

# PENGARUH *QUENCHING* MEDIA PENDINGIN MINYAK GORENG BEKAS TERHADAP KEKERASAN BAJA S45C YANG TELAH DI *PACK CARBURIZING*

Fenoria Putri<sup>1\*)</sup>, Sairul Effendi<sup>1)</sup>, Rachmat Dwi Sampurno<sup>1)</sup>  
Muhammad Fadel Gumay<sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2</sup>Mahasiswa Prodi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jl.Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

<sup>\*)</sup>E-mail: [putripolsri@gmail.com](mailto:putripolsri@gmail.com)

## INFORMASI ARTIKEL

Diperbaiki:  
Revised  
07/05/2021

Diterima:  
Accepted  
12/11/2021

Publikasi Online:  
Online-Published  
22/11/2021

## ABSTRAK

*Material baja seringkali digunakan dalam dunia otomotif yang menuntut material tersebut harus memiliki kekuatan yang tangguh, handal dan ekonomis. Salah satu material yang digunakan yaitu S45C, dimana material tersebut diberikan perlakuan permukaan dengan cara Pack Carburizing dengan temperatur 870 °C dan variasi media pendingin cepat (quenching) berupa oli bekas, oli baru, dan minyak goreng bekas. Selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan alat kekerasan Rockweel Hardness Tester dan dilakukan analisa data hasil uji menggunakan analysis of varians (ANOVA). Hasil yang didapat nilai kekerasan untuk material S45C dengan pendingin oli bekas, oli baru dan minyak goreng bekas yaitu 101,9 HRC; 98,4 HRC dan 102,8 HRC.*

**Kata kunci:** S45C, Karburising,, Pendinginan cepat,, Kekerasan Rockweel, ANOVA

## ABSTRACT

*Steel material is often used in the automotive world, which demands that the material must have strong, reliable and economic strength. One of the materials used is S45C, where the material is given a surface treatment by Pack Carburizing with a temperature of 870 °C and a variety of quenching media in the form of used oil, new oil, and used cooking oil. Further testing was carried out using the Rockwell Hardness Tester and analysed the test data using analysis of variance (ANOVA). The results obtained from the hardness of the S45C material with used oil coolers, new oil and used cooking oil are 101.9 HRC, 98.4 HRC and 102.8 HR.*

**Keywords:** S45C, Pack Carburizing, Quenching, Rockwell Hardness, ANOVA.

©2021 The Authors. Published by  
AUSTENIT

doi:  
<http://doi.org/10.5281/zenodo.5684057>

## 1 PENDAHULUAN

Dalam kemajuan teknologi sekarang ini ada banyak jenis-jenis material logam yang dapat digunakan untuk keperluan di dunia industri. Pada saat ini banyak sekali industri bergantung dengan pemanfaatan baja. Lalu di perkuat dengan adanya penggunaan baja pada peralatan-peralatan mesin di dunia industri. Material baja seringkali digunakan dalam dunia otomotif yang menuntut material tersebut harus memiliki kekuatan yang tangguh, handal, dan ekonomis. Dalam aplikasinya disektor industri peralatan atau komponen mesin yang terbuat dari baja diperlukan kekerasan permukaan dan keuletan yang tinggi. Untuk memenuhi tujuan tersebut biasanya dilakukan proses *Pack*

*carburizing* kemudian didinginkan secara cepat (*Quenching*) terhadap peralatan dan komponen baja tersebut. Meskipun begitu, ada banyak sekali kerusakan atau kegagalan dari produk yang masih terjadi baik itu karena suatu insiden ataupun bukan insiden. Salah satu bentuk dari kerusakan pada komponen otomotif adalah cepatnya menipis *sprocket*, roda gigi, As roda mobil yang membuat penggunaannya harus sering mengganti komponen tersebut. Pada kasus tersebut sangat diperlukan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan atau kerusakan dari *sprocket*, roda gigi, as roda mobil yang dapat dihindari ataupun dicegah dengan memperbaiki prosedur proses pembuatan (*fabrication*) dan kerugian ekonomis dapat diminimalisir.

Sujita (2016), tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kekuatan dari media *carburizer* (arang tongkol jagung dan serbuk cangkang kerang mutiara). Dimana temperatur yang digunakan 910°C, 930°C dan 950°C dengan waktu tahan (*holding time*) selama 90 menit dan 150 menit. Dimana hasil yang didapatkan yaitu nilai kekerasan tinggi untuk temperatur 950°C sebesar 262,27 kg/mm<sup>2</sup>.

