

Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Kekerasan Permukaan Baja Carbon Sedang AISI 1045 Menggunakan Cangkang Kelapa Sawit dan Katalis dengan Metode Pack Carburizing

Edi Saputra¹, Dailami, Fakhriza², Turmizi^{2*}

^{1,3} Jurusan Teknik Meisn, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

edi.saputra@pnl.ac.id

edi.saputra@pnl.ac.id (penulis korespondensi)

Abstrak— Baja AISI 1045 merupakan salah satu logam baja karbon sedang, yang banyak digunakan sebagai bahan utama pembuatan komponen mesin seperti poros, roda gigi, dan pahat. 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 thermokimia 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 diperhatikan beberapa faktor, yaitu: temperatur, waktu tunggu (*holding time*), media karbon dan katalis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui laju peningkatan kekerasan permukaan baja AISI 1045 akibat pengaruh variasi temperatur dan variasi kadar karbon dengan katalis dengan proses *pack carburizing*. Metode yang digunakan adalah dengan memvariasikan suhu pada temperatur 850°C, dan 900°C dengan *holding time* selama 120 menit, sumber karbon berasal dari arang cangkang kelapa sawit dan katalis dari cangkang tiram (CaCO₃). Metode pendinginan yang digunakan berupa *direct quenching* dengan media air. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil nilai rata-rata kekerasan pada raw material sebesar 25,2 HRC, dan setelah proses *pack carburizing* dengan komposisi 80 % carbon dan 20 % katalis, pada variasi waktu 850°C dan 900°C kekerasan permukaan baja AISI 1045 meningkat menjadi 62.40, dan 61.1.87 HRC secara berurutan, kekerasan permukaan baja ASI 1020 meningkat sebesar 269 % - 275 % dibandingkan material dasar, kemudian pada temperatur yang sama dengan komposisi kadar karbon dan katalis sebesar 70:30, kekerasan permukaan masing masing menjadi 58.16 dan 54.2 HRC. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai kekerasan pada baja AISI 1045 antara sebelum dan sesudah proses *heattreatment* dengan variasi temperatur dan kadar karbon, sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi temperature dan kadar karbon dengan katalis pada proses *pack carburizing* dan *quenching* berpengaruh terhadap peningkatan kekerasan pada baja AISI 1045.

Kata kunci : Baja Aisi 1045, Cangkang Tiram(CaCO₃), komposisi kadar karbon , nilai kekerasan, *quenching*

Abstract. AISI 1045 steel is a medium carbon steel, which is widely used as the main material for the manufacture of machine components such as shafts, gears, and chisels. The use of medium carbon steel in the industrial world is accompanied by adjustments to the required metal conditions, such as machining processes and surface treatments. Solid carburizing (*pack carburizing*) is a thermochemical or chemical heat treatment that is carried out by changing the chemical composition of the steel surface by heating at austenite temperature. To obtain maximum pack carburizing results, several factors need to be considered, namely: temperature, waiting time, carbon media and catalyst. The purpose of this study was to determine the rate of increase in the surface hardness of AISI 1045 steel due to the influence of temperature variations and variations in carbon content with a catalyst with a pack carburizing process. The method used is by varying the temperature at a temperature of 850oC, and 900oC with a holding time of 120 minutes, the carbon source comes from oil palm shells and the catalyst from oyster shells (CaCO₃). The cooling method used is direct quenching with water media. From the research that has been done, the average value of hardness in the raw material is 25.2 HRC, and after the pack carburizing process with a composition of 80% carbon and 20% catalyst, at a time variation of 850oC and 900oC the surface hardness of AISI 1045 steel increases to 62.40 , and 61.1.87 HRC respectively, the surface hardness of ASI 1020 steel increased by 269% - 275% compared to the base material, then at the same temperature with the composition of carbon and catalyst content of 70:30, the surface hardness became 58.16 and 54.2, respectively. HRC. This shows that the difference in the hardness value of AISI 1045 steel between before and before the heat treatment process with variations in temperature and carbon content, so it can be said that variations in temperature and carbon content with a catalyst in the pack carburizing and quenching processes affect the increase in hardness of AISI 1045 steel.

