**ARTIKEL**

# ANALISA METODE *CARBURIZING* DAN *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN LOGAM DENGAN *BRINEL HARDNESS TEST PADA MATERIAL LOGAM* S45C

## *ANALYSIS OF CARBURIZING METHOD AND QUENCHING FOR METAL HARDNESS WITH BRINEL HARDNESS TEST ON METAL MATERIAL S45C*

**Oleh:**

**Arik Fitra Riyadi**

**13.1.03.01.0110**

**Dibimbing oleh :**

1. **Irwan Setyowidodo, M.Si**
2. **M.Muslimin Ilham, M.T**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI**

**2017**

# SURAT PERNYATAAN
# ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2017

**Yang bertanda tangan di bawah ini:**

| | |
|---|---|
| Nama Lengkap | : Arik Fitra Riyadi |
| NPM | : 13.1.03.01.0110 |
| Telepon/HP | : 083851754790 |
| Alamat Surel (Email) | : arikfitrariyadi@gmail.com |
| Judul Artikel | : Analisa Metode *Carburizing* dan *Quenching* terhadap Kekerasan Logam dengan *Brinel Hardnes Test pada Material Logam* S45C |
| Fakultas – Program Studi | : Fakultas Teknik – Program Studi Teknik Mesin |
| Nama Perguruan Tinggi | : Universitas Nusantara PGRI Kediri |
| Alamat Perguruan Tinggi | : Jl. K.H achmad Dahlan No. 76 |

Dengan ini menyatakan bahwa :

a. Artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarism.
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,……..

| Pembimbing I | Pembimbing II | Penulis, |
|---|---|---|
| Irwan Setyowidodo, M.Si | M.Muslimin Ilham, M.T | Arik Fitra Riyadi |
| NIDN.0701098404 | NIDN. 0713088502 | NPM 13.1.03.01.0110 |

# ANALISA METODE *CARBURIZING* DAN *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN LOGAM DENGAN *BRINEL HARDNES TEST PADA MATERIAL LOGAM* S45C

**ARIK FITRA RIYADI**
**13.1.03.01.0110**
FT – Prodi Teknik Mesin
Email: achmadtrifadhila@gmail.com
Irwan Setyowidodo, M.Si[1] dan M.Muslimin Ilham, M.T[2]
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

**Abstrak**

Penelitian ini dilatar belakangi pengamatan peneliti terhadap pengaruh variasi temperstur dan media pendingin terhadap kekerasan logam S45C. Perbedaan temperature dan variasi akan mempengaruhi kekerasan logam dengan pengujian *Harnes brinel test*.

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan temperatur maksimal untuk mendapat kekerasan tertinggi pada logam S45C, memperoleh temperature carburizing optimum untuk mendapat kekerasan maksimal, dan memperoleh jenis media pendingin yang sesuai untuk kekerasan maksimal.

Penelitian ini berupa matriks orthogonal L20 dengan tiga replikasi menggunakan rancangan faktorial. Variabel bebas yang divariasikan yaitu temperature perlakuan panas, dan media pendingin.Variabel terikat material S45C. Variabel respon penelitian ini adalah kekerasan yang di analisis menggunakan Anova serta uji kontras metode Scheffe. Kesimpulan penelitian ini adalah semua faktor berjalan simultan dan mempengaruhi kekerasa logam, dimana semua nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ dalam uji hipotesis nilai F. Berdasarkan *main effect plot*, kombinasi temperature *carburizing* $850^0$C dengan media pendingin oli. Kombinasi ini menghasilkan kekerasan logam 145 kg/mm$^2$ dan 148 kg/mm$^2$ dengan nilai kekeerasan rata-rata 146,5 kg/mm$^2$. Berdasarkan simpulan penelitian ini, direkomendasikan mengunakan temperatur *carburizhing* yang lebih tinggi dengan memvariasikan media pendingin yang lebih variatif.

