JURNAL

Pengaruh Variasi *Holding Time* Pada Proses Karburasi Menggunakan Media Arang Tempurung Kelapa Sawit Terhadap Kekerasan Dan Kedalaman Difusi Baja St41

The Effecct Of Holding Time Variation On The Process Of Carburasi Using Palm Oil Charcoal Medium To Hardness And Depth Of Diffusion St 41

Oleh:

ARIS WIBOWO

13.1.03.01.0176

Dibimbing oleh :

1. **Fatkur Rhohman, M.Pd.**
2. **Am. Mufarrih, M.T.**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2017

Artikel Skripsi
Universitas Nusantara PGRI Kediri

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2017

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: Aris Wibowo
NPM	: 13.1.03.01.0176
Telepon/HP	: 0823-3736-4937
Alamat Surel (Email)	: ariswibowo748@yahoo.com
Judul Artikel	: Pengaruh Variasi *Holding Time* Pada Proses Karburasi menggunakan Media Arang Tempurung Kelapa Sawit Terhadap Kekerasan Dan Kedalaman Difusi Baja St 41
Fakultas – Program Studi	: Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi	: Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi	: Jln. Kh. Achmad Dahlan No. 76 Kota Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa :

a. artikel yang saya tulis 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 ketidak sesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggung jawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri,
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Fatkur Rhohman, M.Pd. NIDN. 0728088503	Am. Mufarrih, M.T. NIDN. 0730048904	Aris Wibowo NPM : 13.1.03.01.0176

Aris Wibowo | 13.1.03.01.0176
Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin
simki.unpkediri.ac.id
|| 1||

PENGARUH VARIASI *HOLDING TIME* PADA PROSES KARBURASI MENGGUNAKAN MEDIA ARANG TEMPURUNG KELAPA SAWIT TERHADAP KEKERASAN DAN KEDALAMAN DIFUSI BAJA ST41

Aris Wibowo
NPM : 13.1.03.01.0176
Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin
Email : ariswibowo748@yahoo.com
Fatkur Rhohman, M.Pd.[1] dan Am. Mufarrih, M.T.[2]

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Abstrak

Pengerasan permukaan dibutuhkan sebagai bahan komponen komponen mesin yang mengalami kelelahan yang disebabkan keausan permukaan akibat beban yang bekerja bolak-balik. mengalami beban kerja berat, karena membutuhkan kekerasan dipermukaan tetapi didalam inti baja tetap ulet.

Baja karbon rendah termasuk salah satu jenis baja yang banyak digunakan oleh industri yang memproduksi komponen-komponen mesin seperti: roda gigi, batang piston, poros, mur, baut, rangka kendaraan, ring piston dan lain-lain. Karakteristik baja karbon rendah adalah mempunyai ketangguhan dan keuletan yang tinggi, mudah dibentuk tetapi kekerasannya rendah dan sulit untuk dikeraskan.

Proses pelapisan logam dengan *carburizing* pada baja karbon rendah bertujuan untuk menambah kandungan karbon agar bisa ditingkatkan kekerasannya. *Pack carburizing* adalah salah satu metode yang digunakan untuk menambah kandungan karbon didalam baja dengan menggunakan media padat. Sumber media karbon sendiri bisa didapatkan dari limbah alam yang banyak tersedia disekitar kita, seperti tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, dan kayu.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui : (1) Perbedaan perubahan kekerasan dan kedalaman difusi bahan baja st 41 setelah diberikan perlakuan panas dengan media donor arang tempurung kelapa sawit, dengan variasi *Holding Time* dengan 30, 45 dan 60 menit lama karburasi. (2) Menentukan hasil terbaik pengaruh media donor arang tempurung kelapa sawit pada proses perlakuan panas *(heat treatment)* menggunakan temperature 900˚C untuk mengetahui peningkatan kekerasan dan kedalaman difusi optimum baja St 41.