Keywords : AISI 1045 stell , oyster shell (CaCo₂), content carbon composition, Hardness , *Quenching*

I. PENDAHULUAN

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 [1]. 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)[2].

Pada beberapa komponen elemen mesin yang saling bersinggungan maka diperlukan suatu *treatment* (perlakuan) khusus untuk meningkatkan kekerasan permukaan dan meminimalisir terjadinya keausan pada bagian permukaannya, sedangkan pada inti atau bagian dalam tetap dalam keadaan lunak dan ulet. Hal ini akan berdampak pada ketahanan benda terhadap keausan dan keuletan yang sesuai kebutuhan. Dalam beberapa kasus yang terjadi dilapangan beberapa komponen mesin yang saling bersinggungan (roda gigi dengan pasangannya, sprocket dengan transmisi, bearing dan poros) mengalami keausan sebelum habis umur pemakaiannya. Keausan yang terjadi pada komponen mesin karena adanya kontak permukaan antara dua material atau lebih yang menyebabkan adanya perlekatan satu sama lainnya (*adhesive*) serta deformasi plastis. Atau bisa juga disebabkan karena adanya partikel material yang lebih keras meluncur pada permukaan material yang lebih lunak sehingga terjadinya penetrasi pada material yang lebih lunak. Karena alasan tersebut diperlakukan perlakuan khusus pada permukaan komponen mesin untuk meningkatkan kekerasan permukaannya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kekerasan permukaan baja pembentuk komponen mesin. Salah satu cara yang dilakukan untuk meningkatkan sifat-sifat kekerasan permukaan yaitu dengan *Carburizing* (Proses pengarbonan) merupakan proses dimana benda kerja akan dikeraskan (*hardening*) pada permukaan, penambahan karbon dilakukan dengan cara memanaskan benda kerja dalam lingkungan yang banyak mengandung karbon aktif, sehingga karbon berdifusi masuk kepermukaan kulit baja. Pada temperatur *carburizing*, media karbon terurai menjadi CO yang selanjutnya menjadi karbon aktif yang dapat berdifusi masuk kedalam baja dan menaikkan kadar karbon pada baja[3]. Media yang digunakan sebagai sumber karbon pada penelitian ini adalah Cangkang kelapa sawit, dipilihnya cangkang sawit sebagai sumber karbon utam karena cangkang sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang mempunyai nilai kalor yang sangat tinggi, ketersediaan sangat berlimpah, bernilai ekonomis, dan ramah lingkungan. [4]. Katalis yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang tiram ($CaCO_3$) yang merupakan limbah yang selama ini tidak digunakan sama sekali oleh masyarakat Aceh dan sekitarnya.

II. METODOLOGI PENELITIAN

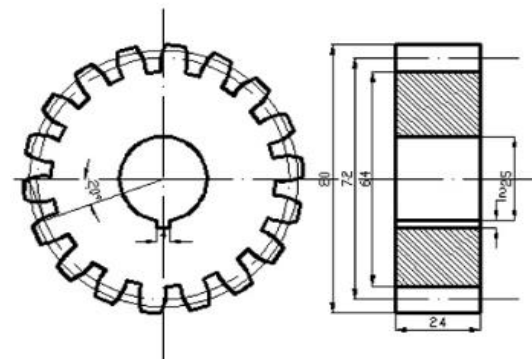
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dan analisa yang digunakan untuk mengetahui pengaruh Pack Carburizing terhadap sifat mekanik setelah dilakukan perlakuan panas pada temperatur yang berbeda yaitu 850°C dan 900°C. Eksperimental adalah melakukan pengamatan dibawah kondisi buatan yang sengaja diatur dan dibuat oleh peneliti. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Uji Material dan Laboratorium Mekanik Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumaawe sedangkan untuk pengujian struktur mikro dari specimen uji

dilakukan di laboratorium Uji Bahan Politeknik Negeri Lhokseumawe.

