# PENGARUH TINGKAT KEKERASAN DAN KEDALAMAN DIFUSI KARBON PADA BAJA ST 42 DENGAN METODE *PACK* CARBURIZING



# Oleh:

**NAMA: ADI SHAIFUDIN** 

NPM : 11.1.03.01.0005

# Dibimbing oleh:

- 1. Hermin Istiasih, M.M., M.T
- 2. Am.Mufarrih, M.T

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK (FT)
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
TAHUN 2017



# SURAT PERNYATAAN ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2017

# Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : ADI SHAIFUDIN

NPM : 11.1.03.01.0005

Telepun/HP : 085646435664

Alamat Surel (Email) : adishaifudin@gmail.com

Judul Artikel : PENGARUH TINGKAT KEKERASAN DAN

KEDALAMAN DIFUSI KARBON PADA BAJA ST 42

DENGAN METODE PACK CARBURIZING

Fakultas – Program Studi : FT - TEKNIK MESIN

Nama Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Alamat Perguruan Tinggi : Jl. K.H. Ahmad Dahlan No. 76 Mojoroto 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 ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 03 Februari 2017
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Figor	M	All I
Hermin Istlasih, M.M., M.T	Am.Mufarrih M.T	Adi Shaifidin
NIDN. 0014057501	NIDN. 0730048904	11.1.03.01.0005



# PENGARUH TINGKAT KEKERASAN DAN KEDALAMAN DIFUSI KARBON PADA BAJA ST 42 DENGAN METODE *PACK* CARBURIZING

ADI SHAIFUDIN
NPM: 11.1.03.01.0005
FT - TEKNIK MESIN
adishaifudin@gmail.com
Hermin Istiasih, M.M., M.T dan Am.Mufarrih, M.T
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

#### **ABSTRAK**

**Adi Shaifudin**: Pengaruh tingkat kekerasan dan kedalaman difusi karbon pada baja St 42 dengan metode *pack carburizing*. Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2016

Penggunaan baja St 42 ini terbatas pada bagian-bagian yang kurang mendapatkan beban dan gesekan yang berat. Hal ini karena baja karbon St 42 memiliki sifat mekanis terutama kekerasan dan keuletan kurang sesuai dengan kebutuhan yang ada. Untuk mendapatkan suatu konstruksi bahan yang keras pada permukaan dan ulet pada bagian inti baja maka dilakukan *carburizing*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) nilai kekerasan permukaan baja St 42 yang mengalami proses *pack carburizing* menggunakan arang kayu jati, arang tempurung kelapa dan menggunakan grafit pada suhu 950°C, (2) kedalaman karburasi pada baja St 42 yang telah mengalami proses *carburizing* dengan media donor arang kayu jati, arang tempurung kelapa dan menggunakan grafit. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dua faktor, yaitu: (1) kekerasan permukaan baja St 42, dan (2) kedalaman karburasi baja St 42 setelah di*carburizing*.

Penelitian eksperimental bertujuan untuk mengungkapkan hubungan sebab akibat antar variabel dengan memanipulasi varibel bebasnya. Dalam penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah arang kayu jati, arang tempurung kelapa, dan grafit, sedangkan variabel terikatnya adalah nilai kekerasan baja dan kedalaman karburasi.

Hasil penelitian ini sesuai dengan teori yang ada bahwa nilai kekerasan meningkat seiring dengan bertambahnya temperatur *carburizing*. Hal ini disebabkan karena temperatur akan mempengaruhi kecepatan difusi atom. Bila suhu naik, maka jarak antar atom akan semakin besar karena atom-atom dapat saling menjauhi seiring meningkatnya energi yang diakibatkan oleh naiknya temperatur

Disarankan untuk melakukan pengujian kadar karbon baja setelah mengalami proses *carburizing* agar diketahui berapa persen pertambahan kadar karbon pada bahan St 42 antara yang belum di*carburizing* dan yang sudah *carburizing*.

Kata Kunci: Pengaruh tingkat kekerasan baja St 42.



#### I. LATAR BELAKANG

Dalam global ini perkembangan industri begitu cepat, sehingga kebutuhan logam sebagai konstruksi maupun sebagai bahan produksi semakin meningkat. Kualitas logam yang baik sangat dibutuhkan baik pada konstruksi mesin maupun industri, karena kualitas suatu logam sangat mempengaruhi biaya produksi yang dikeluarkan oleh perusahaan. Jika baja yang digunakan merupakan baja dengan kualitas yang buruk maka akan terjadi penurunan sifat mekanisnya, sehingga konstruksi dan kualitas produk akan mudah rusak. hal ini akan menyebabkan biaya perbaikan naik jauh lebih besar.

