

## **PENGARUH *QUENCHING* TERHADAP KEKERASAN DAN KETANGGUHAN BAJA AISI 4340 PADA PROSES *PACK CARBURIZING* DENGAN KATALIS BARIUM KARBONAT ( $\text{BaCO}_3$ ) DAN KALSIMUM KARBONAT ( $\text{CaCO}_3$ )**

Irsam Maulana Masoli<sup>1</sup>, Slamet Supriyadi<sup>2</sup>, Hisyam Ma'mun<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Dan Infomatika

Universitas PGRI Semarang

Email : [Maulanamasoli@gmail.com](mailto:Maulanamasoli@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Proses *pack carburizing* dapat proses meningkatkan kekerasan suatu materi dengan menambahkan unsur karbon dari luar. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh *pack carburizing* terhadap nilai kekerasan dan ketangguhan baja AISI 4340 setelah mengalami proses *pack carburizing* menggunakan variasi katalis dan media *quenching*. Materi yang pakai dalam penelitian ini menggunakan baja AISI 4340 yang termasuk dalam jenis baja paduan rendah atau *low alloy*. Dalam proses penelitian yang dilakukan jenis karbon yang dipakai adalah arang tempurung kelapa menggunakan penambahan katalis  $\text{BaCO}_3$  dan  $\text{CaCO}_3$  sebesar 30% dari berat arang, dipanaskan pada temperatur  $900^\circ\text{C}$  dan *holding time* 180 menit, jenis *quenching* dalam penelitian ini yaitu air dan oli. Untuk mengetahui hasil dari proses *pack carburizing* dilakukan pengujian ketangguhan serta pengujian kekerasan, dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kekerasan rata-rata tertinggi pada specimen menggunakan penambahan katalis  $\text{BaCO}_3$  dan media *quenching* air sebesar 663.7 HV. Nilai ketangguhan mengalami penurunan dari *raw material* dengan nilai tertinggi sebesar  $0.60 \text{ J/mm}^2$  menggunakan katalis  $\text{CaCO}_3$  dan media *quenching* oli.

Kata Kunci: *Pack Carburizing*, Baja AISI 4340, Katalis, *Quenching*.

### **ABSTRACT**

*The process pack carburizing is the process of increasing the hardness of a material by adding carbon from the outside. This study aims to determine the effect of the pack carburizing process on the hardness and toughness value of AISI 4340 steel after the pack carburizing process is carried out with variations of catalysts and quenching media. The material used in this research is AISI 4340 steel which is included in the type of low alloy steel or low alloy. In this study, the type of carbon used was coconut shell charcoal with the addition of  $\text{BaCO}_3$  and  $\text{CaCO}_3$  catalysts of 30% by weight of charcoal, heated at a temperature of  $900^\circ\text{C}$  and holding time 180 minutes, the quenching media used were oil and water. To find out the results of the pack carburizing process, hardness testing and toughness testing were carried out. From the research that has been done, the highest average hardness value was obtained in the specimen with the addition of  $\text{BaCO}_3$  catalyst and water quenching media of 663.7 HV. The toughness value decreased from the raw material with the highest value of  $0.60 \text{ J/mm}^2$  using  $\text{CaCO}_3$  catalyst and oil quenching media.*

Keywords: *Pack Carburizing*, AISI 4340 steel, catalyst, *Quenching*.

## 1. PENDAHULUAN

### a. Latar Belakang

Peningkatan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin cepat sangat berpengaruh di dunia industri saat ini, dengan tuntutan kebutuhan manusia semakin tinggi membuat teknologi juga berkembang dengan sangat pesat tujuannya agar mampu memenuhi kebutuhan yang lebih modern. Jika dilihat, hampir semua keperluan manusia berhubungan dengan unsur logam, karena hampir semua alat, khususnya mesin-mesin yang sudah modern dan digunakan manusia menggunakan unsur logam. Setiap jenis logam memiliki karakteristik berbeda-beda contohnya seperti sifat mekanis sifat kimia, dan sifat fisik, maka perlu adanya suatu penanganan agar tiap-tiap elemen logam tersebut bisa digunakan maksimal sesuai dengan kebutuhannya.