2.1 Prosedur Pengujian

2.1.1 Persiapan Spesimen uji

Pada penelitian ini material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja carbon sedang dengan kandungan antara 42 – 50 % carbon, Specimen yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan standart test ASTM [5][4] sebagaimana di tunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 1 Specimen uji untuk material baja AISI 1045 berdasarkan standart ASTM E8M untuk uji *Hardest Test*

Pembuatan specimen uji akan dilakukan menggunakan mesin CNC atau mesin bubut yang ada di lab CNC atau laboratorium Teknologi Mekanik, Prosedur test yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada prosedur test ASTM E18[6] , jumlah specimen yang akan diuji pada penelitian ini berjumlah sebanyak 27 spesimen dengan 1, spesiemen sebagai raw material. Gambar 2.2. Spesimen uji yang telah lakukan proses permesinan. Sebelum dilakukan proses heat treatment di polisihing dengan grid 120, 240, 400, 600 sampai 850 grid, selanjutnya specimen tersebut dilakukan proses heat treatment dengan variasi suhu 800 °C , 900 °C dan 950 °C dengan waktu *holding time* selama 120



Gambar. 2 Spesimen uji yang telah lakukan proses permesinan.

menit. Menggunakan media carbon arang cangkang sawit dan katalis yang berasal dari cangkang tiram, gambar 2.3. dan 2.4



Gambar 3. Carbon aktif yang berasal dari cangkang kelapa sawit.



Gambar 4. Katalis yang berasal dari cangkang tiram

Selanjutnya pesimen dilakukan proses single quenching dengan media air sampai mencapai suhu kamar. Sebelum dilakukan uji kekerasan dan uji mikro struktru, spesiemen yang telah dilakukan proses heat treatment dengan proses pack carburizing (menggunakan media karbon cangkang kelapa sawit dan cangkang tiram) Kembali dihaluskan permukaannya hingga hingga 1200 grid. Tahapan selanjutnya baru dilakukan uji kekerasan permukaan pada lima titik dari masing masing specimen dan uji struktur mikro. Uji kekerasan permukaan specimen menggunakan metode Rokcwell Hardness sedangkan uji struktur mikro menggunakan mikroskop optic yang terdapat di lab uji bahan jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan untuk uji kekersan pada raw material AISI 1045 pada lima titik uji menggunakan mikro hardnest tester digital milik Lab Uji bahan , jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe menggunakan metode Rockwell didapatkan hasil sebagai berikut.;

Table 1. Data hasil pengujian kekerasan permukaan Baja AISI 1045 sebelum proses *heat treatment*

Spesimen Raw material	Beban Uji Kgf	Waktu Tekan (Second)	Hardness Value (HRC)					Rerata (HRC)
			Test point					
			1	2	3	4	5	
Baja AISI 1045	150	20	27.0	23.5	25.00	21.50	21.50	25.20

Berdasarkan table1 Menunjukkan nilai kekerasan *raw material* tidak merata di setiap permukaan. Hal ini disebabkan karena *micro structure* permukaan material tidak *isotropic*. Pada Titik 3, 4 dan Titik 5 identasi kekerasan specimen mengenai pada bagian *micro structure ferrite* sehingga nilai kekerasan yang didapatkan lebih rendah. Dibandignkan titik 1 dan 2.

Tabel 2. Hasil Uji kekerasan permukaan Baja AISI 1045 setelah proses heat treatment dengan komposisi carbon Cangkang sawit dan katalis 80% : 20% .