Priyono (2016), untuk mencari pengaruh perlakuan panas terhadap kekerasan dan struktur mikro pada baja S45C. Dimana material logam S45C dipanaskan dengan temperatur 800°C dan 900°C ditahan selama 15 menit lalu didinginkan dengan media oli SAE 40. Nilai kekerasan yang didapat untuk material S45C untuk temperatur 800°C dan 900°C sebesar 52,3 HRC dan 54,5 HRC.

Arika F (2017), mengenai analisa metode *carburizing* dan *quenching* terhadap kekerasan logam dengan *brinell hardness test* pada material logam S45C. Metode yang digunakan variasi media pendingin (udara, air dan oli) dan temperatur (750°C, 800 °C dan 850 °C). Nilai kekerasan yang didapat pada media pendingin udara, air dan oli untuk temperatur 750°C sebesar 101 kg/mm<sup>2</sup>, 114 kg/mm<sup>2</sup> dan 122 kg/mm<sup>2</sup>, Nilai kekerasan yang didapat pada media pendingin udara, air dan oli untuk temperatur 800°C sebesar 127 kg/mm<sup>2</sup>, 131,5 kg/mm<sup>2</sup> dan 140,5 kg/mm<sup>2</sup> dan Nilai kekerasan yang didapat pada media pendingin udara, air dan oli untuk temperatur 850°C sebesar 137,5 kg/mm<sup>2</sup>, 140,5 kg/mm<sup>2</sup> dan 146,5 kg/mm<sup>2</sup>. Diantara ketiga media pendingin dan temperatur yang lebih baik yaitu media pendingin oli dengan temperatur 850°C.

Sundari E dkk (2018), analisa pengaruh *pack carburizing* terhadap sifat mekanis *sprocket* imitasi sepeda motor menggunakan arang kayu gelam dan serbuk cangkang remis sebagai katalisator. Metode yang digunakan untuk penelitian ini dengan variasi media pendingin (air, oli bekas, silicon oli dan udara) dan temperature (850°C dan 900°C). Dimana nilai kekerasan yang didapat untuk media pendingin air, oli bekas, silicon oli dan udara untuk temperature 850°C antara lain 90,6 HRB, 76,9 HRB, 71,6 HRB dan 67,8 HRB. ). Dimana nilai kekerasan yang didapat untuk media pendingin air, oli bekas, silicon oli dan udara untuk temperature 900°C antara lain 94 HRB, 81,4 HRB, 75 HRB dan 71,3 HRB.

Baja S45C merupakan baja karbon yang memiliki kadar karbon sekitar 0,48% termasuk baja karbon menengah. Namun proses aluminizing tidak mampu mencegah terjadinya die soldering pada baja S45C. (Andaru dkk, 2016). Baja ini mempunyai sifat mampu untuk dilakukan proses perlakuan panas untuk dapat memperoleh sifat mekanis yang lebih baik. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai poros roda gigi, mata gergaji, mata silet dan bantalan.

**Tabel 1.** Komposisi baja S45C

Unsur	Jumlah kandungan (%)
Karbon	0,45
Iron	0,21
Mangan	0,65
Fosfor	0,014
Sulfur	0,014

(Sumber : Katalog PT. Hunan Valin Xiangtan Iron And Steel CO., LTD)

Perlakuan panas (*Heat treatment*) merupakan proses perubahan sifat logam dengan cara memanaskan logam untuk mengubah bentuk struktur mikro mencapai temperatur *austenit* (Djafri, 1995). Salah satu proses perlakuan panas yaitu *quenching* atau pengerasan baja. *Quenching* adalah suatu proses pemanasan logam dimana logam tersebut didinginkan secara cepat. Tujuan dari proses *quenching* untuk mengerasakan struktur mikro yang bersifat martensit pada material logam. Media pendingin yang digunakan untuk proses *quenching* antara lain air, oli dan udara.

Karburasi padat (*Pack Carburizing*) adalah proses pengemasan bagian dalam media karbon tinggi seperti serbuk karbon atau serutan besi cor dan dipanaskan dalam tungku selama 12 sampai 72 jam pada temperatur 900 °C (1652 °F) (Krauss, 1991).

Pengujian *Rockwell* merupakan salah satu metode pengujian kekerasan yang menggunakan indentor bola baja dan kerucut intan. Indentor bola biasanya digunakan untuk spesimen yang belum diberikan perlakuan panas (*heat treatment*) sedangkan indentor kerucut intan yang sudah diberikan perlakuan panas (*heat treatment*).