Untuk memperoleh sifat logam yang keras pada bagian permukaan dan ketahanan terhadap gesekan, maka dilakukan proses *pack carburizing*. Proses *pack carburizing* sendiri dapat meningkatkan kekerasan suatu materi dengan menambahkan unsur karbon dari luar. Spesimen yang di dipakai dalam proses penelitian ini merupakan baja AISI 4340 yang termasuk *low alloy* atau jenis baja paduan rendah. Baja AISI 4340 sering digunakan dalam komponen mesin karena materi ini mudah didapatkan.

Dari pemaparan di atas penulis ingin melakukan eksperimen dengan judul pengaruh *quenching* terhadap kekerasan dan ketangguhan baja AISI 4340 pada proses *pack carburizing* dengan katalis Barium Karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) dan Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

### b. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas yang telah diuraikan maka diperoleh identifikasi masalah yaitu bagaimana pengaruh variasi *quenching* dan katalis terhadap kekerasan dan ketangguhan baja AISI 4340 pada proses *pack carburizing*.

### c. Prumusan Masalah

Dengan identifikasi masalah di atas, penulis merumuskan masalah yang dijadikan

sebagai fokus penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Pengaruh katalis yaitu katalis Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) & Barium Karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) terhadap kekuatan dan ketangguhan baja AISI 4340 pada proses *pack carburizing*.
2. Bagaimana pengaruh media *quenching* terhadap nilai kekerasan dan ketangguhan material baja AISI 4340 pada proses *pack carburizing*.

### d. Tujuan Penelitian

Dengan rumusan masalah di atas, dengan demikian tujuan dari penelitian yang dilakukan penulis untuk mengetahui nilai kekerasan dan ketangguhan baja AISI 4340 setelah dilakukan proses *pack carburizing* menggunakan variasi katalis dan media *quenching*.

### e. Landasan Teori

#### 1. Pack Carburizing

Merupakan metode penambahan atom karbon pada permukaan material yang diperoleh dari bubuk arang padat. Arang padat ini dapat diperoleh dari arang tempurung kelapa, arang kayu, arang kokas atau arang padat lainnya. Untuk mempercepat proses karburisasi dapat diberikan bahan tambahan katalis, seperti  $\text{BaCO}_3$  (Barium Karbonat) atau  $\text{NaCO}_3$  (Natrium Karbonat) sebesar 10-40% dari berat arang, benda kerja dimasukkan ke dalam kotak sementasi yang berisi campuran arang dan katalis kemudian ditutup rapat kemudian dipanaskan pada temperatur  $850^\circ\text{C}$ - $950^\circ\text{C}$  (Sunardi, dkk., 2013).

#### 2. Baja AISI 4340

Baja AISI 4340 tergolong dalam jenis baja karbon sedang paduan rendah (*low alloy steel*). Baja AISI 4340 merupakan jenis baja yang sering digunakan dalam bahan teknik antara lain sebagai bahan komponen mesin. AISI adalah penamaan baja berdasarkan standarisasi Amerika Serikat, yang merupakan singkatan dari (*Americal Iron and Steel Institute*). Angka 4340 dapat di artikan sebagai kandungan yang terdapat di dalamnya, yaitu dua digit pertama 43 menunjukkan baja paduan Nickel (Ni), Chromium (Cr) dan Molybdenum (Mo), sedangkan angka 40 menunjukkan kandungan karbon sebesar 0,4%.

### 3. Katalis

Katalis merupakan suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada temperatur tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis berfungsi mempercepat reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi, dan meningkatkan laju reaksi namun tidak mempengaruhi letak kesetimbangan sehingga reaksi berjalan lebih cepat karena menyediakan satu jalur pilihan dengan energi aktivasi yang lebih rendah (Afriany ,dkk., 2017).

