

The effect of temperature variation on the surface hardness of AISI 1045 steel using palm shell media with the pack carburizing method

Zannun, Murtadhahadi*, Jenne Syarif

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Kota Lhokseumawe, Aceh 24301, Indonesia

*Corresponding author: murthadahadi@pnl.ac.id

Article Processing Dates:

Received 2024-11-09

Accepted 2024-12-26

Available online 2024-12-31

Keywords:

AISI 1045 Steel

Pack Carburizing

Quenching Temperature

Hardness Test

Palm shell

Abstract

AISI 1045 steel is one of the medium carbon steel metals that is widely used as the main material for making machine components such as shafts, gears, chisels and bearings in motor vehicles. The use of medium carbon steel in the industrial world is accompanied by adjustments to the required metal conditions, such as the machining process and surface treatment. Pack Carburizing is a process of adding carbon elements or chemical heat treatment which is done by changing the chemical composition of the steel surface by heating at austenite temperature. To obtain maximum pack carburizing results, several processes need to be carried out, namely heating temperature, Holding Time, carbon media and quenching. The purpose of this study was to determine the effect of variations in heating temperature on increasing hardness with the Pack Carburizing heat treatment process. The experimental method used in heat treatment at different temperatures was 850 ° C, 900 ° C, 950 ° C and a holding time of 2 hours. From the results of hardness testing on raw materials, the average hardness value was obtained at 64.20 HRC, after the pack carburizing process the average value at a temperature of 850 ° C was 75.93 HRC, and at a temperature of 900 ° C it was 88.20 HRC, and at a temperature of 950 ° C the highest average value was obtained at 90.23 HRC.

Pengaruh variasi temperatur terhadap kekerasan permukaan baja AISI 1045 menggunakan media cangkang kelapa sawit dengan metode pack carburizing

Abstrak Baja AISI 1045 merupakan salah satu logam baja karbon sedang yang banyak digunakan sebagai bahan utama pembuatan komponen mesin seperti poros, roda gigi, pahat dan bantalan pada kendaraan bermotor. Penggunaan baja karbon sedang di dunia industri diiringi dengan penyesuaian kondisi logam yang dibutuhkan, seperti dilakukannya proses pengerjaan mesin dan perlakuan permukaan. Karburasi padat (*Pack Carburizing*) merupakan proses penambahan unsur karbon atau *chemical heat treatment* yang dilakukan dengan mengubah komposisi kimia permukaan baja dengan pemanasan pada suhu *austenite*. Untuk memperoleh hasil *pack carburizing* yang maksimal, perlu dilakukan beberapa proses, yaitu temperatur pemanasan, *Holding Time*, media karbon dan *quenching*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur pemanasan terhadap peningkatan kekerasan dengan proses *heat treatment Pack Carburizing*. Metode eksperimental yang dilakukan pada perlakuan panas pada temperatur yang berbeda yaitu 850°C, 900°C, 950°C dan waktu penahanan 2 jam. Dari hasil pengujian kekerasan pada *raw material* diperoleh nilai kekerasan rata rata sebesar 64,20 HRC, setelah proses *pack carburizing* nilai rata-rata pada suhu 850 ° C sebesar 75,93 HRC, Dan pada suhu 900 ° C sebesar 88,20 HRC, Dan pada suhu 950°C didapatkan nilai rata-rata tertinggi sebesar 90,23HRC.

Keywords: Baja AISI 1045, *Pack Carburizing*, Temperatur *Quenching*, Uji Kekerasan, cangkang kelapa sawit

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Baja merupakan jenis logam yang sangat banyak digunakan dalam bidang teknik. Di alam, baja berbentuk biji besi atau besi murni yang belum diolah dan jumlahnya yang melimpah membuat baja banyak dimanfaatkan oleh manusia. Baja memiliki kelebihan dalam sifat mekanik yang memiliki kekuatan dan keuletan yang baik, serta memiliki sifat untuk dimesin (*machineability*) yang mudah dan mampu cor yang baik sehingga dapat dibentuk sesuai keinginan dan kebutuhan manusia, harganya yang murahpun merupakan salah satu kelebihan dari baja. Meningkatkan sifat mekanik baja karbon

biasanya mengandung beberapa unsur paduan. Unsur yang paling dominan pengaruhnya terhadap sifat - sifat baja adalah unsur karbon, meskipun unsur -unsur lain tidak bisa diabaikan begitu saja [1].