## 2. BAHAN DAN METODA

Adapun bahan dan alat yang digunakan :

1. *Furnace* Nabertherm™ Chamber furnace N 321/13
2. Rockwell Model HR 150 A
3. Spesimen
4. Oli Bekas
5. Oli SAE 40
6. Minyak Goreng bekas
7. Media *Pack Carburizing* (arang kelapa)

Proses *heat treatment* yang dilakukan berupa *Pack Carburizing*. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Persiapan sebelum melakukan *Pack Carburizing* :
  - a. Siapkan Spesimen Baja S45C ukuran Ø50x12 sebanyak 9 buah
  - b. Gunakan peralatan *safety* seperti sarung tangan dan masker
  - c. Siapkan tungku *heat treatment*.
  - d. Siapkan penjepit

2. Proses *Pack Carburizing*
  - a. Letakan secara teratur spesimen di dalam tungku pemanas.



Gambar 1 Meletakkan spesimen

- b. Atur temperatur suhu pemanas dengan suhu 870°C waktu tahan selama 45 menit.
  - c. Tunggu sampai mencapai suhu dan waktu yang diinginkan
  - d. Buka dapur pemanas dan keluarkan spesimen dari dalam dapur pemanas dengan menggunakan tang penjepit.
  - e. Dinginkan dengan suhu ruangan setelah dingin buka dan masukkan kembali ke tungku seperti suhu dan waktu penahan yang sama.
  - f. Setelah mencapai waktu yang ditentukan, keluarkan spesimen dari dalam dapur pemanas dengan menggunakan tang penjepit.

3. Proses *quenching*.
  - a. Sediakan 3 bak yang dapat menahan panas dengan baik, guna untuk melakukan *quenching* media.
  - b. Isi masing-masing bak dengan masing-masing media pendingin, yaitu oli baru, oli bekas, dan minyak goreng bekas.



Gambar 2 bak dan media *quenching*

- c. Setelah spesimen dipanaskan dan dilakukan penahanan selama 45 menit di dalam *furnace*, ambil spesimen dengan menggunakan tang penjepit dan langsung masukkan spesimen ke dalam bak yang masing-masing sudah berisi media pendingin air garam, oli, dan minyak sayur.

Dan tunggu sampai spesiemn sudah mendingin.

- d. Setelah dilakukan proses pencelupan pada media *quenching* angkat spesimen dari dalam bak penampung.
  - e. Langkah selanjutnya adalah lepas ikatan spesimen dan berishkan spesimen.
  - f. Spesimen hasil dari proses *Pack Carburizing*.



Gambar 3 Bentuk Spesimen

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian Kekerasan Rockwell dari material S45C yang dilakukan proses *pack carburizing* dengan temperatur 870°C waktu penahanan selama 45 menit kemudian pendinginan cepat (*quenching*) dengan media oli bekas, oli baru dan minyak goreng bekas dan pengambilan data dilakukan pada permukaan benda uji dimana menggunakan indentor intan 120° dengan beban 150 kg sehingga didapat nilai kekerasan pada tabel dibawah ini .

Tabel 2 Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell

Spesimen	Indentor	P ( kg )	HRB (Kg/mm <sup>2</sup> )
Tanpa perlakuan panas	Intan 120°	150	94,7
Oli Bekas	Intan 120°	150	101,9
Oli Baru	Intan 120°	150	98,4
Minyak Goreng Bekas	Intan 120°	150	102,8

Pada tabel 2. hubungan kekerasan terhadap media pendingin pada material S45C dengan pack carburizing pada temperature 870°C didapat nilai kekerasan yang paling tinggi pada material yang menggunakan pendinginan cepat (*quenching*) dengan minyak goreng bekas 102,8 HRB sedangkan nilai kekerasan yang rendah pendinginan cepat (*quenching*) dengan oli baru 98,4 HRB. Hasil yang diharapkan dari proses pack carburizing pada material S45C berupa meningkatkan nilai kekerasan bukan hanya

mengandalkan difusi karbon pada saat proses pack carburizing tetapi dipengaruhi juga oleh media pendinginan.

**3.1. Analisa Uji Kekerasan Dengan Metode ANOVA**

Setelah melakukan uji kekerasan, maka didapatkan hasil sesuai dengan tabel diatas maka berdasarkan tabel tersebut dibuatlah grafik perbandingan agar memudahkan melihat hasil uji kekerasan yang paling baik. Berikut gambar diagram hasil pengujian kekerasan.

Untuk mengetahui apakah variabel variasi persentase media *quenching* mempunyai pengaruh terhadap uji kekerasan pada hasil pemanasan induksi baja S45C. Maka dilakukan ANOVA dengan nilai signifikan  $\alpha = 5\%$ .