**Kata kunci:** Kekerasan logam, temperatur *carbrizing* dan jenis media *quenching*.

## A. PENDAHULUAN

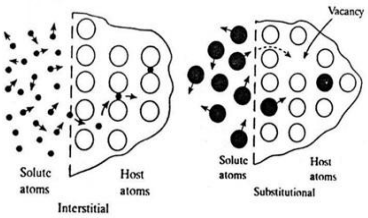
Perkembangan teknologi pada masa kini berkembang dengan pesatnya seiring dengan ilmu pengetahuan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia semakin meningkat pula. Salah satu bentuk peningkatan kualitas ialah rekayasa material bahan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan dari suatu material. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan daya tahan material agar sesuai dengan kinerja mesin yang diharapkan.

Kekerasan suatu bahan merupakan salah satu sifat mekanis bahan yang merupakan salah satu bentuk untuk pengujian yang sederhana, cepat dan relatif murah dibanding beberapa bentuk pengujian lain. Menurut Bawono, (2013) ada beberapa jenis perlakuan yang dapat mempengaruhi tingkat kekerasan logam yaitu metode *carburishing* dan *quenching* dengan beberapa media pendingin.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kekerasan logam dari perlakuan panas serta mengetahui perbedaan tingkat kekerasan dengan perbedaan median pendingin.

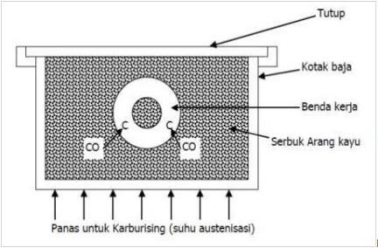
Menurut Prastowo, (2012) penambahan karbon yang disebut *carburizing* atau karburasi, dilakukan

dengan cara memanaskan pada *temperatur* yang cukup tinggi yaitu pada temperature *austenit* dalam lingkungan yang mengandung atom karbon aktif, sehingga atom karbon aktif tersebut akan berdifusi masuk kedalam permukaan baja dan mencapai kedalaman tertentu.




**Gambar 1.** Pemodelan proses *difusi*: (a) Secara *Interstisi*, (b) Secara *Substitusi*

Menurut Masyrukan, (2006) difusi adalah gerak spontan dari atom atau molekul di dalam bahan yang cenderung membentuk komposisi yang seragam. Menurut Muchammad, (2014) metode proses *carburizing* dibedakan berdasarkan media karburasinya, yaitu gas, cair dan padat. Komponen ditempatkan dalam kotak berisi media karburasi yang saat pemanasan pada suhu *austenisasi* (842–953$^0$C) akan mengeluarkan gas $CO_2$dan CO.




**Gambar 2.** Proses *pack carburizing*

Setelah proses *difusi*, diikuti perlakuan pendinginan cepat (*quenching*), sehingga diperoleh permukaan yang lebih keras.

Menurut Widoyono, (2011) proses *quenching* adalah proses pemanasan logam hingga mencapai batas austenit. Selanjutnya secara cepat baja tersebut dicelupkan ke dalam media pendingin. Pada waktu pendinginan yang cepat fase *austenit* tidak sempat berubah menjadi *ferit* atau perlit karena tidak ada kesempatan bagi atom – atom karbon yang telah larut dalam *austenite* untuk mengadakan pergerakan difusi dan bentuk sementit oleh karena itu terjadi fase mertensit (fase yang sangat keras).

## B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan faktor eksperimen serta matrik penelitian yang akan di lakuakan saat melakuakan uji kekerasan logam S45C dengan *hardness brinel test* sebagai berikut.

**Tabel 1**. Matrik Penelitian.

| Media Pendingin | Variasi Suhu | Kekerasan HB (kg/mm$^2$) | | Rata –Rata Kekerasan (kg/mm$^2$) |
|---|---|---|---|---|
| | | Uji coba 1 | Uji coba 2 | |
| Udara | 750 $^0$C | | | |
| | 800 $^0$C | | | |
| | 850 $^0$C | | | |
| Air | 750 $^0$C | | | |
| | 800 $^0$C | | | |
| | 850 $^0$C | | | |
| Oli | 750 $^0$C | | | |
| | 800 $^0$C | | | |
| | 850 $^0$C | | | |

Pengujian yang digunakan adalah dengan metode pengujian kekerasan *hardness brinel test* dimana bola baja untuk

uji brinell biasanya terbuat dari baja *chrom* yang telah disepuh atau ada juga *cementite carbide*. Standar dari bola brinell yaitu mempunyai Ø 10 mm atau 0,3937 in, dengan penyimpangan maksimal 0,005 mm atau 0,0002 in.