Kode Sampel	Suhu (°C)	Nilai Kekerasan/Hardness Value (HRC)					Rata-rata
A1	850	63,00	62,00	63,00	61,50	62,50	62,40
A2	900	60,00	61,50	63,00	65,50	49,50	59,90

Pada Tabel 2 didapatkan hasil nilai kekerasan permukaan sebesar 62.40 HRC setelah proses pack carburizing pada suhu 850 °C sedangkan pada variasi temperatur 900°C, nilai kekerasaan permukaan baja AISI 1045 menjadi 59.90 HRC. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dilihat semakin tinggi kadar carbon aktif berpengaruh pada semakin besar carbon yang erdifusi kedalam baja AISI 1045. Hal ini dipengaruhi oleh semakin tinggi suhu pemanasan (pada batas suhu *austenite*), maka akan semakin tinggi pula penetrasi karbon ke baja. Semakin tinggi suhu pada saat *carburizing*, maka semakin banyak butir perlit yang tumbuh dan menyebabkan nilai kekerasan meningkat [7] .

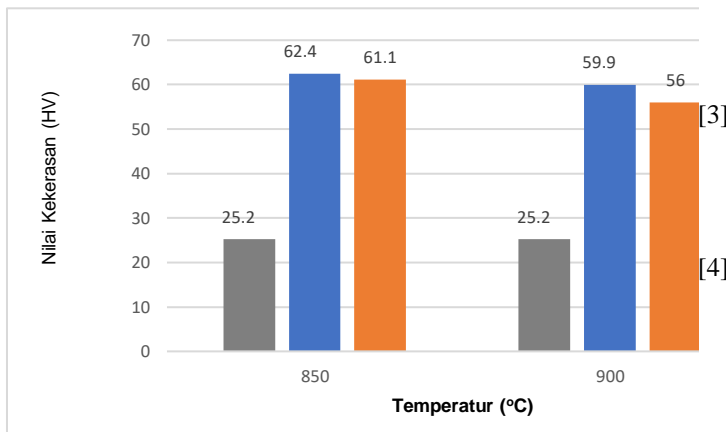
Tabel 3. Hasil Uji kekerasan *Micro Rockwell* pada specimen dengan komposisi media karbon arang cangkang sawit dan katalis 70 : 30

Kode Sampel	Suhu	Nilai Kekerasan/Hardness Value (HRC)					Rata-rata
B1	850°C	57,30	58,50	66,50	61,00	62,50	61,10
B2	900°C	54,00	54,50	57,00	59,00	55,50	56,00

Pada Tabel 3 didapatkan hasil nilai kekerasan permukaan yaitu 61.10 HRC pada suhu 850°C. Sedangkan nilai kekerasan permukaan pada suhu 900°C yaitu 56.00 HRC, Apabila dibandingkan nilai kekerasan permukaan benda

tersebut, nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada benda kerja yang di carburizing dengan suhu 850°C pada dengan persentase cangkang sawit dan katalis sebesar 80% ; 20%.. Peningkatan nilai kekerasan ini terjadi juga karena semakin tinggi temperatur pemanasan (pada batas suhu *austenite*), maka butir perlit juga tumbuh lebih banyak [7].

Tumbuhnya perlit diawali dengan tumbuhnya inti sementit pada batas butir austenit. Untuk tumbuhnya sementit diperlukan sejumlah besar karbon yang akan diperoleh dari austenit sekitarnya. Sehingga austenit disekitar sementit akan miskin karbon dan menjadi ferrit. Ferrit ini juga akan tumbuh, yaitu dengan mengambil besi dari austenit di sekitarnya, sehingga austenit di sekitar ferrit itu akan kelebihan karbon dan mulai membentuk sementit di sebelah ferrit yang ada [4].



