

# PENGARUH PROSES *PACK CARBURIZING* DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN KARBON AKTIF TERHADAP KEKERASAN PERMUKAAN BAJA AISI 1020

Muhammad Aulia Rizki<sup>1</sup>, Muhammad Razi<sup>2</sup>, Bukhari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buket Rata

Email : auliarizki1212@gmail.com

## Abstrak

Baja AISI 1020 merupakan material utama dalam pembuatan produk sprocket dan gear sepeda motor. Kedua komponen tersebut akan cepat mengalami keausan disebabkan kekerasan material yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kekerasan permukaan pada baja AISI 1020. Metode yang digunakan yaitu *Pack Carburizing* dengan variasi temperatur mulai dari 880°C, 900°C, dan 920°C dan juga dilakukan variasi pada media karbon yang digunakan yaitu arang tempurung kelapa dan arang cangkang sawit dengan holding time selama 120 menit. Media quenching yang digunakan air sumur. Pengujian nilai kekerasan menggunakan metode *micro Vickers*, nilai kekerasan rata-rata pada suhu 880°C adalah 209,2 HV, pada suhu 900°C sebesar 234,4 HV, dan pada suhu 920°C sebesar 260,9 HV. Nilai kekerasan rata-rata dengan media karbon arang cangkang sawit pada suhu 880°C adalah 263,9 HV, pada suhu 900°C sebesar 277,4 HV, dan pada suhu 920°C sebesar 327,2 HV. Setelah dilakukan proses *macroscopic* / uji *macro etsa*, rata-rata karbon yang berdifusi ke spesimen adalah 2 mm.

**Kata kunci :** *Pack Carburizing*, Baja AISI 1020, *Micro Vickers*.

## 1 Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Baja merupakan material teknik dari unsur paduan dengan unsur dasar besi (Fe). Yang membedakan besi dan baja dari segi unsur adalah kadar karbon yang terkandung di dalamnya. Pada baja, kadar karbon tidak lebih dari 2%, selebihnya termasuk besi. Kadar karbon dalam baja mempengaruhi kekerasannya dimana semakin tinggi kadar karbon yang terkandung maka akan semakin tinggi kekerasan yang dimiliki. Maka dalam kebutuhan tertentu ada proses perlakuan panas tertentu untuk meningkatkan kadar karbon. [1]

Pada beberapa komponen elemen mesin, kadang diperlukan sifat yang keras dan tahan aus pada bagian permukaannya, sedangkan pada inti atau bagian dalam tetap dalam keadaan lunak dan ulet. Hal ini akan berdampak pada ketahanan benda terhadap keausan dan keuletan yang sesuai kebutuhan.

Proses *Hardening* adalah proses perlakuan panas yang diterapkan untuk menghasilkan benda kerja yang keras. Proses ini dilakukan dengan cara pemanasan baja sampai temperatur austenisasi dan menahannya pada temperatur austenisasi dan menahannya pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu dan kemudian didinginkan dengan laju pendinginan yang sangat tinggi. [2]

Salah satu cara yang dilakukan untuk meningkatkan sifat-sifat permukaan yaitu dengan cara *Carburizing* (Proses pengarbonan) merupakan proses dimana benda kerja akan dikeraskan pada permukaan, penambahan karbon dilakukan dengan cara memanaskan benda kerja dalam lingkungan yang banyak mengandung karbon aktif, sehingga karbon berdifusi masuk kepermukaan kulit baja. Pada temperatur *carburizing*, media karbon terurai menjadi CO yang selanjutnya menjadi karbon aktif yang dapat berdifusi masuk kedalam baja dan menaikkan kadar karbon pada baja. [3]

Adapun penelitian ini dilakukan pada material AISI 1020, dimana baja jenis ini sering digunakan sebagai material untuk pembuatan roda gigi (*gear*), sproket (*sprocket*), dan sebagainya. Karena kandungan karbon pada baja tersebut hanya sekitar 0,2% - 0,3% sehingga permukaan baja tidak keras, dan termasuk kedalam baja karbon rendah. Proses *karburising* sangat dibutuhkan untuk mengeraskan permukaan luar baja, menambahkan umur pakai, lebih tahan aus, dan tidak merubah sifat asli baja tersebut.