Penggunaan baja karbon rendah Stahl (St) 42 dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai bahan pembuatan mur, baut, ulir sekrup, alat pengangkat batang tarik, presisi, perkakas silinder dan lain - lainnya. Hal ini sebelum karena mengalami carburizing baja ini mempunyai sifat mudah dikerjakan dengan mesin. Namun penggunaan baja St 42 ini terbatas pada bagian-bagian

yang kurang mendapatkan beban dan gesekan yang berat. Hal ini karena baja karbon St 42 memiliki sifat mekanis terutama kekerasan dan keuletan kurang sesuai dengan kebutuhan yang ada. Untuk mendapatkan suatu konstruksi bahan yang keras pada permukaan dan ulet pada bagian inti baja maka dilakukan *carburizing* 

Pada umumnya, untuk memperoleh kekerasan pada baja dapat dilakukan dengan proses perlakuan panas (heat treatment) dan proses kimia (chemical heat treatment). Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan sampai suhu tertentu dan selama waktu tertentu kemudian diikuti dengan pendinginan menurut laju pendinginan tertentu untuk mengubah sifat-sifat fisik dan mekanik logam (Ammar, A. Saiful . 2012). Salah satu metode proses kimia yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kekerasan bahan adalah melalui proses karburasi (carburizing). Proses carburizing merupakan proses untuk menambahkan karbon unsur sampai batas ketahanan permukaan tersebut dari baja (Lakhtin,

media donor agar mendapatkan

proses *carburizing* yang maksimal.

Untuk itu, dalam penelitian ini akan



250:1952). Salah satu baja yang sering digunakan dalam carburizing adalah St 42, karena bahan ini merupakan baja dengan kadar karbon di bawah 0,25% C.

Manfaat dari carburizing diantaranya adalah meningkatkan kekerasan permukaan dan meningkatkan korosi ketahanan baja. Dalam beberapa proses carburizing jarang ada yang membandingkan beberapa variasi

diuji pengaruh berbagai macam variasi jenis media donor untuk proses *carburizing* yaitu menggunakan arang kayu jati, arang tempurung kelapa, dan grafit terhadap tingkat kekerasan dan kedalaman karburasi pada baja St 42.

## II. METODE

#### A. Identifikasi Penelitian

Identifikasi penelitian ini diambil dari kata kunci penelitian ini, yaitu:

#### 1. Media Donor

**Zakharov** (183:1962)bahan carburizing aktif (carburizer) biasanya adalah arang atau campuran antara arang kayu, arang bamboo, arang tempurung kelapa, dan arang kulit. Arang umumnya dipotong-potong menjadi ukuran 3-8 mm, dikeringkan dan disaring untuk menghilangkan debunya. penelitian Dalam ini menggunakan tiga jenis media donor yaitu arang tempurung kelapa, arang kayu jati, dan grafit.

#### 2. Carburizing

**Proses** pengerasan permukaan dengan menambahkan unsur karbon (C) kedalam benda dengan memanaskan cara benda dalam wadah kedap udara yang didalamnya terdapat bahan yang mengandung unsur karbon. Jenis media digunakan donor yang bervariasi yaitu arang kayu arang tempurung jati, kelapa, dan grafit.

#### 3. Kekerasan

Kekerasan adalah daya tahan suatu logam terhadap



penetrasi benda lain dari luar sehingga tidak menimbulkan deformasi. Pengujian kekerasan ada empat (Dieter, 328-336. 1986) pengujian yakni kekerasan brinell, pengujian kekerasan meyer, pengujian kekerasan vickers, dan kekerasan pengujian rockwell. Bahan diuji dengan menggunakan penetrator yaitu dengan menggunakan uji kekerasan Vickers dengan satuan HV.

#### 4. Karburasi

Dalam proses-proses teknik banyak diterapkan difusi. Karburisasi dari baja adalah satu contoh. Pada proses ini, baja karbon rendah (yang tangguh tetapi lunak) dipanaskan dalam lingkungan yang mengandung karbon, sehingga karbon berdifusi dalam baja, menghasilkan selubung luar yang kaya

#### III. HASIL DAN KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka kesimpulan akan karbon dan keras.
Contoh dari proses difusi,
diterapkan secara komersil
pada pembuatan
semikonduktor (Vlack,
147:1991).