Gambar 5. Grafik perbandingan Nilai kekerasan permukaan baja AISI 1045 sebelum heat treatment dan sesudah dengan penambahan carbon dari cangkang sawit dan katalis

Pada Gambar 5. dapat dilihat hasil dari perbandingan nilai kekerasan permukaan baja AISI 1045 sebelum dilakukan heat treatment dan setelah proses heat treatment dengan persentase cangkang sawit dan katalis dengan perbandingan 80 persen karbon cangkang sawit, 20 persen katalis dan 70 karbon : 30 katalis. Pada setiap variasi suhu, media arang cangkang sawit yang persentasenya lebih banyak nilai kekerasannya lebih tinggi dibandingkan dengan persentase carbon cangkang yang lebih rendah maupun *raw material*. Hal ini dipengaruhi oleh potensial karbon yang terkandung dalam arang. Potensial karbon yang terkandung di cangkang sawit yaitu 20,5%. Sedangkan potensial karbon yang terkandung pada arang Ketika katalisnya di tingkatkan yaitu 20,2%. Semakin banyak potensial karbon pada arang maka atom – atom karbon yang akan terdifusi ke dalam benda kerja lebih banyak. Dengan banyaknya atom – atom karbon yang terdifusi ke dalam benda kerja maka pada proses quenching akan mudah terbentuk fasa martensit yang mengakibatkan kekerasan benda kerja tersebut semakin tinggi.[8][9]

IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukan proses *pack carburizing* dengan jenis Variasi suhu dan variasi kadar karbon dengan katalis dapat meningkatkan terjadinya peningkatan kekerasan permukaan pada baja AISI 1045. Peningkatan kekerasan permukaan baja AISI 1045 setelah proses pack carburizing. Peningkatan kekerasan permukaan pada baja AISI 1045 setelah proses heat treatment kekerasan permukaan baja AISI 1045 sebesar 247. 619 persen dari raw material.

REFERENSI

[1] A. Nurharyanto, “PENGARUH MEDIA CARBURIZING ARANG SEKAM PADI DAN,” 2009.

[2] G. D. Haryadi, A. F. Utomo, and I. M. W. Ekaputra, “Pengaruh Variasi Temperatur Quenching Dan Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Baja AISI 1045,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 2, p. 255, 2021, doi: 10.32497/jrm.v16i2.2633.

[3] M. Mulyadi, D. Tafrant, H. Hendradinata, and Z. Zainuddin, “The Effect of Quenching Media on the Hardness of AISI 1045 Steel,” *Proc. 5th FIRST T1 T2 2021 Int. Conf. (FIRST-T1-T2 2021)*, vol. 9, pp. 66–71, 2022, doi: 10.2991/ahe.k.220205.012.

[4] O. M. Oluwafemi, S. R. Oke, I. O. Otunniyi, and F. O. Aramide, “Effect of carburizing temperature and time on mechanical properties of AISI/SAE 1020 steel using carbonized palm kernel shell,” *Leonardo Electron. J. Pract. Technol.*, vol. 14, no. 27, pp. 41–56, 2015.

[5] I. Akhyar and M. Sayuti, “Effect of Heat Treatment on Hardness and Microstructures of AISI 1045,” *Adv. Mater. Res.*, vol. 1119, no. April, pp. 575–579, 2015, doi: 10.4028/www.scientific.net/amr.1119.575.

[6] “Metode Uji Standar ASTM E18 untuk Kekerasan Rockwell dari Bahan Logam.” <https://www.laboratuar.com/id/testler/astm-testleri/astm-e18-metallik-malzemelerin-rockwell-sertligi-icin-standart-test-yontemleri/> (accessed Nov. 06, 2022).

[7] 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. S105–S111, 2020, doi: 10.1016/j.jmrt.2020.03.027.

[8] Y. Hamzah, L. Umar, C. H. Boiler, D. Koubogiannis, C. Nouhou, and M. N. Fajar, “Characteristics in boiler charcoal wastes using woods and temperature Zeolite / magnetite composites as catalysts on the Synthesis of Methyl Esters (MES) from cooking oil,” 2018.

[9] A. Mohammed Sani, “Original Research Article Effect of Carburization Time and Temperature on the Mechanical Properties of Mild Steel ARTICLE INFORMATION ABSTRACT Article ;” *Niger. Res. J. Eng. Environ. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 800–804, 2018, [Online].