ARTIKEL

Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Penahanan Pada Proses Karburasi Menggunakan Media Donor Tulang Sapi Terhadap Kekerasan Baja St 41

The Influence Of Temperature Variation And Time Of Custody In Carburizing Process Using Cow Bone Waste Material To St 41 Steel Hardness

Oleh:

M. ANTON ARIFUDIN

13.1.03.01.0063

Dibimbing oleh :

1. FATKUR RHOHMAN, M.Pd.

2. HESTI ISTIQLALIYAH, ST., M.Eng.

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2017

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2017

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap	: M. Anton Arifudin
NPM	: 13.1.03.01.0063
Telepon/HP	: 085706277398
Alamat Surel (Email)	: anton.arifudin@gmail.com
Judul Artikel	: Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Tahanan Pada Proses Karburasi Menggunakan Media Donor Tulang Sapi Terhadap Kekerasan Baja St 41
Fakultas – Program Studi	: Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi	: Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi	: Jl. K.H Achmad Dahlan No. 76 Kota Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa :

a. artikel yang saya tulid merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis**)** dan bebas plagiarisme;
b. artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 7 Agustus 2017
Pembimbing I Fatkur Rhohman, M.Pd. NIDN. 0728088503	**Pembimbing II** Hesti Istiqlaliyah, ST., M.Eng. NIDN. 0709088301	Penulis, **M. ANTON ARIFUDIN** NPM : 13.1.03.01.0063

PENGARUH VARIASI SUHU DAN WAKTU TAHANAN PADA PROSES KARBURASI MENGGUNAKAN MEDIA DONOR TULANG SAPI TERHADAP KEKERASAN BAJA ST 41

M. ANTON ARIFUDIN
13.1.03.01.0063
Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin
Email: anton.arifudin@gmail.com
Fatkur Rhohman, M.Pd.[1] dan Hesti Istiqlaliyah, S.T., M.Eng.[2]

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Abstrak

Baja merupakan paduan dari besi, karbon dan elemen-elemen lain dimana kandungan karbonnya kurang dari 2%. Baja karbon merupakan paduan sederhana antara besi dan karbon, dimana karbon merupakan unsur yang menentukan nilai keuletan dan kekerasan dari baja. Sedangkan karburasi adalah salah satu bagian dari proses perlakuan panas dengan cara mendifusikan karbon pada permukaan logam dimana logam dasar tersebut mempunyai kandungan karbon dalam jumlah kecil. Dari uraian diatas, maka dapat diketahui bahwa baja karbon rendah tidak lebih dari 2 %C yang dalam penggunaannya kebanyakan sebagai kontruksi umum. Dengan mengalami proses perlakuan panas diharapkan memperoleh sifat – sifat yang diinginkan seperti kekerasan bertambah. Pada proses pelakuan panas ini menggunakan variasi suhu 780˚C, 880˚C, 980˚C. Waktu penahanan selama 30 menit, 60 menit, 90 menit. Media donor tulang sapi 80% dan barium karbonat 20% menggunakan pendingin oli. Metode pengolahan data setelah dilakukan proses perlakuan panas dari material tersebut, proses selanjutnya adalah pengujian kekerasan *Portable hardness tester*. Adapun hasilnya adalah kekerasan tertinggi adalah material yang mengalami proses perlakuan panas dengan suhu 980˚C dan waktu penahanan 60 menit didapat hasil kekerasan 261,6 HL. Dari data hasil pengujian mekanik kekerasan dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa dengan perlakuan panas didapatkan material yang mempunyai kekerasan yang lebih tinggi.

Kata kunci : baja st 41, tulang sapi, waktu tahanan, suhu, karburasi.

I. LATAR BELAKANG

Logam mempunyai peranan aktif dalam menunjang teknologi dijaman sekarang, sehingga timbul usaha manusia untuk memperbaiki sifat dari logam tersebut, yaitu dengan merubah sifat mekanis dan sifat fisiknya.Adapun sifat mekanis dari logam antara lain : kekerasan, kekuatan, keuletan, kelelahan. Sedangkan dari sifat fisiknya yaitu dimensi, konduktivitas listrik, struktur mikro, densitas (Masyrukan, 2006).

Perlakuan panas adalah suatu perlakuan yang diterapkan pada logam agar diperoleh sifat yang diiginkan. Karburasi adalah salah satu proses perlakuan panas untuk mendapatkan kulit yang lebih keras dari sebelumnya dan menjadikan baja menjadi panjang umur pemakaiannya tetapi masih memiliki sifat keuletan pada bagian dalamnya (Suratman, 1994).