Baja AISI 1045 merupakan salah satu logam baja karbon sedang yang banyak digunakan sebagai bahan utama pembuatan komponen mesin seperti poros, roda gigi, pahat dan bantalan pada kendaraan bermotor [2]. Baja AISI 1045 disebut juga sebagai baja karbon sedang, hal ini sesuai dengan pengkodean internasional, yaitu seri 10XX berdasarkan nomenklatur yang dikeluarkan oleh AISI dan SAE (*Society of Automotive Engineers*). Dulu mengamati bahwa sifat mekanik

baja ringan ditemukan sangat dipengaruhi oleh proses karburasi, temperatur karburasi dan waktu perendaman pada temperatur karburasi. Disimpulkan bahwa kombinasi sifat mekanik yang optimal dicapai pada suhu karburasi berikutnya 900 °C dengan pendinginan minyak dan tempering pada 550 °C [3].

AISI 1045, dimana baja jenis ini sering digunakan sebagai material untuk pembuatan roda gigi (*gear*), *sprocket* (*sprocket*), Poros, *bearing* dan sebagainya. Karena kandungan karbon pada baja tersebut hanya sekitar 0,42% - 0,50% sehingga permukaan baja tidak terlalu keras, dan termasuk kedalam baja karbon sedang. Proses karburising sangat dibutuhkan untuk mengeraskan permukaan luar baja, menambahkan umur pakai, lebih tahan aus, dan tidak merubah sifat asli baja tersebut [4].

Cangkang Kelapa Sawit ini dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat karbon aktif karena Cangkang Kelapa Sawit merupakan salah satu limbah pengolahan CPO (*Crude Palm Oil*) yang mempunyai nilai kalor yang sangat tinggi, bernilai ekonomis, dan ramah lingkungan [5].

Sebelum proses karburisasi, sampel uji standar disiapkan dari saat diterima spesimen uji tarik dan impak. Setelah proses karburisasi, sampel uji dikenai uji standar dan dari data yang diperoleh, kekuatan tarik ultimat, regangan rekayasa, kekuatan impak, *Youngs 'modulus* dihitung. Kasing dan kekerasan inti sampel temper karburasi diukur. Dulu mengamati bahwa sifat mekanik baja ringan ditemukan sangat dipengaruhi oleh proses karburasi, temperatur karburasi dan waktu perendaman pada temperatur karburasi. Disimpulkan bahwa kombinasi sifat mekanik yang optimal dicapai pada suhu karburasi berikutnya 900 °C dengan pendinginan minyak dan tempering pada 550 °C [6].

Sebelumnya beberapa penelitian tentang *Pack Carburizing* telah dilakukan [7][8][9][10]. Edi Saputra, dkk. dalam penelitiannya tentang pengaruh variasi temperatur baja AISI 1050 terhadap kekerasan permukaan alat pemanen sawit dengan metode menggunakan serbuk cangkang kelapa sawit yang telah dihaluskan mencapai mesh 20 dengan memvariasikan temperatur dari 950°C, 1000 °C, dan 1050 °C, dengan holding time selama 120 menit selanjutnya dilakukan normalizing, Uji kekerasan dilakukan dengan micro vickers, nilai kekerasan rata-rata baja AISI 1050 sebelum adanya perlakuan panas (*heat treatment*) adalah sebesar 145,7 HV, dan setelah dilakukan *heat treatment* dengan proses *carburizing* pada suhu 950 °C nilai kekerasan baja AISI 1050 meningkatkan menjadi 187.45 HV dengan pendinginan normalizing, pada temperature 1000 °C nilai kekerasan meningkat sebesar 62.61 Persen (236.93 HV), sedangkan ketika temperature dinaikkan mencapai 1050 °C nilai kekerasan baja AISI 1050 meningkat sebesar 137.31 persen (345.77 HV) [9].

Berdasarkan permasalahan tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi Temperatur terhadap kekerasan permukaan baja karbon sedang AISI 1045 menggunakan arang Cangkang Sawit kelapa dengan metode *pack Carburizing*.

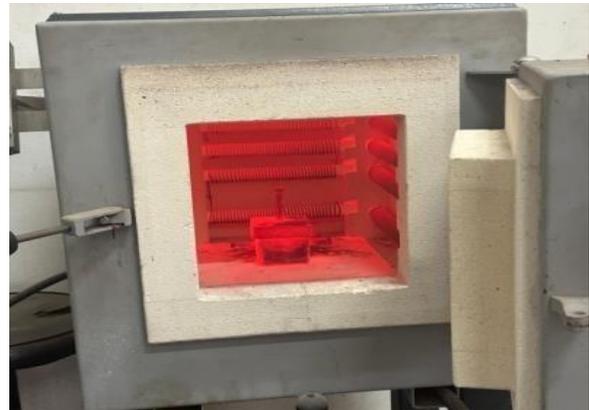
2. Metodologi

Baja yang digunakan pada pengujian ini adalah baja aisi 1045 dengan diameter 30 mm x 10 mm. Kemudian, kotak yang digunakan memiliki dimensi 160mm x 100 mm x 100 mm. Sumber karbon yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kelapa sawit.