### 4. *Quenching*

*Quenching* merupakan proses *heat transfer* atau perpindahan panas dengan laju pendinginan sangat cepat. *quenching* adalah proses pendinginan secara cepat setelah material mengalami proses perlakuan panas. Pada proses *quenching* terjadi percepatan pendinginan dari temperatur akhir perlakuan dan mengalami perubahan dari *austenite* menjadi *ferrite* dan *martensite* untuk menghasilkan kekuatan dan kekerasan yang tinggi. Perkerasan maksimum yang dapat dicapai baja yang di *quenching* hampir sepenuhnya ditentukan oleh konsentrasi karbon dan kecepatan pendinginan yang sama atau lebih tinggi dengan kecepatan pendinginan kritis untuk paduan tersebut (Sundari, dkk., 2018). Tujuan dari proses *quenching* adalah mendapatkan nilai kekerasan yang lebih tinggi dari suatu material.

### 5. Pengujian Kekerasan

Pengujian Vickers digunakan indentor intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar (piramid) dengan sudut  $136^\circ$  yang ditekan pada spesimen dengan gaya tertentu. Bekas ijakan pada spesimen akan lebih besar apabila benda uji tersebut semakin lunak dan bila beban penekanan bertambah berat.

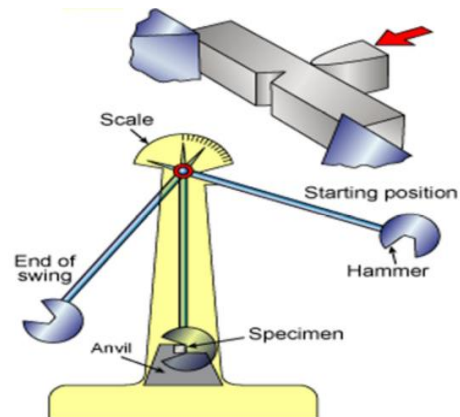


Gambar 2.1 Alat pengujian kekerasan vickers (Sumber: Rohman, dkk., 2014)

Perhitungan nilai kekerasan Vickers berdasarkan pada panjang diagonal segi empat bekas injakan dan beban yang digunakan. Angka kekerasan Vickers didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya luas ini dihitung dari pengukuran menggunakan mikroskopik panjang diagonal jejak. Nilai kekerasn hasil pengujian ini disebut juga dengan kekerasan VHN (Vickers *Hardness Numbers*) atau HV (Afriany, dkk., 2017).

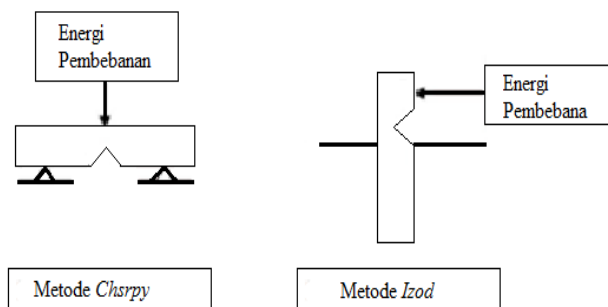
### 6. Pengujian Ketangguhan

Tujuan pada pengujian ketangguhan impak adalah mengetahui ukuran keuletan atau kegetasan pada spesimen terhadap beban kejut yang disebabkan pada proses pengujian, dengan mengukur energi potensial pada palu godam yang dijatuhkan dengan ketinggian yang telah ditentukan. Prinsip kerjanya yaitu tumbukan dengan menggunakan beban sentakan secara tiba-tiba.



Gambar 2.2 Skematis pengujian impak (Sumber: Harahap dan Harahap, 2013)

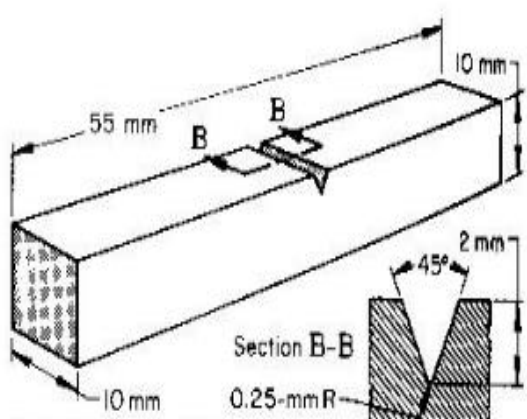
Terdapat 2 jenis metode standar uji impact, yaitu metode uji impact *Izod* dan metode uji *Charpy*. Metode uji impact *Charpy* adalah metode yang sering digunakan di Amerika Serikat, sedangkan metode uji impact *Izod* lebih sering digunakan di Eropa.