Metode ini mengunakan formulasi sebagai berikut.

$$BHN = \frac{2P}{\pi D(D\sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1)$$

Dimana BHN adalah *Brinel Hardness Test*, P adalah beban yang di berikan (Kgf), D merupakan Diameter indentor serta d adalah diameter lekukan rata-rata.

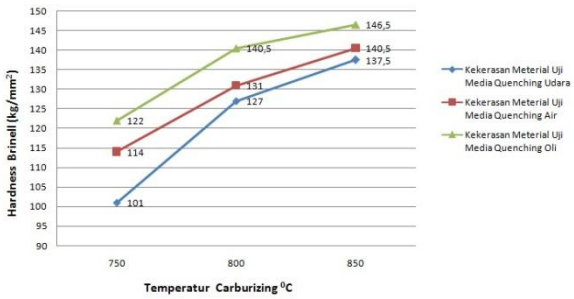
## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil eksperimen didapatkan data kekerasan rata – rata sebagai berikut.

**Tabel 2.** Data kekerasan rata-rata.

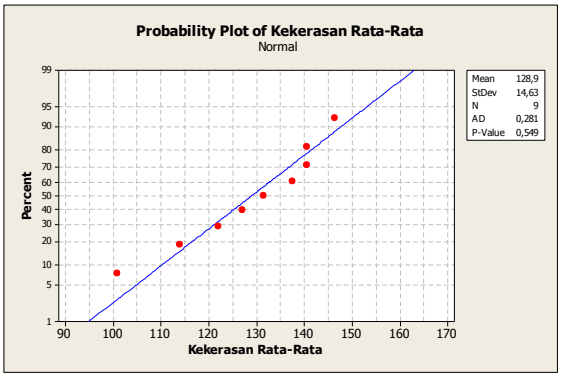
| Media Pendingin | Variasi Suhu | Kekerasan HB (kg/mm$^2$) | | Rata –Rata Kekerasan (kg/mm$^2$) |
|---|---|---|---|---|
| | | Uji coba 1 | Uji coba 2 | |
| Udara | 750 $^0$C | 100 | 102 | 101 |
| | 800 $^0$C | 128 | 126 | 127 |
| | 850 $^0$C | 137 | 138 | 137,5 |
| Air | 750 $^0$C | 115 | 113 | 114 |
| | 800 $^0$C | 131 | 132 | 131,5 |
| | 850 $^0$C | 140 | 141 | 140,5 |
| Oli | 750 $^0$C | 123 | 121 | 122 |
| | 800 $^0$C | 140 | 141 | 140,5 |
| | 850 $^0$C | 148 | 145 | 146,5 |

Berdasarkan hasil uji kekerasan metode Brinel *test* pada tabel 2, mampu terlihat secara empiris bahwa nilai kekerasan tertinggi terdapat material uji dengan variasi suhu 850 $^0$C yang didinginkan oleh media pendingin oli dengan nilai kekerasan rata – rata sebesar 146,5 kg/mm$^2$. Data tersebut mampu disusun dalam sebuah grafik kekerasan rata – rata sebagai berikut.

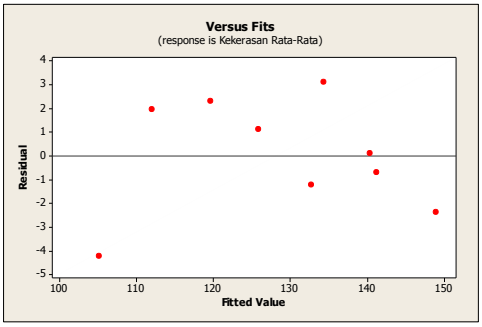



**Gambar 3.** Grafik kekersan rata - rata.

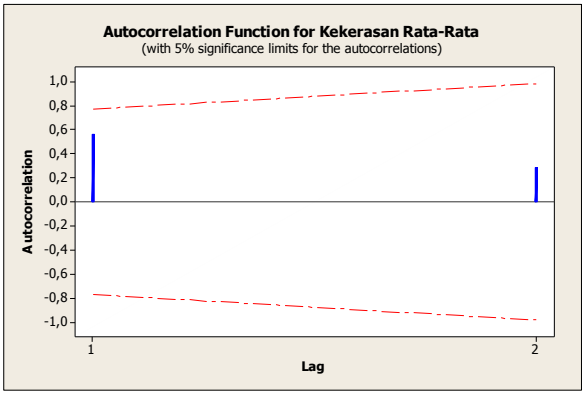
Pada tahan uji asumsi sebagai tahap awal analisis variansi didapatkan hasil sebagai berikut.