Berdasarkar uraian diatas maka akan dilakukan penelitian yang bertujuan apakah ada pengaruh variasi suhu dan waktu tahanan pada proses karburasi menggunakan media donor tulang sapi terhadap kekerasan baja ST 41.

II. METODE

Penelitian eksperimen adalah penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel lain dengan kontrol yang ketat (Sedarmayanti dan Syarifudin, 2002). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah suhu dan waktu pengkarburasian sedangkan variabel terikatnya adalah kekerasan baja St 41.

A. Media Karburasi

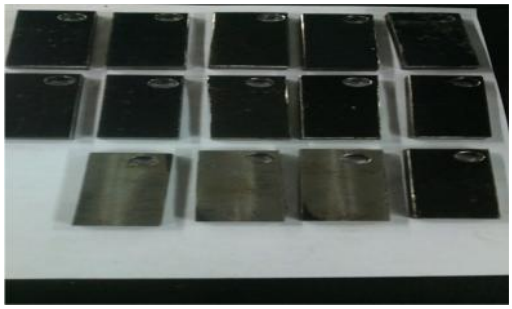
Media karburasi untuk proses *pack carburizing* ini mengunakan jenis arang yaitu arang donor tulang menggunakan variasi suhu dan waktu yang berbeda-beda dengan campuran bahan kimia BaCO3 (Barium Carbonat) dengan perbandingan 80% untuk arang dan 20% bahan kimia dimana prosentase dalam berat.

Gambar 1. a. Serbuk arang dan b. BaCO3

B. Spesimen Uji

Material yang akan digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon rendah dengan jenis baja ST 41 berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 50 mm, lebar 25 mm, dan tebal 5 mm. Sedangkan jumlah benda uji sebanyak 20 buah yaitu masing- masing benda digunakan sebagai uji kekerasan *Portable Hardness Tester*

setelah benda dikarburasi dengan variasi suhu dan waktu yang berbeda- beda.

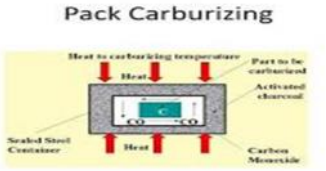


. **Gambar 2. Benda kerja**

C. Proses karburasi

Langkah-langkah proses karburasi adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan karburasi spesimen dibersihkan lebih dahulu dan dihaluskan permukaannya dari kotoran dan karat yang melekat dengan cara mengikir dan mengamplas spesimen dengan ukuran 120 mesh.
2. Menghancurkan dulu media arang donor tulang hingga menjadi serbuk arang yang digunakan sebagai bahan karbon aktif.
3. Mencampurkan serbuk arang dengan BaCO3, dengan perbandingan 80% serbuk arang dan 20% BaCO3, dimana prosentase dalam berat.
4. Kemudian spesimen diletakkan pada pemegang kemudian isi kontainer tersebut dengan campuran serbuk arang dan BaCO3 selanjutnya kontainer ditutup. Peletakan spesimen di dalam kontainer harus diperhatikan dengan baik. Seluruh permukaan spesimen harus tertutup seluruhnya oleh campuran serbuk arang dan BaCO3 dan jarak antara spesimen satu dengan yang lain sama.
5. Kontainer yang telah diisi spesimen dimasukkan ke dalam *furnace* sampai mencapai suhu yang diinginkan. Setelah suhu yang diinginkan tercapai, kemudian ditahan selama waktu yang diinginkan.
6. Kontainer selanjutnya dikeluarkan dari *furnace* setelah variasi suhu dan waktu penahan yang diinginkan tercapai. Selanjutnya spesimen dikeluarkan dari kontainer dan dilakukan *quenching* dengan menggunakan media oli.



Gambar 3. Ilustrasi Percobaan

D. Langkah Pengumpulan Data

1. Pengujian Kekerasan

Pengujian yang digunakan adalah dengan metode pengujian kekerasan *Portable Hardness Tester*. Pengujian ini dilakukan pada bagian 1, 2, dan 3 dengan jumlah titik sebanyak 3 titik yaitu pada salah satu sisi permukaan.

III. HASIL PENELITIAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap baja ST 41, dengan adanya proses perlakuan panas maka didapat

hasil yaitu berupa perubahan sifat mekanis dari benda uji. Pengujian kekerasan spesimen dilakukan secara acak pada permukaan.