Penelitian di awali memotong material dengan mesin gergaji besi sebanyak 10 spesimen dengan diameter 30 mm x 10 mm dan selanjutnya mengukur kembali spesimen dengan jangka sorong agar mendapatkan hasil yang presisi

2.1 Proses Perlakuan Panas

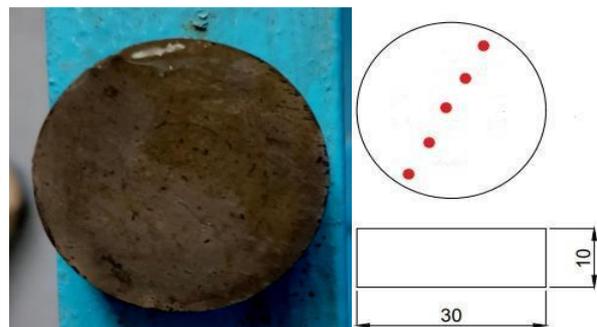
Proses perlakuan panas pada penelitian ini akan metode proses *pack carburizing*. Dalam penelitian ini akan dilakukan empat variasi temperatur yang berbeda yaitu 850 C°, 900 C°, dan 950 C°. Skema proses perlakuan panas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Proses Perlakuan Panas

2.2 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan alat *Rockwell C*. pengujian Rockwell C (HRC) adalah untuk mengukur kekerasan suatu material dengan cara menekan indenter berbentuk kerucut berlian dengan sudut puncak 120° dan ujungnya diberi radius 0,2 mm ke permukaan material menggunakan gaya tertentu. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui perbedaan kekerasan permukaan material sebelum dan setelah penambahan karbon pada proses *pack carburizing*. Dapat dilihat proses pengujian *Rockwell C* pada gambar 2.



Gambar 2. Proses Pengujian *Rockwell C*

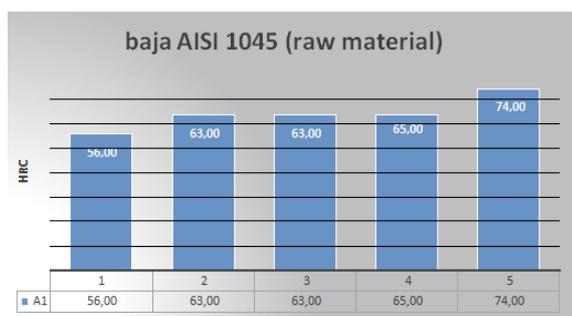
3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian menggunakan alat uji kekerasan *Rockwell C*. Pengujian dilakukan dengan 10 spesimen yang sebelumnya telah dilakukan proses *pack carburizing*. Pada setiap spesimen dilakukan pengujian kekerasan sebanyak 5 titik.

3.1 Hasil Kekerasan Raw Material

Pada gambar 3.2 dibawah menunjukkan nilai kekerasan tanpa *heat treatment* (*Pack Carburizing*) di 5 titik pengujian dengan beban 100 kgf dan load time sebesar 15 detik pada sampel tersebut termasuk nilai kekerasannya merata, walaupun garis grafiknya terlihat fluktuasi akan tetapi nilai kekerasan yang di dapat tidak terlalu berbeda antara ke lima titik tersebut ,jarak nilai kekerasannya antara 56-74. Berdasarkan hasil

pengujian kekerasan (*Rockwell*) pada baja karbon sedang AISI 1045 tanpa perlakuan panas (*Pack Carburizing*) memiliki nilai kekerasan 64,20 HRC.



Gambar 3. Grafik Nilai Kekerasan Raw Material.

3.2 Hasil Kekerasan Temperatur 850°C Uji

Gambar 4. menunjukkan nilai kekerasan setelah perlakuan panas (*Pack Carburizing*) pada temperatur 850°C di 5 titik pengujian pada 3 sampel yaitu B1, B2 dan B3. Pada sampel B1 nilai rata-rata uji kekerasan yang didapat yaitu 71,80 HRC, pada sampel B2 nilai rata-rata uji kekerasan yang didapat yaitu 69,10 HRC, dan pada sampel B3 nilai rata-rata uji kekerasan yang didapat yaitu 86,90 HRC. Nilai kekerasan rata-rata yang paling rendah yaitu pada sampel B2. sedangkan nilai kekerasan rata-rata yang paling tinggi yaitu pada sampel B3.