(a)




(b)




(c)

**Gambar 4.** (a) Uji normalitas (b) uji identik (c) uji independen.

Berdasarkan hasil uji normalitas data rata – rata kekerasan pada gambar 4 (a) didapatkan *P-Value* sebesar 0,549, *P-Value* ini lebih besar dari nilai taraf signifikan sebesar $\alpha =$ 5% (0,05) maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

Berdasarkan pada gambar 4 (b) menunjukkan bahwa nilai residual data rata – rata kekerasan mampu tersebar secara acak tanpa membentuk pola tertentu di sekitar harga nol, hasil ini menandakan data tersebut memenuhi asumsi identik.

Pada gambar 4 (c) terlihat pula bahwa tidak terdapat nilai ACF yang keluar dari interval uji independen. Hal ini menandakan bahwa data kekerasan rata – rata bersifat independen.

Peneliti menggunakan analisis variansi dengan *software* Minitab 16 untuk menguji apakah ada pengaruh dari faktor – faktor penelitian ini terhadap kekerasan material uji. Berikut hasil analisis variansi penelitian ini.

**Tabel 3.** Hasil analisis variansi.

| Analysis of Variance for Output Voltage, using Adjusted SS for Tests | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Source** | **DF** | **Seq SS** | **Adj MS** | **F** | **P** |
| Variasi Suhu | 2 | 1350 | 675 | 59 | 0,001 |
| Media Pendingin | 2 | 315 | 157 | 13 | 0,016 |
| Error | 3 | 45 | 11 | | |
| Total | 8 | 1711 | | | |

Pertama uji hipotesis akan merujuk pada perbadingan nilai $F_{hitung}$ yang dihasilkan analisis variansi dengan $F_{tabel}$ dari tabel distribusi F$\alpha$ 0,05. Perbandingan tersebut mampu direpresentasikan pada tabel berikut ini.

**Tabel 4.** Uji hipotesis perbandingan nilai F.

| Perbandingan Nilai $F_{hitung}$ dan $F_{tabel}$ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Variabel Bebas** | **$F_{hitung}$** | | **$F_{tabel}$** | **Hasil uji** |
| Variasi Suhu | 59 | > | 4,49 | Berpengaruh |
| Media Pendingin | 13 | > | 4,49 | Berpengaruh |

Berdasarkan tabel 4, $F_{hitung}$ dari variabel variasi suhu serta media pendingin menghasilkan nilai $F_{hitung}$ yang lebih besar dari $F_{tabel}$ Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis awal H0 juga ditolak.

Sedangkan bila uji hipotesis dilakukan berdasarkan pada *P-Value* yang dibandingkan dengan nilai taraf signifikan 5% ($\alpha =$ 0,05) maka perbandingan tersebut mampu disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 5.** Uji hipotesis perbandingan P-Value dan α.

| Perbandingan *P-Value* dan $\alpha$ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Variabel Bebas** | ***P-Value*** | | $\alpha$ | **Hasil uji** |
| Variasi Suhu | 0,001 | < | 0,05 | Berpengaruh |
| Media Pendingin | 0,016 | < | 0,05 | Berpengaruh |