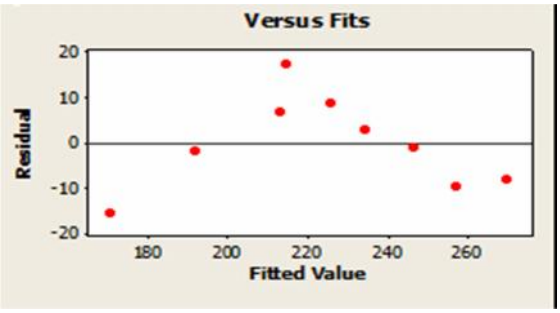
Tabel 1. Data total hasil pengujian kekerasan *Portable Hardness Tester*

NO	Spesimen	HL	Rata-Rata
1	A1.1	148.3	154.95
2	A1.2	161.6	
3	A2.1	182	190.15
4	A2.2	198.3	
5	A3.1	224.3	232.45
6	A3.2	240.6	
7	B1.1	212.6	219.95
8	B1.2	227.3	
9	B2.1	234.3	236.95
10	B2.2	239.6	
11	B3.1	244.3	247.45
12	B3.2	250.6	
13	C1.1	232.2	234.4
14	C1.2	236.6	
15	C2.1	241.6	245.8
16	C2.2	250	
17	C3.1	257.6	261.6
18	C3.2	265.6	

Pada tabel 1 dapat dilihat rata-rata tingkat kekerasan untuk masing - masing spesimen adalah: spesimen 1 dengan variasi suhu 780˚ C dan waktu penahanan 30 menit, tingkat kekerasannya 148.3 HL, untuk spesimen 2 tingkat kekerasannya 161.6 HL. Spesimen 3 dengan variasi suhu 780˚ C dan waktu penahanan 60 menit, tingkat kekerasannya 182 HL, untuk spesimen 4 tingkat kekerasannya 198.3 HL. Spesimen 5 dengan variasi suhu 780˚ C dan waktu penahanan 90 menit, tingkat kekerasannya 224.3 HL, untuk spesimen 6 tingkat kekerasannya 240.6 HL. Spesimen 7 dengan variasi suhu 880˚ C dan waktu penahanan 30 menit, tingkat kekerasannya 212.6 HL, untuk spesimen 8 tingkat kekerasannya 227.3 HL. Spesimen 9 dengan variasi suhu 880˚ C dan waktu penahanan 60 menit, tingkat kekerasannya 234.3 HL, untuk spesimen 10 tingkat kekerasannya 239.6 HL. Spesimen 11 dengan variasi suhu 880˚ C dan waktu penahanan 90 menit, tingkat kekerasannya 244.3 HL, untuk spesimen 12 tingkat kekerasannya 250.6 HL. Spesimen 13 dengan variasi suhu 980˚ C dan waktu penahanan 30 menit, tingkat kekerasannya 232.2 HL, untuk spesimen 14 tingkat kekerasannya 236.6 HL. Spesimen 15 dengan variasi suhu 980˚ C dan waktu penahanan 60 menit, tingkat kekerasannya 241.6 HL, untuk spesimen 16 kekerasannya 250 HL. Spesimen 17 dengan variasi suhu 980˚ C dan waktu penahanan 90 menit, tingkat kekerasannya 257.6 HL, untuk spesimen 18 tingkat kekerasannya 265.6 HL.

A. Uji Identik

Uji identik untuk mengetahui apakah data penelitian yang dihasilkan identik atau tidak. Bila sebaran (jumlah hasil penelitian) data pada *output* uji ini tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu disekitar harga nol maka data memenuhi asumsi identik. Namun bila *output* uji ini tersebar secara tidak acak dan membentuk pola tertentu disekitar harga nol maka data tidak memenuhi asumsi identik yang diperlukan (Sugiono 2007). Hasil uji identik disajikan pada gambar 4 di bawah ini.

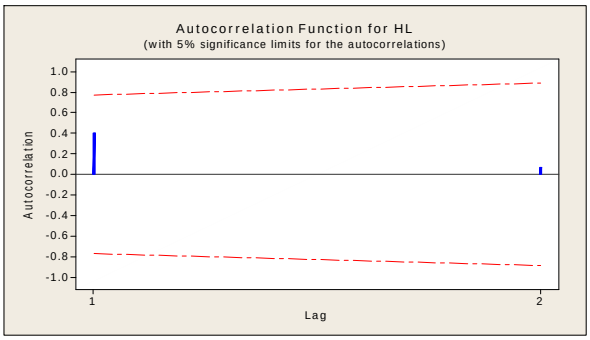


Gambar 4. Plot residual kekerasan baja *versus fitted values*

Uji identik pada gambar 4 diatas menampilkan *residual* tersebar acak disekitar harga nol dan tidak membentuk pola tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa asumsi identik untuk hasil kekerasan baja dapat terpenuhi.