Gambar 4. Grafik Nilai Kekerasan Sampel dengan Temperatur 850°C

3.3 Hasil Uji Kekerasan Temperatur 900°C

Gambar 5. menunjukkan nilai kekerasan setelah perlakuan panas (*Pack Carburizing*) pada temperatur 900°C di 5 titik pengujian pada masing- masing 3 sampel yaitu C1, C2 dan C3 dan garis grafik yang terbentuk cenderung perubahan nilai (*fluktuatif*). Pada sampel C1 nilai rata-rata uji kekerasan yang didapat yaitu 89,20 HRC, pada sampel C2 nilai rata-rata uji kekerasan yang didapat yaitu 85,80 HRC, dan pada sampel C3 nilai rata-rata uji kekerasan yang didapat yaitu 89,60 HRC. Nilai kekerasan rata-rata yang paling rendah yaitu pada sampel C2 sedangkan nilai kekerasan rata-rata yang paling tinggi yaitu pada sampel C3. Pada sampel C2 mendapatkan nilai rata-rata kekerasan yang paling rendah di antara sampel C1 dan C3 yang nilai kekerasannya tidak terlalu jauh berbeda. Hal tersebut dikarenakan pada saat difusi karbon antara ketiga spesimen tidak merata ketika proses *Pack Carburizing*.

BAJA AISI 1045 (SUHU 900)



Gambar 5. Grafik Nilai Kekerasan Sampel dengan Temperatur 900°C

3.4 Hasil Uji Kekerasan Temperatur 950°C

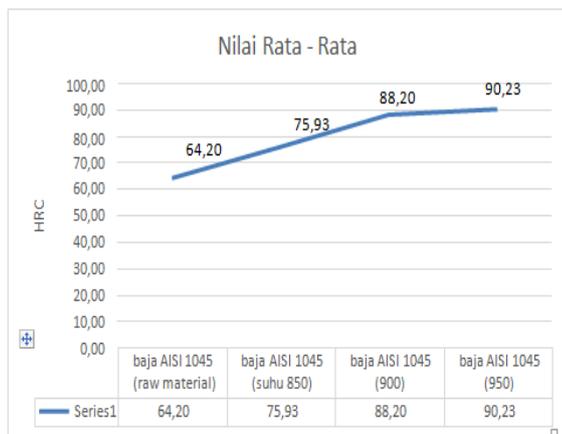
Gambar 6. menunjukkan nilai kekerasan setelah perlakuan panas (*Pack Carburizing*) pada temperatur 950°C di 5 titik pengujian pada masing- masing 3 sampel yaitu D1, D2 dan D3 dan garis grafik yang terbentuk cenderung perubahan nilai (*fluktuatif*). Pada sampel D1 nilai rata-rata uji kekerasan yang didapat yaitu 89,50 HRC, pada sampel D2 nilai rata-rata uji kekerasan yang didapat yaitu 91,00 HRC, pada sampel D3 nilai rata-rata uji kekerasan yang didapat yaitu 90,20 HRC, walaupun setiap titik pengujian menghasilkan nilai yang naik turun akan tetapi nilai rata rata kekerasan yang di dapatkan tidak memiliki perbedaan yang signifikan jadi pada suhu temperatur 950 °C difusi atom karbon kedalam spesimen tersebut tersebar merata.



Gambar 6. Grafik Nilai Kekerasan Sampel Dengan Temperatur 950°C

3.5 Rata – Rata Nilai Kekerasan (HRC) Seluruh Sampel

Dari ke-empat pengujian di atas yang meliputi 1 *raw material* dan 9 Sampel *pack carburizing*, terjadi kenaikan nilai kekerasan pada sampel yang telah mengalami proses *pack carburizing*. Rata-rata kenaikan yang dihasilkan, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram perbandingan nilai kekerasan seluruh material

Gambar 7 menunjukkan data perbandingan nilai kekerasan seluruh material. Dari keempat jenis pengujian yang dilakukan, melibatkan satu bahan baku awal (raw material) dan sembilan sampel yang telah melalui proses pack carburizing, terlihat adanya kenaikan nilai kekerasan pada sampel-sampel yang telah mengalami proses tersebut. Peningkatan kekerasan ini disebabkan oleh perubahan mikrostruktur pada permukaan material sebagai hasil dari difusi karbon selama proses pack carburizing.