Cangkang sawit ini dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat karbon aktif karena tempurung sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, bernilai ekonomis, dan ramah lingkungan [4].

## 1.2 Tujuan Penulisan

1. Dapat mengetahui pengaruh variasi temperatur terhadap nilai kekerasan permukaan pada baja karbon rendah AISI 1020 sebelum dan sesudah pada proses perlakuan panas dengan metode *Pack Carburizing*.
1. Dapat mengetahui nilai kekerasan permukaan baja karbon rendah AISI 1020 sebelum dan sesudah *pack carburizing*.
2. Dapat mengetahui perbandingan nilai kekerasan permukaan pada baja AISI 1020 terhadap variasi karbon aktif antara arang tempurung kelapa dan arang cangkang sawit.

## 2 Metode Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu, mesin gerinda, gergaji potong, *electric furnace*, mesin uji kekerasan *Micro Vickers*, penggaris, tang penjepit, sarung tangan *safety*, wadah untuk *quenching*, dan kotak sementasi.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu, baja AISI 1020, arang tempurung kelapa dan arang cangkang sawit, autosol, dan air sumur.

### 2.1 Tahapan Penelitian

#### 1) Persiapan Spesimen

Material yang digunakan yaitu baja AISI 1020 dengan dimensi 30mm x 30 mm x 30mm sebanyak 7 pcs. Material sudah dalam keadaan teramplas hingga grit 100.

#### 2) Persiapan Media Karbon

Media karbon yang digunakan yaitu arang cangkang sawit dan arang tempurung kelapa. Masing-masing media karbon telah ditumbuk hingga halus.

#### 3) Proses *Pack Carburizing*

Memasukkan spesimen dan media karbon ke dalam kotak sementasi, lalu dimasukkan ke dalam *Electric Furnance*. Proses ini dilakukan dengan variasi suhu 880°C, 900°C, dan 920°C, dilanjutkan ke proses *quenching* hingga suhu spesimen turun.

#### 4) Pengujian Kekerasan *Micro Vickers*

Pengujian kekerasan *Micro Vickers* dilakukan dengan alat uji merk FUTURE-TECH model FM-800. Bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap benda uji (spesimen) yang berupa indentor intan berbentuk piramid yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Beban uji diberi sebesar 200 gf dan waktu tekan selama 10 detik sesuai dengan standar ASTM E 384-89. Pengujian dilakukan pada 7 spesimen dengan masing-masing spesimen dilakukan identasi sebanyak 5 kali.

## 5) Pengujian *Macroscopic* / Macro Etsa

Pengujian ini bertujuan untuk melihat seberapa dalam karbon yang berdifusi ke permukaan baja AISI 1020 setelah perlakuan *pack carburizing* dengan variasi temperatur dan jenis media karbon.

## 3 Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pembahasan Data Pengujian Kekerasan

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan *Micro Vickers* pada *Raw material*.

Kode Sampel	Nilai Kekerasan/Hardness Value (HV)					Rata-Rata
	1	2	3	4	5	
Raw Material	180,6	170,1	134,2	152,9	141,9	155,9

Pada Tabel 1. tersebut menunjukkan nilai kekerasan *raw material* tidak merata di setiap permukaan. Hal ini disebabkan karena *micro structure* permukaan material tidak *isotropic*. Bisa jadi pada Titik 3 dan Titik 5 identasi kena pada *micro structure ferrite* sehingga mendapatkan nilai kekerasan yang rendah.

