan carburizer dari sumber arang berbeda

Pada suatu jarak tertentu kekerasan yang dihasilkan sama dengan kekerasan material asal (tanpa perlakuan). Kondisi ini dikenal dengan *total case depth* yaitu jarak dari permukaan dimana kekerasan specimen setelah decarburizing sama dengan kekerasan specimen tanpa perlakuan[3]. Difusi karbon dengan carburizer B-BaCO₃ ini mampu mencapai *total case depth* sampai kedalaman 2,4 mm yang diikuti selanjutnya oleh TK-BaCO₃, TB-BaCO₃ dan PK-BaCO₃ dengan *total case depth* ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kekerasan permukaan dan *total case depth* specimen yang dikarburizing

Carburizer	Kekerasan permukaan [HV]	Total case depth [mm]
TK-BaCO ₃	556,37	1,4
B-BaCO ₃	532,01	2,6
PK-BaCO ₃	363,41	1,0
TB-BaCO ₃	340,41	1,2

Jika dilihat dari kandungan karbonnya, arang bambu memiliki kandungan karbon yang lebih besar dibandingkan arang tulang kambing (Tabel 2), tetapi di permukaan kekerasan yang dihasilkan oleh arang bambu lebih rendah dibandingkan arang tulang kambing. Sedangkan semakin ke inti penggunaan arang bambu menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan arang tulang kambing. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan karbon yang tinggi belum tentu menghasilkan kekerasan tertinggi, sangat tergantung karakteristik dan kemampuan karbon dari sumber arang tersebut untuk berdifusi.

4. SIMPULAN

Karbon dari sumber karbon berbeda memiliki kemampuan difusi yang berbeda pula sehingga keefektifannya untuk menghasilkan kekerasan dan kedalaman kekerasan juga berbeda. Kandungan karbon yang lebih tinggi tidak menjamin menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi. Pada penelitian ini karbon dari arang tulang kambing menghasilkan kekerasan permukaan paling tinggi namun semakin ke arah inti karbon dari arang bambu menghasilkan kekerasan dan kedalaman (*total case depth*) yang paling tinggi dibandingkan karbon dari arang tulang kambing, tulang bebek dan pelepah kelapa. Selanjutnya untuk aplikasinya tergantung dari sampai kedalaman berapa kekerasan yang dibutuhkan untuk aplikasi komponen yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nwoke, V.U, Nnuka E.E, Odo, J.U, and Obiorah S.M.O, 2014, *Effect Of Process Variables On The Mechanical Properties Of Surface Hardened Mild Steel Quenched In Different Media*, International Journal of Scientific & Technology Research Volume 3, ISSUE 4, 388-398, 2014.
- [2] Ravendra Singh, Vedansh Chaturvedi and Jyoti Vimal, *Investigation of Process Parameters for Mechanical and Wear Properties of Carburized mild Steel using Taguchi Approach*, International Journal of Research in Engineering & Applied Science (IJREAS), Vol 2, Issue 5, ISSN: 2249-3095, 2012.
- [3] Emmanuel Jose Ohize and Bernard Numgwo Atsumbe, *Experimental Determination of the effect of wood Charcoal as Carburizing Material on Hardness, Impact and Tensile Strength of Mild Steel*, Journal of Science, Technology, Mathematics & Education(JOSTMED), 9 (2), 2013.
- [4] Muhammad Sadat Hamzah dan Muh. Iqbal, *Peningkatan Ketahanan Aus Baja Karbon*

- Rendah dengan Metode Carburizing*, Jurnal SMARTek, Vol. 6, No. 3, 169-175, 2008.
- [5] Devis J.R, *Surface Treatment of Steels, Understanding the Basics*, ASM International, 2002.
- [6] Amanto, H. dan Daryanto, *Ilmu Bahan*, Bumi Aksara, Jakarta Arifin, 1977.
- [7] Muhammad Iqbal, *Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis pada Proses Pengarbonan Pada Baja Karbon Rendah*, Jurnal SMARTek, Vol. 6, No. 2, 104 – 112, 2008.
- [8] Budinski, G.K, *Engineering Materials Properties Selection “Fourth Edition”*. Prentice Hall. New Jersey, 1999.
- [9] Hochman R and Burson J., *The Fundamentals of Metal Dusting*, New York: API Division of Refining, 1966.
- [10] Viktor Malau dan Khasani, *Karakterisasi Laju Keausan dan Kekerasan dari Pack Carburizing Pada Baja Karbon AISI 1020*, Media Teknik No 3 tahun XXX ISSN 0216-3012, 2008.
- [11] Masyrukan, *Penelitian Sifat Fisis Dan Mekanis Baja Karbon Rendah Akibat Pengaruh Proses Pengarbonan Dari Arang Kayu Jati*, MEDIA MESIN, Vol. 7, No. 1, 40-46, 2006.
- [12] Arianto Leman Soemowidagdo, *Sekam Padi Untuk Proses Pack Karburising Baja Karbon Rendah*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Vol. 12, No.1, 57-68, 2009.
- [13] Arianto Leman Soemowidagdo dan Mujiyono, *Meningkatkan Efektivitas Arang Bakau Pada Proses Karburising Padat Baja Karbon Rendah Menggunakan Barium Karbonat*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Vol. 12, No.2, 124-132, 2009.
- [14] Bethony, F.R, *Efek Proses Pack Carburizing Media Arang Tempurung Kelapa-Barium Karbonat Terhadap Fatigue Failure Baja Karbon AISI 1020*. Seminar Nasional Metalurgi dan Material (SENAMM) no G1-03. Universitas Indonesia. Depok, 2007.
- [15] Nevada J. M. Nanulaitta dan Alexander. A. Patty, *Analisa Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah (S35c) Dengan Pengaruh Waktu Penahanan (Holding Time) Melalui Proses Pengarbonan Padat (Pack Carburizing) dengan Pemanfaatan Cangkang Kerang Sebagai Katalisator*, Jurnal TEKNOLOGI, Volume 8 Nomor 2, 927 – 935, 2011.
- [16] M. Alagbe, *Effects Of Some Carburizing Media on Surface Hardening of Low Carbon Steel*, Journal of Sciences and Multidisciplinary Research, Volume 3, 31-37, 2011.
- [17] Ihom A. Paul, Nyior G. Bem, Nor I. Justine and Ogbodo N. Joy, *Investigation of Egg Shell Waste As An Enhancer in The Carburization of Mild Steel*, American Journal of Material Science and Engineering, 1(2), 29-33, 2013.
- [18] Fatai Olufemi Aramide, Simeon Ademola Ibitoye, Isiaka Oluwole Oledede, and Joseph Olatunde Borode, *Pack Carburizing Of Mild Steel, Using Pulverized Bone As Carburizer; Optimizing Process Parameters*. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, Issue 16, 1-12, 2010.