Pada penelitian proses pengujian ini menggunakan pengujian kekerasan *Rockwell* dan Mikroskop sedangkan untuk analisa data penelitian menggunakan *Analysis One Way* (ANOVA*)* dibantu dengan *software Minitab 16.* Dilakukan uji statistik (*one way anova)* hasil penelitian menunjukan bahwa pada holding time 30 menit mendapatkan hasil nilai kekerasan 11,5 HRC dengan kedalaman 12,7 mikro dengan kekerasan material sebelum proses *heat treatment* 9,93 HRC. Nilai kekerasan yang paling baik adalah dengan *holding time* 60 menit dengan hasil nilai kekerasan 15,5 HRC dan kedalaman difusi 20,6 mikro. Semakin lama *holding time* yang digunakan, maka tingkat kekerasannya yang dihasilkan juga semakin keras dan kedalaman difusi semakin dalam.

Kata Kunci : *Holding time*, karburasi, arang tempurung kelapa sawit, kekerasan, kedalaman difusi, baja st 41.

Latar Belakang

Sifat mekanik sangat berperan penting dalam menentukan tingkat kekerasan baja sebagai komponen mesin terutama pada roga gigi transmisi. Roda gigi transmisi bekerja pada putaran tinggi dan saling bergesekan dengan komponen lain sehingga perlu pengerasan pada permukaan untuk mengurangi keausan. Untuk memenuhi karakteristik tersebut terutama penggunaan baja karbon rendah sebagai komponen mesin harus melewati beberapa proses. Baja tersebut tidak dapat dikeraskan secara langsung perlu ada media donor sebagai penambah karbon dalam proses pemanasan, proses ini disebut dengan proses *karburasi.*

Karburasi pada baja karbon rendah bertujuan untuk menambah kandungan karbon secara difusi agar bisa ditingkatkan kekerasannya. Karburasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk menambah kandungan karbon didalam baja terutama di permukaan logam dengan menggunakan media mengandung karbon. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan sifat baja pada bagian permukaan keras dan bagian tengah masih memiliki keuletan, hal ini bertujuan untuk memperkecil keausan pada permukaan sedangkan pada bagian inti yang sifatnya lentur memiliki ketahanan. Proses *karburasi* memang diperuntukkan untuk baja dengan kadar karbon rendah dengan kadar karbon kurang dari 0,25%. Baja tersebut memiliki sifatnya yang lunak / ulet akan lebih mudah dalam proses pembentukannya sehingga akan memperpanjang umur pahat dan menekan biaya produksi. (Amanto, 2006)

Tempurung kelapa sawit merupakan limbah dari proses produksi yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat dan hanya dimanfaatkan sebagian kecil kebutuhan saja, misalnya sebagai bahan untuk membuat arang dan bahan bakar alternatif ketel uap sebagai pengganti batu bara. Selain harganya yang murah, tempurung kelapa sawit juga mudah didapat.

Pada penelitian ini hanya bertujuan untuk mengetahui pengaruh karburasi menggunakan media arang tempurung kelapa sawit dengan perbedaan *holding time* terhadap peningkatan kekerasan dan kedalaman difusi baja St 41, maka proses pendinginan dilakukan dengan media pendingin oli yang sama**.**

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Mulyanto (2001) menggunakan tempurung kelapa untuk meningkatkan kekerasan bahan pisau. Setelah dilakukan pengujian nilai kekerasan yang paling tinggi

dari beberapa pengujian di dapatkan pada temperature 950 ^{o}C dengan waktu penahanan 6 jam peningkatan kekerasan sebesar 80,67 HRC atau sebesar 79.67% setelah di lakukan karburasi, bila dibandingkan dengan tanpa perlakuan sebesar 58,89 HRC.

Dan penelitian sebelumnya yang dilakukan (Sofiyyudin,2007) karburasi menggunakan media arang batok kelapa terhadap kekerasan Hasil uji kekerasan spesimen suhu pemanasan *carburizing* 850^{0}C dan di *quenching*, memiliki nilai kekerasan 786,26 kg/mm^{2} dan spesimen suhu pemanasan *carburizing* 900^{0}C dan di *quenching*, memiliki nilai kekerasan 799,176 kg/mm^{2}, ini menunjukkan peningkatan sebesar 1,64%. Alasan peneliti menggunakan arang tempurung kelapa sawit karena cadagan karbon yang tersimpan pada tanaman kelapa sawit cukup tinggi (Yulianto,2015)

I. METODE PENELITIAN

Berdasarkan data yang diperoleh penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif. Sehingga data–data yang diperoleh dalam penelitian ini berupa angka-angka hasil dari pengujian setelah dilakukan perlakuan. Penelitian kuantitatif adalah pendekatan penelitian yang banyak dituntut menguak angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan hasilnya. (Arikunto, 2010:40)

Berdasarkan permasalahan yang diteliti maka penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen, karena penelitian ini berusaha untuk menemukan ada tidaknya pengaruh variasi *Holding Time* karburasi menggunakan media arang tempurung kelapa sawit terhadap persentase peningkatan kekerasan pada permukaan Baja St 41.