Tabel 2. Hasil Uji kekerasan *Micro Vickers* pada spesimen dengan media karbon tempurung kelapa

Kode Sampel	Suhu	Nilai Kekerasan/Hardness Value (HV)					Rata-rata
A1	880°C	242,7	183,7	200,4	202,1	217,0	209,2
A2	900°C	209,0	211,2	251,2	227,2	273,5	234,4
A3	920°C	278,5	270,1	228,9	288,8	238,2	260,9

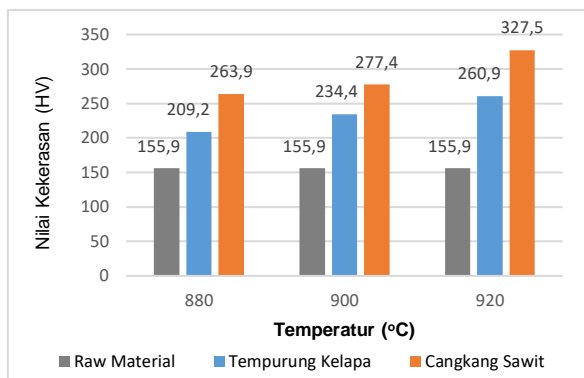
Pada Tabel 2 didapatkan hasil nilai kekerasan permukaan yaitu 260,9 HV pada suhu 920°C. Sedangkan nilai kekerasan permukaan pada suhu 900°C yaitu 234,4 HV, dan pada suhu 880°C yaitu 209,2 HV. Apabila dibandingkan nilai kekerasan permukaan benda tersebut nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada benda kerja yang di *caburizing* dengan suhu 920°C. Hal ini dipengaruhi oleh semakin tinggi suhu pemanasan (pada batas suhu *austenite*), maka akan semakin tinggi pula penetrasi karbon ke baja. Semakin tinggi suhu pada saat *carburizing*, maka semakin banyak butir perlit yang tumbuh dan menyebabkan nilai kekerasan meningkat [5].

Tabel 3. Hasil Uji kekerasan *Micro Vickers* pada spesimen dengan media karbon arang cangkang sawit

Kode Sampel	Suhu	Nilai Kekerasan/Hardness Value (HV)					Rata-rata
B1	880°C	399,5	213,5	233,6	246,1	226,9	263,9
B2	900°C	254,8	282,1	298,9	299,2	252,1	277,4
B3	920°C	347,8	311,0	348,9	304,4	323,9	327,2

Pada Tabel 3 didapatkan hasil nilai kekerasan permukaan yaitu 327,2 HV pada suhu 920°C. Sedangkan nilai kekerasan permukaan pada suhu 900°C yaitu 277,4 HV, dan pada suhu 880°C yaitu 263,9 HV. Apabila dibandingkan nilai kekerasan permukaan benda tersebut, nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada benda kerja yang di carburizing dengan suhu 920°C. Peningkatan nilai kekerasan ini terjadi juga karena semakin tinggi temperatur pemanasan (pada batas suhu *austenite*), maka butir perlit juga tumbuh lebih banyak pula [6].

Tumbuhnya perlit diawali dengan tumbuhnya inti sementit pada batas butir austenit. Untuk tumbuhnya sementit diperlukan sejumlah besar karbon yang akan diperoleh dari austenit sekitarnya. Sehingga austenit disekitar sementit akan miskin karbon dan menjadi ferrit. Ferrit ini juga akan tumbuh, yaitu dengan mengambil besi dari austenit di sekitarnya, sehingga austenit di sekitar ferrit itu akan kelebihan karbon dan mulai membentuk sementit di sebelah ferrit yang ada [7].