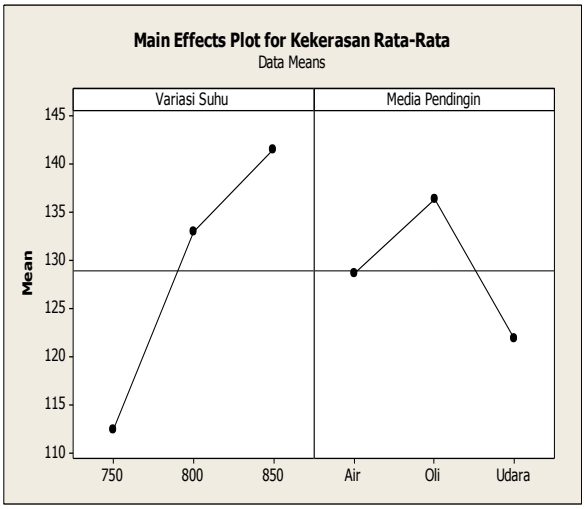
Berdasarkan perbandingan *P-Value* dan $\alpha$ (0,05) pada tabel 5 dapat diketahui bahwa *P-Value* dari variabel variasi suhu lebih kecil dari nilai taraf signifikan 5% ($\alpha$ =0,05), hal ini menandakan bahwa dengan uji hipotesis perbandingan *P-Value* dan $\alpha$ hipotesis H0 tetap ditolak dengan tingkat keyakinan 95%. Sedangkan *P-Value* dari variabel media pendingin juga menghasilkan *P-Value* lebih rendah dari nilai taraf signifikan 5% ($\alpha$ =0,05) sehingga hipotesis H0 tetap ditolak dengan tingkat keyakinan 95%.

Sedangkan nilai persen kontribusi pengaruh dari setiap faktor penelitian ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 6.** Persen kontribusi.

| Variabel Bebas (Faktor Penelitian) | Persen Kontribusi |
|---|---|
| Variasi Suhu | 78,89 % |
| Media Pendingin | 18,44 % |
| *Error* | 2,67 % |
| Total | 100 % |

Persen kontribusi pada tabel 6, variabel variasi suhu memiliki persentase kontribusi tertinggi yaitu 78,89 %, diikuti variabel media pendingin dengan nilai persentase kontribusi sebesar 18,44 %. Persen kontribusi penelitian ini hanya menghasilkan nilai persentase *error* yang kecil yaitu sebesar 2,67 %. Pengaruh dari dua variabel ini mampu terlihat lebih jelas dalam *main effect plot* berikut.




**Gambar 5.** *Main effect plot* kekerasan rata-rata.

Berdasarkan gambar 5, nilai kekerasan tertinggi selama eksperimen mampu dicapai dengan suhu variasi *carburizing* sebesar 850 $^{0}$C. Sedangkan media pendingin yang mampu memberikan pengaruh yang paling dominan terhadap kekerasan material S45C adalah media pendingin oli.

## D. SIMPULAN DAN SARAN

### 1. Simpulan

Simpulan penelitian ini antara lain:

1) Perlakuan panas yang berbeda (variasi suhu *carburizing*) yang diterapkan mampu mempengaruhi tingkat kekerasan material uji logam S 45 C. Dimana berdasarkan *main*

*effect plot* diketahui bahwa variasi suhu pada temperatur 850 $^0$C mampu menjadi faktor utama dalam menghasilkan tingkat kekerasan material logam yang tinggi. Sedangkan variasi suhu pada temperatur 800 $^0$C menjadi faktor utama kedua yang mampu menghasilkan nilai kekerasan logam tertinggi. Lalu variasi suhu pada temperatur 750 $^0$C menjadi faktor dengan peran paling kecil dalam menghasilkan nilai kekerasan material uji S 45 C sesuai dengan hasil *main effect plot*.

2) Berdasarkan *main effect plot*, media pendingin oli mampu berperan sebagai faktor utama yang mempengaruhi tingkat kekerasan material S 45 C, sedangkan media pendingin air menjadi faktor kedua yang mampu menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi. Lalu media pendingin udara menjadi faktor dengan peran yang paling kecil dalam menghasilkan kekerasan material uji S 45 C sesuai dengan hasil *main effect plot* dalam Minitab 16.

**2. Saran**

Peneliti menyarankan untuk penelitian – penelitian selanjutnya agar mampu menggunakan *range* variasi suhu yang lebih tinggi

## E. DAFTAR PUSTAKA

Bawono, 2013. *Optimalisasi sifat-sifat Mekanik Material S45C*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Industry, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.

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

Muchammad, Bara. 2014. *Teknologi Material*. Madura: Politeknik Negeri Madura.

Prastowo,. *Heat Treatment Logam S45C.* (Online), Tersedia: http://steellindopersada.com, di unduh 22 juni 2017.

Widoyono, Edi. 2011. *Teori dan Praktikum Ilmu Bahan.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.