Table 1. Rancangan Penelitian.

Spesimen Karburasi	C	Holding time	kekerasan	Kedalaman difusi
		T1	YHRC 1	YKK 1
Y	Y1	T2	Y HRC 2	YKK 2
		T3	Y HRC 3	YKK 3

Langkah – langkah Pengumpulan Data

Data - data yang terkumpul kemudian diolah dengan menggunakan teknik analisa data statistik dengan menggunakan program Minitab 16. Dalam penelitian ini didapatkan keterangan data kuantitatif yang berupa angka-angka pada pengujian kekerasan dan kedalam difusi. Dikarenakan dalam penelitian ini terdapat 1 variabel bebasyaitu *berbeda jenis material*, maka untuk teknik analisa data dipakai Analisa Varian (ANOVA).

1. Tahap Awal

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut:

a. Mempersiapkan Alat dan Bahan

Pada tahap ini yang merupakan

langkah awal dari penelitian yang perlu disiapkan adalah bahan baja St 41, Barium karbonat, arang tempurung kelapa sawit dan media pendingin Oli. Sedangkan alat yang perlu dipersiapkan adalah ,mesin bubut konvensional, gerinda potong, dapur listrik dan alat ukur jangka sorong.

b. Pembentukan Spesimen

Langkah awal pembentukan specimen yang pertama dilakukan adalah memotong bahan Baja St 41 tinggi 12 mm dan diameter 25 mm sebanyak Sembilan bagian. Langkah selanjutnya yaitu meratakan permukaan yang habis dipotong menggunakan mesin bubut konvensional. Sehingga hasil akhir specimen setelah proses pembubutan memiliki ukuran tinggi 10 mm dan diameter 25 mm.

c. Ekspose Spesimen ke Dalam Media karburasi langkah - langkah yang dilakukan dalam tahap ekspose spesimen ke dalam media karburasi. Media arang tempurung kelapa sawit yang sudah disiapkan di masukan ke dalam kotak karburasi baja hingga setengah bagian, kemudian spesimen dimasukkan dan ditimbun dengan arang tempurung kelapa sawit hingga penuh. Langkah selanjutnya kotak karburasi diikat dengan kawat, dan tutup kotak karburasi yang berongga dirapatkan dengan tanah liat, untuk kemudian dimasukkan ke dalam dapur listrik.

2. Tahap Proses

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut:

a. Proses karburasi

Memasukkan specimen yang sudah ditanam dalam kotak karburasi yang berisi arang tempurung kelapa sawit dan kemudian dimasukkan ke dalam dapur secara bergantian Spesimen dimasukkan ke dalam dapur pemanas dibiarkan sampai suhu naik 900 ^{o}C, dengan sesuai penahan waktu yang sudah ditentukan. Langkah selanjutnya mengeluarkan specimen untuk kemudian didinginkan menggunakan media pendingin Oli.

a) Pengujian Kekerasan.

Pengujian yang digunakan adalah dengan metode pengujian kekerasan rockwell. Pengujian ini dilakukan pada 1 bagian yaitu pada pemukaan benda. Pada bagian sisi permukaannya dilakukan penggosokan terlebih dahulu untuk menghilangkan oksidasi yang timbul. Setelah benda uji bersih baru dilakukan pengujian kekerasan:

b) Kedalaman Difusi

Pada Pengujian ini proses pengambilan foto kedalaman difusi sama dengan pengambilan microstruktur permukaan baja, hanya saja bagian yang dilihat harus di potong terlebih dahulu Dan melihat kedalaman microstruktur difusi pada tepi bagian specimen.