B. Uji Independen

Pengujian independen pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan jenis *auto correlation function* (ACF). Pengujian ini untuk mengetahui apakah terdapat nilai ACF yang keluar dari batas interval atau tidak. Bila tidak terdapat nilai yang melebihi batas interval maka data penelitian ini memenuhi asumsi identik, namun bila terdapat data penelitian yang melebihi batas interval maka terdapat hasil pengukuran yang terpengaruh oleh hasil pengukuran lainnya (Sugiono 2007).



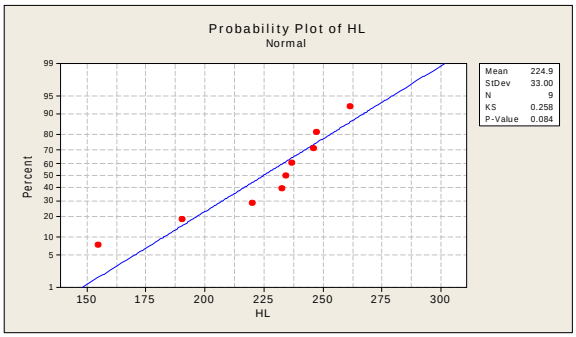
Gambar 5. Plot ACF pada respon kekerasan permukaan

Berdasarkn plot ACF yang ditunjukkan pada gambar 5 tidak ada nilai ACF pada tiap lag yang keluar dari batas interval. Hal ini membuktikan bahwa tidak ada korelasi antar residual artinya residual bersifat independen.

C. Uji Kenormalan

Uji kenormalan residual dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah data variabel berdistribusi normal atau tidak (Sugiono 2007). Peneliti menggunakan taraf signifikan kesalahan sebesar α = 5% (0.05) dengan kata lain tingkat keyakinan atau

kebenaran sebesar 95%. Dibawah ini gambar 6 merupakan Plot uji distribusi normal pada respon *head losses*.



Gambar 6. Uji normalitas

Gambar 6 diatas menunjukan bahwa dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* diperoleh *p-value* 0,084 yang berarti lebih besar dari α = 0,05. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa H_0 gagal ditolak atau *residual* berdistribusi dengan normal.

D. Analisa Variansi (ANAVA)

Setelah uji identik, independen dan distribusi normal sudah terpenuhi maka dilakukan analisis variansi untuk mengetahui variabel proses mana yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap kekerasan permukaan baja. Analisis variansi (ANAVA) untuk kekerasan permukaan ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Analisa variansi (ANAVA) variabel proses terhadap kekerasan baja

```
Analysis of Variance for HL,
using Adjusted SS for Tests

Source            DF   Seq SS   Adj SS
suhu               2   4939.9   4939.9
waktu penahanan    2   2914.2   2914.2
Error              4    855.6    855.6
Total              8   8709.7

                  Adj MS      F      P
                  2469.9  11.55  0.022
                  1457.1   6.81  0.042
                  213.9

S = 14.6257   R-Sq = 90.18%
R-Sq(adj) = 80.35%
```

Nilai F hitung yang lebih besar dari F tabel mengindikasikan bahwa faktor tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan permukaan (Sugiono 2007). Hipotesis nol dan hipotesis alternatif yang digunakan pada uji hipotesis dengan menggunakan distribusi F adalah sebagai berikut:

1. Untuk faktor Suhu

   $H_0 : \alpha_1 = \alpha_2$

   $H_1 : \alpha_1 \neq \alpha_2$

   Kesimpulan: F hitung = 11.55 > F (0,05 : 1 : 16) = 4.49 maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh suhu terhadap kekerasan permukaan.

2. Untuk faktor Waktu penahanan

   $H_0 : \beta_1 = \beta_2$

   $H_1 : \beta_1 \neq \beta_2$

   Kesimpulan: F hitung = 6.81 > F (0,05 : 1 : 16) = 4.49 maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh waktu penahan terhadap kekerasan permukaan.

Berdasarkan uji hipotesis distribusi F, maka faktor variasi suhu dan variasi waktu penahanan memiliki pengaruh terhadap

respon kekerasan permukaan baja. Kondisi H_0 pada respon kekerasan permukaan untuk masing-masing faktor ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Kondisi hipotesis nol pada respon kekerasan baja

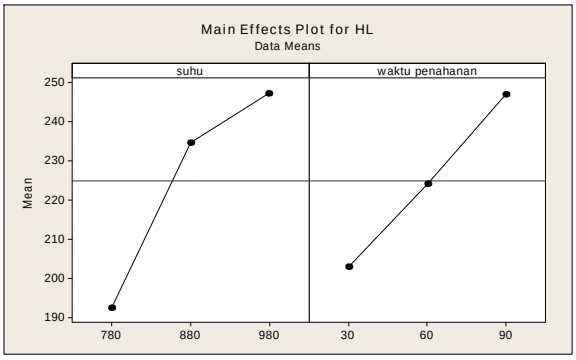
Variabel	Kondisi H_0
Suhu	Ditolak
Waktu penahanan	Ditolak