### 5. Pack Carburizing

**Proses** pack carburizing (Prabudhev, K.H. 298:1974) yang merupakan proses perlakuan panas secara kimia berupa penambahan karbon ke dalam baja dalam bentuk padat atau merupakan proses difusi karbon kedalam permukaan material dengan cara memanaskan material dalam kotak tertutup yang diisi dengan sumber karbon aktif. Dimana sumber digunakan karbon yang adalah serbuk arang, baik arang kayu, arang kulit, arang tempurung kelapa, dan lain-lain.

yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

 Nilai kekerasan permukaan baja St 42 yang mengalami proses pack carburizing

simki.unpkediri.ac.id

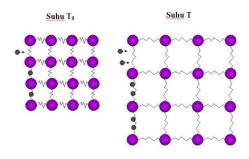


menggunakan arang kayu jati, arang tempurung kelapa, dan grafit pada suhu 950°C adalah :

- a. Arang kayu jati sebesar715,5 HV
- b. Arang tempurung kelapa sebesar 815,39 HV
- c. Grafit sebesar 343,975 HV

Hasil penelitian ini sesuai dengan teori yang ada bahwa kekerasan nilai meningkat seiring dengan bertambahnya temperatur *carburizing*. Hal ini disebabkan karena temperatur akan mempengaruhi kecepatan difusi atom. Bila suhu naik, maka jarak antar atom akan semakin besar karena atomatom dapat saling menjauhi seiring meningkatnya energi yang diakibatkan oleh naiknya temperatur. Energi yang diperlukan sebuah atom untuk berpindah disebut energi aktivasi (Vlack, 1991:141). aktivasi ini akan Energi berpengaruh terhadap besarnya fluks atom. Fluks adalah banyaknya atom yang berdifusi

kedalam *acceptor* per satuan luas per detik.



Gambar 5.1 Perubahan Jarak Atom Akibat Kenaikan Suhu (Sumber: Vlack,1991:136)

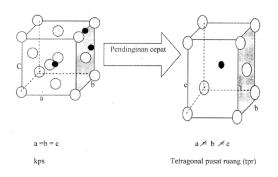
Menurut Vlack (1991:136) semakin besarnya temperatur heating yang digunakan, maka semakin besar pula energi aktivasi yang dimiliki oleh atom karbon aktif untuk melakukan perpindahan secara difusi menuju ke dalam baja. Semakin besar temperatur heating maka atom-atom besi pada baja akan mengembang sehingga celahcelah antar atom juga semakin besar. Atom karbon yang memiliki jari-jari atom lebih kecil dari pada jari-jari atom besi akan lebih mudah dan cepat untuk melakukan



difusi ke dalam baja.

Tingkat kekerasan permukaan juga disebabkan oleh quenching atau pendinginan secara cepat, tujuannya adalah membentuk martensit pada permukaan. Proses selalu diikuti oleh carburizing proses quenching atau pendinginan cepat, karena tujuan carburizing adalah sebagai salah satu metode pengerasan permukaan. Untuk menghasilkan permukaan yang memiliki kekerasan tinggi harus terbentuk martensit atau sementit, maka diperlukan pendinginan cepat Akibat atau quenching. pendinginan cepat, susunan atom kps tidak memiliki cukup waktu untuk bertransformasi menjadi kpr. terbentuk Akibatnya akan satuan baru, yakni tetragonal pusat ruang (tpr) dengan atom C di tengahnya atau disebut martensit.

Hal tersebut sesuai dengan teori, jika pendinginan baja yang telah dipanaskan hingga phase austenite dilakukan dengan cepat, maka transformasi phase dapat diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 5.2 Transformasi Phase Baja pada Pendinginan cepat (Sumber : Wahono 2011:12)

Kalau pendinginan berlangsung sangat cepat maka driving force inipun akan menjadi sangat besar sehingga seolah-olah pergeseran atom-atom untuk mengubah kpr menjadi kps dapat terjadi tanpa difusi, hanya karena dorongan driving force. Tetapi karena austenite mengandung sejumlah karbon, sedang ferit hanya mampu melarutkan sedikit sekali karbon, maka karbon yang seharusnya keluar dari larutan akan terperangkap (atom karbon sudah tidak lagi dapat berdifusi keluar karena ia sudah tidak lagi memiliki energi untuk berdifusi cukup karena temperatur sudah terlalu rendah) dalam struktur baru (yang seharusnya kps) dan menyebabkan struktur baru itu terdistorsi, tidak menjadi kps tetapi menjadi tpr, yaitu martensit (Suherman, 1987:13).