II. Hasil dan Kesimpulan

A. Hasil Pengujian Kekerasan St 41 Sebelum Proses *Carburizing*

Berikut ini adalah data akhir dari hasil pengujian kekerasa specimen baja St 41 sebelum proses karburasi yang tertuang dalam tabel, sebagai berikut:

Tabel 2. Kekerasan Baja St 41 Sebelum Proses Carburizing

		HRC
Normal	1	10
	2	10,5
	3	10
	rata-rata	10,1
	1	9,5
	2	10
	3	9,5
	rata-rata	9,6
	1	10
	2	10,5
	3	10
	rata-rata	10,1

Dimana: *HRC* rata-rata dalam keadaan Baja tampa perlakuan adalah

$$(10,1 + 9,6 + 10,1) / 3 = 9,93$$

1. Hasil Pengujian Kekerasan dan kedalaman difusi St 41 Setelah Proses *Carburizing*

Berikut ini adalah data akhir dari hasil pengujuan kekerasan dan kedalaman difusi specimen baja St 41 setelah proses carburizing holding dalam waktu 30, 45 dan 60 menit yang tertuang dalam table, sebagai beriku:

Tabel 3. Kekerasan Dan kedalaman difusi Baja St 41 Setelah Proses Carburizing Holding 30 menit

		KEKERASAN (HRC)	KEDALAMAN DIFUSI (Mikron = 0,001)
30 A	1	11	12
	2	11,5	13
	3	12	13
		11,5	12,6
30 B	1	12	13
	2	11	12
	3	12	13
		11,6	12,6
30 C	1	11,5	13
	2	12	13
	3	11	13
		11,5	13

HRC rata-rata untuk Holding Time 30 menit adalah :

$$(11,5 + 11,6 + 11,5) / 3 = 11,5$$

Rata – rata kedalaman difusi, Time 30 menit adalah :

$$(12,6 + 12,6 + 13) / 3 = 12,7$$

Tabel 4. Kekerasan Dan kedalaman difusi

Baja St 41 Setelah Proses Carburizing Holding 45 menit

		KEKERASAN (HRC)	KEDALAMAN DIFUSI (Mikron = 0,001)
45 A	1	14	17
	2	13,5	17
	3	13,5	18
		13,6	17,3
45 B	1	14	17
	2	14	19
	3	13	18
		13,6	18
45 C	1	14	18
	2	13,5	17
	3	14	17
		13,8	17,3

HRC rata-rata untuk Holding Time 45 menit adalah :

(13,6 + 13,6 + 13,8) / 3 = 13,6

Rata – rata kedalaman difusi, Time 45 menit adalah :

(17,3 + 18 + 17,3) / 3 =17,5

Tabel 5 Kekerasan Dan kedalaman difusi

Baja St 41 Setelah Proses Carburizing Holding 60 menit

		KEKERASAN (HRC)	KEDALAMAN DIFUSI (Mikron = 0,001)
60 A	1	15	20
	2	16	22
	3	16,5	20
		15,8	20,6
60 B	1	15	21
	2	15,5	21
	3	15	20
		15,1	20,6
60 C	1	16	20
	2	15,5	21
	3	16	21
		15,8	20,6

HRC rata-rata untuk Holding Time 60 menit adalah :

(15,8 + 15,1 + 15,8) / 3 = 15,5

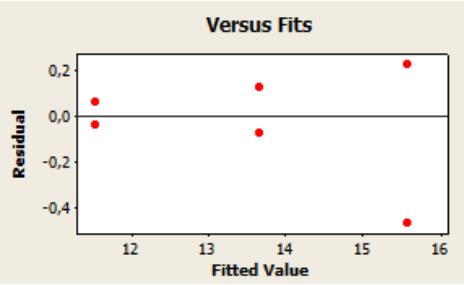
Rata – rata kedalaman difusi, Time 60 menit adalah :

(20,6 + 20,6 + 20,6) / 3 =20,6

Analisis Data

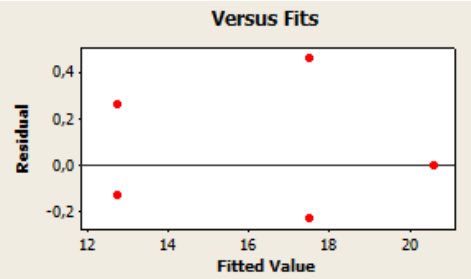
Dalam prosedur analisa data, perlu terlebih dahulu diuji dengan asumsi IIDN (Identik, Independen, dan Distribusi Normal) Untuk mengetahui apakah variabel variasi *Holding Time* mempunyai pengaruh terhadap kekerasan dan kedalaman difusi baja ST 41. Karena analisa variasi mensyaratkan bahwa residual harus memenuhi tiga asumsi yaitu bersifat identik, independen dan berdistribusi normal