Pack carburizing adalah teknik perlakuan panas di mana material dipanaskan bersama media karbon, seperti serbuk karbon aktif, dalam lingkungan tertutup. Pada suhu tinggi, karbon dari media tersebut berdifusi ke dalam lapisan permukaan material, membentuk zona kaya karbon. Proses ini meningkatkan kandungan karbon di lapisan permukaan material, yang kemudian mengubah struktur mikro menjadi martensit setelah proses pendinginan cepat (quenching). Martensit dikenal memiliki sifat keras dan kuat, sehingga memberikan peningkatan signifikan pada nilai kekerasan material.

Sebagai perbandingan, bahan baku awal atau raw material yang belum mengalami proses ini tetap memiliki kekerasan yang lebih rendah, karena struktur mikro dasarnya belum dimodifikasi melalui perlakuan termal atau penambahan karbon. Oleh karena itu, kenaikan kekerasan pada sampel hasil pack carburizing dapat diatribusikan langsung pada perubahan kimia dan mikrostruktur yang dihasilkan oleh proses tersebut.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi temperatur sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan Baja AISI 1045 pada proses *Pack Carburizing*. Semakin tinggi temperatur maka semakin besar nilai kekerasannya, hal ini dapat dilihat dari nilai kekerasan pada spesimen A tanpa proses pack carburizing sebesar 64,20 HRC, dan nilai rata rata kekerasan pada sampel baja karbon sedang AISI 1045 setelah perlakuan panas (*pack carburizing*) pada temperatur 850 °C sebesar 75,93 HRC, pada temperatur 900 °C sebesar 88,20 HRC, dan pada temperatur 950°C sebesar 90,23 HRC, kekerasan tertinggi didapatkan pada temperatur 950 °C. Pendinginan secara langsung sangat mempengaruhi kekerasan permukaan benda uji, hal tersebut dapat diketahui dengan melihat hasil kekerasan benda uji

Referensi

- [1] B. Kuswanto, "Perlakuan pack carburizing pada baja karbon rendah sebagai material alternatif untuk pisau potong pada penerapan teknologi tepat guna," *Pros. Sains Nas. dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, 2010.
- [2] I. Pangestu, A. Suprpto, and I. Widyastuti, "Analisis Nilai Kekerasan Pada Baja ST37 Pasca Proses Pack Carburizing Sebagai Material Dasar Sprocket," *Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 384–490, 2019.
- [3] B. M. Gurumurthy, M. C. Gowrishankar, S. Sharma, A. Kini, M. Shettar, and P. Hiremath, "Microstructure authentication on mechanical property of medium carbon Low alloy duplex steels," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 9, no. 3, pp. 5105–5111, 2020.
- [4] I. Wahyuni, "Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Variasi Waktu Aktivasi," *J. Chemurg.*, vol. 3, no. 1, pp. 11–14, 2019.
- [5] F. Firdaus, A. A. Sani, and M. Solehan, "Pengaruh Pendinginan Metode Double Quenching Terhadap Kekerasan Pelat Baja Karbon Rendah Hasil Pack Carburizing," *AUSTENIT*, vol. 10, no. 2, pp. 84–87, 2018.
- [6] R. S. Sujita, E. Siswanto, and T. D. Widodo, "Study on fatigue strength of pack carburizing steel ss400 with alternative carburizer media of pomacea canalikulata lamarck shell powder," *Int J Appl Eng Res*, vol. 13, pp. 8844–8849, 2018.
- [7] M. K. Usman and N. A. Ariyanto, "Analisis Proses Carburizing Baja St 41 Menggunakan Media Arang Batok Kelapa Terhadap Sifat Mekanis," *Nozzle J. Mech. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 45–48, 2019.
- [8] P. C. Laksono and I. P. I. Purboputro, "Analisa Pengaruh Proses Quenching Media Air Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Baja ST60 Setelah Mengalami Pack Carburizing dengan Arang Sekam Padi Variasi Mesh 80, 100, 120 dan 140." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2021.
- [9] E. Saputra, M. Razi, M. Murthadahadi, D. Dailami, and H. Hamdani, "Pengaruh Variasi Temperatur baja AISI 1050 Terhadap Kekerasan Permukaan Alat Pemanen Sawit," *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 10, no. 1, pp. 147–152, 2024.
- [10] A. F. Abidah and N. S. Drastiawati, "Analisis SS400 hasil carburizing media arang tempurung kelapa-BaCO3 dengan variasi temperatur pemanasan dan holding time ditinjau dari pengujian kekerasan dan struktur mikro," *J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, 2019.