Sumber : hasil perhitungan

P-value menunjukkan variabel proses mana yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan permukaan. Dalam penelitian ini α yang dipakai bernilai 5%. Penarikan kesimpulan menggunakan *P-value* untuk kekerasan permukaan yang ditunjukkan pada Tabel 3 adalah sebagai sebagai berikut:

1. Untuk variabel suhu *P-value* = 0.022 < α = 0.05, maka secara statistik variabel suhu memiliki pengaruh terhadap kekerasan permukaan baja.
2. Untuk variabel waktu penahanan *P-value* = 0.042 < α = 0.05, maka secara statistik variabel waktu penahanan memiliki pengaruh terhadap kekerasan permukaan baja.

Level variabel tiap faktor yang berpengaruh terhadap tingkat kekerasan permukaan ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. ***Main effects plot***

Karakteristik semakin besar semakin baik *(large is better)* digunakan respon untuk kekerasan permukaan. Hal ini berarti bahwa nilai kekerasan permukaan yang maksimum adalah yang paling diinginkan (Sugiono 2007).

1. Faktor suhu level pertama 780˚ C, level kedua 880˚ C, dan level ketiga 980˚ C. Kekerasan permukaan maksimum didapat dari faktor ke 3 yaitu faktor suhu 980˚ C semakin lama semakin keras.
2. Faktor waktu penahanan level pertama 30 menit, level kedua 60 menit, level ketiga 90 menit. Kekerasan permukaan maksimum didapat dari level waktu penahan ke 3 yaitu 90 menit. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Widiyono (2002) dengan variasi temperatur 850˚C, 900˚C 950˚C dan waktu penahanan 120 menit. Dari hasil kekerasan 109 VHN, dapat diperbaiki sehingga kekerasannya mencapai 600 VHN. Hal ini dapat

disimpulkan bahwa semakin lama suhu dan waktu penahanan maka didapat hasil kekerasan yang lebih baik.

E. Pembahasan

1. Pengaruh Variasi Suhu

   Dari rata-rata data yang diperoleh variasi suhu tersebut semakin tinggi yang digunakan, maka tingkat kekerasannya yang dihasilkan juga semakin keras. Hal ini dapat dijelaskan bahwa penggunaan variasi suhu yang lebih tinggi maka akan menghasilkan tingkat kekerasan yang lebih tinggi.

2. Pengaruh Variasi Waktu Penahanan

   Dari rata-rata data yang diperoleh variasi waktu penahan tersebut semakin lama waktu penahanan yang digunakan, maka tingkat kekerasannya yang dihasilkan juga semakin keras. Hal ini dapat dijelaskan bahwa penggunaan waktu penahanan yang lebih lama maka akan menghasilkan tingkat kekerasan yang lebih tinggi.

F. Kesimpulan

1. Variasi suhu berpengaruh terhadap kekerasan baja St 41. Dengan demikian menggunakan suhu 980˚ C yang menghasilkan nilai 234.4 HL adalah yang paling bagus dari kedua data lainnya. Maka dapat disimpulkan, semakin lama suhu yang digunakan maka semakin bagus dan menjadikan baja lebih keras.
2. Variasi waktu memiliki pengaruh terhadap kekerasan baja St 41. Dengan demikian menggunakan waktu penahanan 90 menit yang menghasilkan nilai 232.35 HL adalah yang paling bagus dari kedua data lainnya. Maka dapat disimpulkan, semakin lama waktu penahanan yang digunakan maka semakin bagus dan menjadikan baja lebih keras.

IV. DAFTAR PUSTAKA

Masyrukan, 2006, *Penelitian Sifat Fisis Dan Mekanis Baja Karbon Rendah Akibat Pengaruh Proses Pengarbonan Dari Arang Kayu Jati*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Sedarmayanti dan Syarifudin, 2002:33, *Metodologi Penelitian*, Mandar Maju, Bandung.

Sugiono, 2007, *Statika Untuk Penelitian*, Tangga Pustaka, Jakarta.

Suratman, R., 1994, *Panduan Proses Perlakuan Panas*, Lembaga Penelitian ITB, Bandung.

Widiyono, E., 2002, Tugas Akhir :*Penerapan Teknologi Tepat Guna Peralatan dan Proses Pack Carburising Untuk Peningkatan Kualitas Produk Alat-alat Pertanian*, Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.