1. **Uji Identik**



Gambar 1. Plot residual kekerasan baja versus fitted values

Uji identik pada gambar diatas menampilkan residual tersebar secara acak disekitar harga nol dan tidak membentuk pola tertentu. Hal ini menunjukkan asumsi identik terpenuhi.

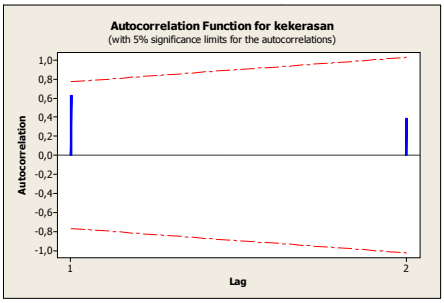


Gambar 2. Plot residual kedalaman difusi baja versus fitted values

Uji identik pada gambar diatas menampilkan residual tersebar secara acak disekitar harga nol dan tidak membentuk pola tertentu.Hal ini menunjukkan asumsi identik terpenuhi.

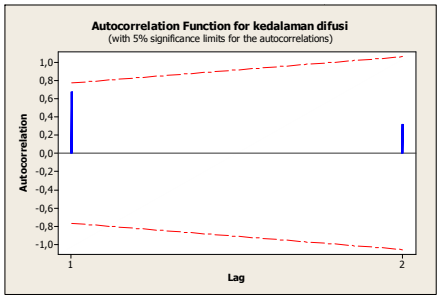
2. **Uji Independen**

Pengujian independen pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan auto correlation function (ACF).



Gambar 3. Plot ACF pada respon kekerasan permukaan

Berdasarkn plot ACF yang ditunjukkan pada Gambar di atas 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.



Gambar 4. Plot ACF pada respon kedalaman difusi permukaan

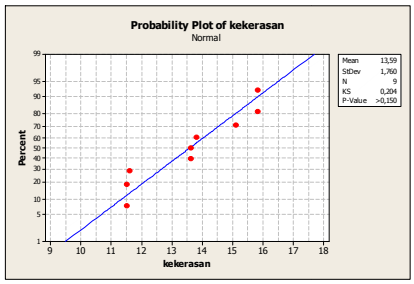
Berdasarkn plot ACF yang ditunjukkan pada Gambar di atas tidak ada nilai ACF pada tiap lag yang keluar dari batas interval. Hal ini membuktikan bahwa tidak ada korelasi antar residual artinya residual bersifat independen

3. Uji kenormalan

Uji kenormalan residual dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Hipotesis yang digunakan adalah;

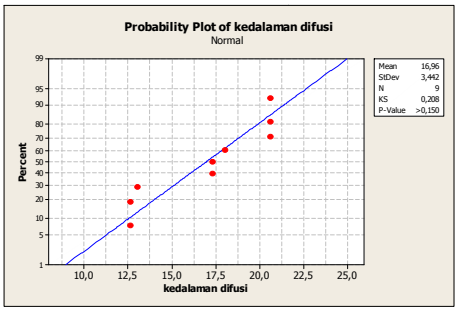
H_0: Residual berdistribusi normal.

H_1: Residual tidak berdistribusi normal.



Gambar 5. Uji normalitas

Gambar diatas menunjukan bahwa dengan uji Kolmogorov-Smirnov diperoleh p-value 0,150 yang berarti lebih besar dari α = 0,05. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa H0 residual berdistribusi normal.



. **Gambar 6. Uji normalitas**

Gambar diatas menunjukan bahwa dengan uji Kolmogorov-Smirnov diperoleh p-value 0,150 yang berarti lebih besar dari α = 0,05. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa H0 residual berdistribusi normal.

4. Analisa of Variansi (ANOVA)

Setelah uji IIDN (identik, independen dan distribusi normal) sudah terpenuhi maka dilakukan analisis variansi untuk mengetahui variabel *Holding Time* memiliki pengaruh secara signifikan terhadap kekerasan dan kedalaman difusi permukaan baja.