Gambar 1.1 Grafik perbandingan Nilai kekerasan terhadap variasi media karbon

Pada Gambar 1. dapat dilihat hasil dari perbandingan nilai kekerasan antara media arang tempurung kelapa dan arang cangkang sawit. Pada setiap variasi suhu, media arang cangkang sawit mengungguli nilai kekerasannya melebihi media arang tempurung kelapa maupun *raw material*. Hal ini dipengaruhi oleh potensial karbon yang terkandung dalam arang. Potensial karbon yang terkandung di cangkang sawit yaitu 20,5%. Sedangkan potensial karbon yang terkandung pada arang tempurung kelapa yaitu 20,2%. Semakin banyak potensial karbon pada arang maka atom – atom karbon yang akan terdifusi ke dalam benda kerja lebih banyak. Dengan

banyaknya atom – atom karbon yang terdifusi ke dalam benda kerja maka pada proses quenching akan mudah terbentuk fasa martensit yang mengakibatkan kekerasan benda kerja tersebut semakin tinggi. [8]

### 3.2 Pembahasan Uji *Macroscopic / macro etsa*

Pengujian ini bertujuan untuk melihat seberapa dalam karbon yang berdifusi ke permukaan baja AISI 1020 setelah perlakuan *pack carburizing* dengan variasi temperatur dan jenis media karbon. Berikut gambar hasil pengujian macro etsa:

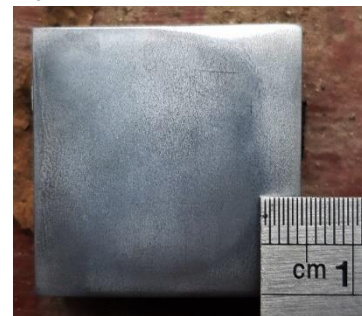
#### a. Hasil uji macro etsa pada proses *pack carburizing* dengan arang tempurung kelapa

##### a. Spesimen A1



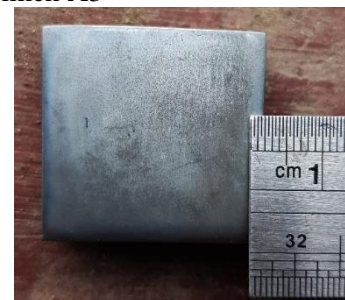
Gambar 1.2 Hasil uji macro etsa spesimen A1

##### b. Spesimen A2



Gambar 1.3 Hasil uji macro etsa spesimen A2

##### c. Spesimen A3



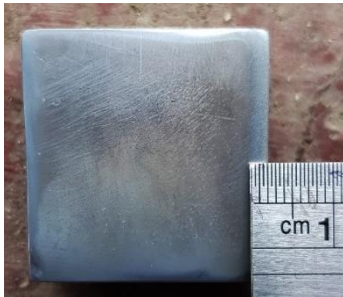
Gambar 1.4 Hasil uji macro etsa spesimen A3

Pada hasil pengujian macro etsa dapat dilihat, kedalaman karbon yang berdifusi pada spesimen tidak merata. Hal ini dipengaruhi oleh keseragaman volume butir arang dan proses

penggerindaan spesimen yang tidak benar. Pada penelitian ini arang yang digunakan ditumbuk hingga halus, kemudian disaring dengan mesh 20. Namun ketika proses penyaringan, arang yg tidak lolos saring mesh 20, ikut masuk ke wadah yang berisi arang yang telah disaring. Lalu ketika di *Pack Carburizing* arang dengan volume lebih dari mesh 20 tidak maksimal ketika berdifusi ke spesimen.

#### b. Hasil uji macro etsa pada proses *pack carburizing* dengan arang cangkang sawit

##### a. Spesimen B1



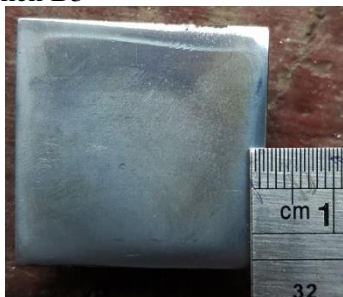
Gambar 1.5 Hasil uji macro etsa spesimen B1

##### b. Spesimen B2



Gambar 1.6 Hasil uji macro etsa spesimen B2

##### c. Spesimen B3



Gambar 1.7 Hasil uji macro etsa spesimen B3

Hasil pengujian macro etsa pada spesimen variable B lebih merata. Dapat dilihat pada gambar karbon yang berdifusi pada spesimen lebih merata. Hal ini disebabkan karena volume butiran arang lebih seragam. Ukuran kedalaman karbon yang berdifusi paling maksimal pada spesimen B1 yaitu 2 mm, pada spesimen B2 yaitu 1,8 mm, dan pada spesimen B3 yaitu 2 mm.

Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa *holding time* ketika proses *pack carburizing* berpengaruh pada karbon yang berdifusi ke baja. Semakin lama *holding time carburizing*, semakin banyak pula karbon yang berdifusi ke baja, dan semakin banyak potensial karbon pada arang maka atom – atom karbon yang akan terdifusi ke dalam benda kerja lebih banyak. Selain itu, kerapatan serbuk arang yang besar juga mempengaruhi difusi karbon yang lebih baik [1]. Ketika proses uji macro etsa dan uji kekerasan, rata-rata dan kehalusan permukaan spesimen sangat berpengaruh pada hasil yang didapatkan.

#### 4 Kesimpulan

Setelah dilakukan proses *pack carburizing* dengan jenis karbon arang tempurung kelapa, nilai kekerasan rata-rata pada suhu 880°C adalah 209,2 HV, pada suhu 900°C sebesar 234,4 HV, dan pada suhu 920°C sebesar 260,9 HV. Nilai kekerasan rata-rata pada jenis karbon arang tempurung kelapa adalah 234,8 HV.

Nilai kekerasan rata-rata dengan media karbon arang cangkang sawit pada suhu 880°C adalah 263,9 HV, pada suhu 900°C sebesar 277,4 HV, dan pada suhu 920°C sebesar 327,2 HV. Nilai kekerasan rata-rata pada jenis karbon arang cangkang sawit adalah 289,5 HV.

#### 5 Saran

1. Menggunakan *energizer* atau katalisator pada media karbon agar proses *pack carburizing* lebih optimal.
2. Memvariasikan *holding time* pada proses *pack carburizing* untuk mengetahui perbandingan karbon yang berdifusi ke spesimen.
3. Pastikan sebelum pengujian kekerasan maupun pengujian *metalografi*, spesimen harus diampelas hingga benar-benar rata dan dipolish sampai mengkilap untuk menghindari hasil yang tidak diinginkan.

#### 6 Daftar Pustaka

- [1] I. Pangestu et al., “Analisis Nilai Kekerasan Pada Baja ST37 Pasca Proses Pack Carburizing Sebagai Material Dasar Sprocket,” pp. 105–112, 2019.
- [2] P. Trihutomo, “Analisa Kekerasan pada Pisau Berbahan Baja Karbon Menengah Hasil Proses Hardening Dengan Media Pendingin yang Berbeda,” J. Tek. Mesin, Tahun 23, No. 1, April 2015 29, pp. 28–34.
- [3] N. P. Wicaksono, “Analisa Proses Carburizing Dengan Variasi Waktu Tahan 15, 30, 45, 60 Terhadap Kekerasan dan

- Struktur Mikro Baja Karbon ST60,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2021.
- [4] I. Wahyuni and R. Fathoni, “Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Variasi Waktu Aktivasi,” *J. Chemurg.*, vol. 3, no. 1, p. 11, 2019, doi: 10.30872/cm.g.v3i1.2776.\
- [5] A. Nurharyanto, “Pengaruh Media Carburizing Arang Sekam Padi dan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah,” 2009.
- [6] Fauziah, “Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung dari Kulit Acacia Mangium Wild dengan Aktifasi Fisika dan Aplikasinya Sebagai Adsorben,” 2009.
- [7] I. W. Suherman, *Ilmu Logam I*. Surabaya, 2003.
- [8] M. I. Fahreza, Fakhriza, and Hamdani, “Analisa Pengaruh Waktu Penahanan Terhadap Nilai Kekerasan Baja AISI 1050 Dengan Metode Pack Carburizing,” *J. Mesin Sains Terap.*, vol. Vol. 1, no. 1, pp. 52–56, 2017.