Data tabel 3, maka harga-harga yang diperlukan untuk ANOVA adalah:  $\sum Y^2 = 102^2 + 99,4^2 + 104,7^2 + 101,3^2 + 98,3^2 + \dots + 97,5 + 102,5^2 = 81506,98$

$$Ry = \frac{909,3^2}{12} = 68902,20$$

$$Ay = \frac{305,7^2}{3} + \frac{295,2^2}{3} + \frac{308,4^2}{3} - 68902,20 = 22960,48$$

$$D = 81506,98 - 68902,20 - 22960,48 = 35565,26$$

$$F = \frac{22960,48/(3-1)}{35565,26/(3-1+3-1+3-1)} = 1.93$$

Proses percobaan (tabel 4), maka dapat disimpulkan bahwa rancangan percobaan ini bisa dianggap model II atau model acak, sehingga tabel anova untuk data tersebut adalah:

**Tabel 3** Data Pengamatan ANOVA

	Media <i>quenching</i>			Jumlah
	Oli Bekas	Oli Baru	Minyak Goreng Bekas	
Nilai Kekerasan (HRB)	102	99,4	102,4	
	101,3	98,3	101,2	
	102,4	97,5	102,5	
Jumlah	305,7	295,2	308,4	909,3
Banyaknya pengamatan	3	3	3	9
Rata - Rata	101,9	98,4	102,8	303,1

**Tabel 4** Daftar Analisis Varian

Sumber variasi	Derajat kebebasan (dk)	Jumlah Kuadrat-kuadrat (JK)	Rata-rata jumlah kuadrat-kuadrat (RJK)	F
Rata-rata	1	68902,20	68902,20	1.93
Antar Perlakuan	2	22960,48	11480,2	
Dalam perlakuan (kekeliruan)	6	35565,26	5927,54	
Jumlah	9	81506,98	--	

Derajat kebebasan (dk atau  $v_1$ ) pembilang = 2 dan derajat kebebasan (dk atau  $v_2$ ) penyebut = 6, dari table didapat nilai  $F = 5,14$ . Dapat disimpulkan bahwa uji kekerasan pada variasi Media pendingin memiliki pengaruh terhadap kekerasan Baja S45C yang tidak terlalu signifikan. Hal ini dibuktikan dengan hasil  $F_{hitung}(1,93) > F_{tabel}(5,14)$ .

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data diketahui pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan spesimen S45C yang telah dilakukan proses *Pack Carburizing* dan *quenching*.

Dari pengujian kekerasan diketahui hasil rata-rata kekerasan setelah dilakukan proses *Pack Carburizing* dan *quenching* pada temperatur 870°, oli bekas = 101 HRC, oli baru = 98,4 HRC dan minyak goreng bekas 102,8 HRC. Nilai kekerasan maksimum 102,8 HRC diperoleh dari proses *Pack Carburizing* dengan media pendingin minyak goreng bekas sementara nilai kekerasan minimum diperoleh dari media pendingin oli baru sebesar 98,4 HRC. Dari hasil Analisa diketahui bahwa dengan media pendingin yang berbeda tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kekerasan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kekerasan adalah media pendingin minyak goreng.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Djafri, Sriati. 1995. "Metalurgi Mekanik", Terjemahan dari Mechanical Metallurgy. Erlangga, Jakarta.
- Krauss, G. 2005. *Steels : Processing, Structure, and Performance*. ASM International. Materials Park, OH. USA
- Arika F. 2017. Analisa Metode *Carburizing* Dan *Quenching* Terhadap Kekerasan Logam Dengan *Brinell Hardness Test* Pada Material Logam S45C. Kediri : Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Andaru, Dody Prayitno, Eni Pujiasturi. 2016."Studi Pengaruh Aluminizing Terhadap Pembentukan Die Soldering". Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lemlit USAKTI 01.
- Sujita, 2016."Proses *Pack Carburizing* dengan Media arburizer Alternatif Serbuk Arang Tongkol Jagung dan Serbuk Cangkang Kerang Mutiara". Jurnal Mechanical, Volume 7 Nomor 2, September 2016.
- Sundari, E, Taufikurrahman, Fahlevi, R. 2018."Analisa Pengaruh *Pack Carburizing* Terhadap Sifat Mekanis *Sprocket* Imitasi Sepeda Motor Menggunakan Arang Kayu Gelam Dan Serbuk Cangkang Remis Sebagai Katalisator. Jurnal Austenit Vol 10, No 2, Oktober 2018.