Hipotesis awal (H_0) akan ditolak apabila nilai F_{hitung} melebihi nilai F_{tabel}. Untuk F_{hitung} didapatkan dari hasil analisa program *minitab 16* dan untuk F_{tabel} dari hasil $F_{\alpha,\ a-1,\ N-a,}$ dimana "a" adalah banyak replikasi ditiap level faktor dan N adalah banyaknya seluruh pengamatan. Untuk

mendapatkan nilai F_{tabel} dapat kita lihat tabel *Prescentage Point of the Distribution (continued)* pada halaman lampiran. Penarikan hasil untuk kekerasan dan kedalaman difusi berdasarkan tabel distribusi untuk $F_{(0.05;\ 2,\ 6)}$ sebesar 5,14. Selain menggunakan nilai F, kita bisa juga menggunakan *P-Value* untuk menguji hipotesis awal (H_0) akan ditolak bila *P-Value* kurang dari nilai taraf signifikan α, dalam penelitian α (signifikan) bernilai 0.05 = 5%.

Analysis of Varians (ANOVA) digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel proses yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kekerasan dan kedalaman difusi. ANOVA untuk kekerasan dan kedalaman difusi berdasarkan perhitungan program *minitab 16.* analisa variansi variabel proses terhadap kekerasan dan kedalaman difusi. Analisis of variansi (ANOVA) untuk kekerasan dan kedalaman permukaan ditunjukkan pada Tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 6. Analisa variansi (ANOVA) variabel proses terhadap kekerasan baja

```
One-way ANOVA: kekerasan versus holding time

Source        DF       SS       MS       F      P
holding time   2  24,4289  12,2144  203,57  0,000
Error          6   0,3600   0,0600
Total          8  24,7889

S = 0,2449   R-Sq = 98,55%   R-Sq(adj) = 98,06%

                          Individual 95% CIs For Mean Based on
                          Pooled StDev
Level  N    Mean  StDev  -------+---------+---------+---------+--
1      3  11,533  0,058  (--*--)
2      3  13,667  0,115                   (--*--)
3      3  15,567  0,404                                  (--*--)
                          -------+---------+---------+---------+--
                              12,0      13,2      14,4      15,6

Pooled StDev = 0,245
```

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

1. Untuk faktor Waktu penahanan terhadap kekerasan.

   $H_0 : \beta_1 = \beta_2$

   $H_1 : \beta_1 \neq \beta_2$

   Kesimpulan: F hitung = 203,57 > $F_{(0,05\ :\ 2\ :\ 6)}$ = 5,14 maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh waktu penahan terhadap kekerasan permukaan.

Tabel 7. Analisa variansi (ANOVA) variabel proses terhadap kedalaman difusi

```
One-way ANOVA: kedalaman difusi versus holding time

Source        DF       SS       MS       F      P
holding time   2  94,3289  47,1644  653,05  0,000
Error          6   0,4333   0,0722
Total          8  94,7622

S = 0,2687   R-Sq = 99,54%   R-Sq(adj) = 99,39%


                          Individual 95% CIs For Mean Based on
Pooled StDev
Level  N    Mean  StDev   -+---------+---------+---------+--------
1      3  12,733  0,231   (-*)
2      3  17,533  0,404                       (*-)
3      3  20,600  0,000                                   (*-)
                          -+---------+---------+---------+--------
                         12,5      15,0      17,5      20,0

Pooled StDev = 0,269
```

2. Untuk faktor Waktu penahanan terhadap kedalaman difusi.

   $H_0 : \beta_1 = \beta_2$

   $H_1 : \beta_1 \neq \beta_2$

   Kesimpulan: F hitung = 653,05 > $F_{(0,05\ :\ 2\ :\ 6)}$ = 5,14 maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh waktu penahan terhadap kedalaman difusi.

Pengujian Hipotesis

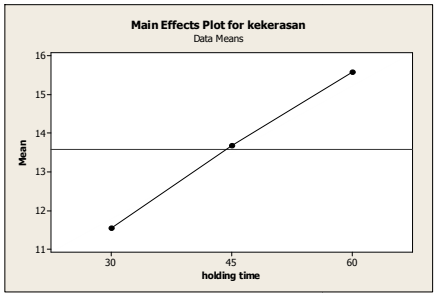
Berdasarkan uji hipotesis distribusi F, maka faktor variasi waktu penahanan memiliki pengaruh terhadap respon kekerasan dan kedalaman difusi pada permukaan baja. Kondisi H_0 pada respon kekerasan permukaan untuk faktor ditunjukkan oleh Tabel.