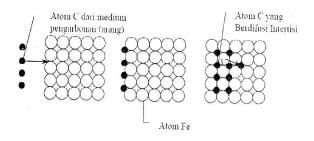


- 2. Nilai kedalaman karburasi baja St 42 yang mengalami proses *pack carburizing* menggunakan arang kayu jati, arang tempurung kelapa, dan grafit pada suhu 950°C adalah:
- a. Arang kayu jati sebesar  $0,0085 \mu$ .
- b. Arang tempurung kelapa sebesar  $0.0133 \mu$ .
- c. Grafit sebesar 0,00416 µ.

Kedalaman karburasi ditentukan banyaknya karbon yang berdifusi pada baja. Hal menjelaskan bahwa kadar karbon yang dihasilkan media donor sangat menentukan banyaknya karbon yang berdifusi pada permukaan logam. Jika dilihat dari hasil penelitian tersebut yang terbesar adalah arang tempurung kelapa dengan 0.0133 μ, hal ini menunjukkan bahwa kadar karbon yang dihasilkan arang tempurung kelapa adalah yang paling tinggi daripada yang dihasilkan arang kayu jati maupun pada grafit. Kadar karbon untuk arang kayu tropis keras (tropical hardwood charcoal) atau dalam hal ini adalah

arang kayu jati memiliki kadar karbon sebesar 69,8 % dan kadar abu sebesar 1,2 %, sedangkan untuk arang tempurung kelapa (coconut shell charcoal) memiliki kadar karbon sebesar 83,0 % dan sekitar 1.5 % kadar abu (http://arisabadi.blogspot.com diakses pada tanggal 2 juli 2014). Semakin banyak karbon yang dihasilkan maka difusi karbon juga akan semakin dalam, karena atom karbon berdifusi secara intertisi atau saling mendorong kedalam permukaan baja melalui celah kisikisi atom Fe.

Hal tersebut sesuai dengan teori Suherman (1988:60) Ukuran atom karbon lebih kecil jika dibandingkan dengan atom besi, sehingga memungkinkan atom karbon untuk masuk menempati ruang antar atom-atom besi dengan cara berdifusi interstisi.



Gambar 5.3 Mekanisme Difusi pada

Pack Carburizing

(Sumber: perlakuanpanas.blogspot.com, simki.unpkediri.ac.id



# diakses 15 Juni 2014)

## **DAFTAR PUSTAKA**

Ammar, A. Saiful . 2012. Perlakuan Panas Pada Logam, (online), <a href="http://afzal-s.blogspot.com/2012/04/perlakuan-panas-pada-logam.html">http://afzal-s.blogspot.com/2012/04/perlakuan-panas-pada-logam.html</a>)

Beumer, B.J.M. 1985. *Ilmu Bahan Jilid 1*. Bhratara Karya Aksara. Jakarta

Comenichny. 1965. *Heat Treatmen A Handbook*. Peace Publisher. Moscow

Dieter, George, E. 1986. *Metalurgi Mekanik*. Erlangga. Jakarta Kuswanto, Bambang. 2010. Pengaruh Perbedaan Ukuran Butir Arang Tempurung Kelapa – Barium Karbonat Terhardap Peningkatan Kekerasan Permukaan Material Baja St 37 Dengan Proses Pack *Carburizing*.

Lakhtin, Y. 1970. Engineering Physical Metallurgy. Mir Publishers. Moscow

Pratama, Chandra Wahyu. 2012. Pengaruh Temperatur Carburizing Terhadap Tingkat Kekerasan Dan Kedalaman Difusi Karbon Pada Baja St 41 Dengan Metode Pack Carburizing.

Prabudhev, K.H. 1974. *Hand Book of Head Treatment of steel, New Delhi:* Mc Graw-Hill Publishing Company Limited.

Setiawan, Joko Bagus. 2014. Pengaruh Variasi Ukuran Media Carburizer Terhadap Tingkat Kekerasan Dan Kedalaman Karburasi Pada Baja St 42 Dalam Proses Karburasi.

Smallman, R. E. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Erlangga. Jakarta.

Sofyan, Bondan T. 2011. *Pengantar Materi Teknik*. Salemba Teknika. Jakarta

Soemowidagdo, Arianto Leman. 2009. Sekam Padi Untuk Proses Pack Karburising Baja Karbon Rendah

Suherman. 1988. *Ilmu Logam 1*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.

Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2016. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah. Kediri*: Universitas Nusantara PGRI Kediri

Vlack, Lawrence H. Van. 2001. Elemen – Elemen Ilmu dan Rekayasa Material. Erlangga. Jakarta

Vlack, Lawrence H. Van. 1992. Ilmu dan Teknologi Baha. Erlangga. Jakarta

Zakharov, B. *Heat-Treatment Of Metals*. Peace Publishers. Moscow