Tabel 8. Kondisi hipotesis nol pada respon kekerasan baja

Variabel	Kondisi H_0
Holding Time	Ditolak

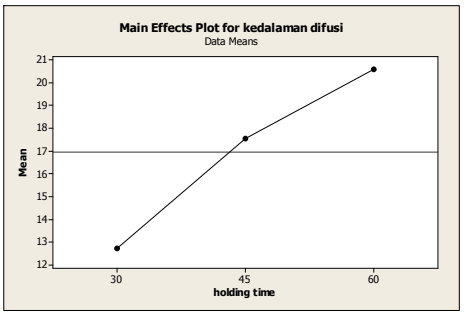
Sumber : hasil perhitungan

P-value menunjukkan variabel proses mana yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan permukaan. P-value yang lebih kecil dari *level of significant* (α) mengindikasikan bahwa variabel proses tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon. Dalam penelitian ini α yang dipakai bernilai 5%. Penarikan kesimpulan menggunakan *P-value* untuk kekerasan permukaan yang ditunjukkan pada Tabel 4.8 dan kedalaman difusi table 4.9 adalah Untuk variabel waktu penahanan *P-value* = 0,000 < α = 0.05, maka secara statistik variabel waktu penahanan memiliki pengaruh terhadap kekerasan dan kedalaman permukaan baja. Level variabel faktor yang berpengaruh terhadap tingkat kekerasan dan kedalaman difusi permukaan ditunjukkan pada gambar 4.9 dan 4.10.



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

Karakteristik semakin besar semakin baik *(large is better)* digunakan respon untuk kekerasan permukaan baja. Hal ini berarti bahwa nilai kekerasan permukaan baja yang maksimum adalah yang paling diinginkan, faktor waktu penahanan pertama 30 menit, kedua 45 menit, ketiga 60 menit. Kekerasan permukaan maksimum didapat dari level waktu penahan ke 3 yaitu 60 menit. Dengan nilai kekerasan 15,5 HRC.



Gambar 8. ***Main effects plot kedalaman difusi***

Untuk respon kedalaman difusi hal ini berarti bahwa kedalaman difusi yang maksimum adalah yang paling diinginkan faktor waktu penahanan pertama 30 menit, kedua 45 menit, ketiga 60 menit kedalaman difusi maksimum didapat dari level waktu penahan ke 3 yaitu 60 menit. dan kedalaman difusi 20,6 mikro.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil perbedaan peningkatan kekerasan dan kedalaman difusi pada tiap variasi *holding time*. Dengan demikian menggunakan waktu penahanan 60 menit yang menghasilkan hasil nilai kekerasan 15,5 HRC dan kedalaman difusi 20,6 mikro. Maka dapat disimpulkan, semakin lama waktu penahanan yang digunakan maka menjadikan baja lebih keras dan kedalaman difusi semakin bertambah.

III. DAFTAR PUSTAKA

Amanto, H & Daryanto. 2006. *Ilmu Bahan*, Jakarta : Bumi Aksara.

Arikunto, Suharsimi. 2010.*Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT. Rineka Cipta Jakarta.

Mulyanto, E. 2001. *Analisa Penggunaan Tempurung Kelapa Untuk Meningkatkankekerasan Bahan Pisau Timbangan Meja Dengan Proses Pack carburizing.* Semarang : Universitas Muhammadiyah Semarang.

Sofiyudin, A. 2007. *Pengaruh Suhu Carburizing Menggunakan Media Arang Batok Kelapa Terhadap Kekerasan Dan Ketahanan Aus Roda Gigi Baja Aisi 4140.* Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Yulianto, 2015. Pendugaan Cadangan Carbon Tersimpan Pada Kelapa Sawit (Elaeis Jarq) Dan Analisis Kesuburan Tanah Di Perkebunan Pt. Daria Dharma Pratama Ipuh Bengkulu.Tesis. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor : Bogor