Gambar 2.3 Pembebanan Uji Impact

Metode *Charpy* dan Metode *Izod*

Untuk memperoleh hasil yang memuaskan, maka benda uji harus sesuai standar uji impact, dalam ukuran dan takikan benda uji. Standar uji untuk penelitian ini adalah ASTM E 23 dengan dimensi sebesar 10x10mm dan memiliki *notch V-45°*, dengan kedalaman 2mm dan jari-jari dasar 0.25mm, seperti pada gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.4 Dimensi Benda Uji Impact *Charpy* (ASTM E 23)  
 (Sumber: Prawira, dkk., 2015)

**f. Manfaat penelitian**

Penelitian yang dilakukan diharapkan mampu digunakan untuk menjadi referensi sebagai bahan penelitian berikutnya yang lebih mendalam. Sebagai pengembangan

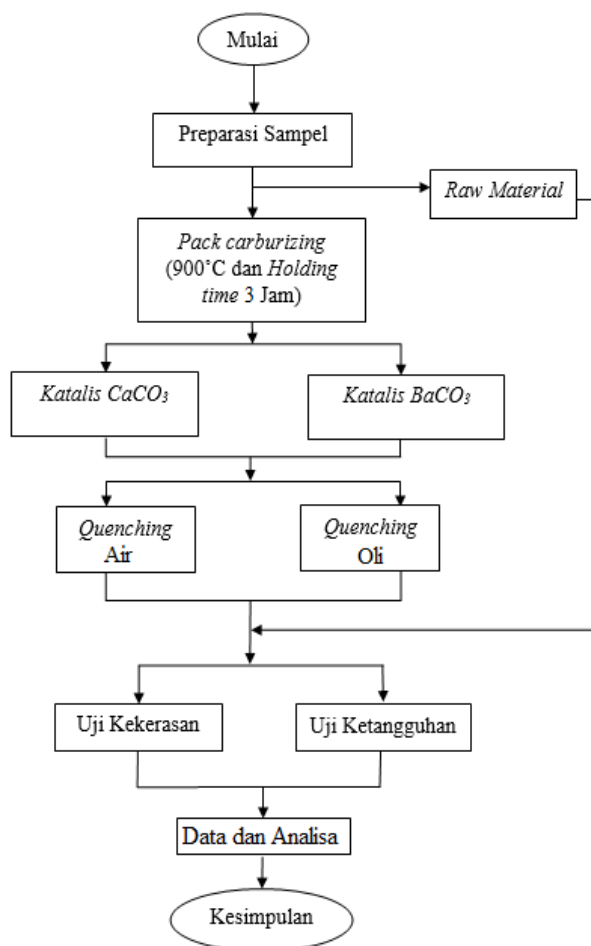
pengetahuan tentang proses *heat treatment* dan *pack carburizing* khususnya.

**2. METODE**

**a. Metode Penelitian**

Metode penelitian merupakan sebuah metode yang digunakan untuk merancang sebuah proses penelitian agar dalam pelaksanaannya dapat tersusun dengan baik dan dapat dipertanggung jawabkan dengan ilmiah. Pada penelitian yang dilakukan peneliti menggunakan metode eksperimen yang digunakan untuk mencari sebab akibat atau faktor-faktor yang dapat dihasilkan peneliti dengan melakukan variasi menambah atau mengurangi faktor yang mempengaruhi hasil dari pada pengujian.

**b. Rancangan Penelitian**



**c. Papulasi dan Sempel**

**1. Populasi**

Populasi dalam penelitian tentang pengaruh *quenching* terhadap kekerasan

baja AISI 4340 pada proses *pack carburizing* dengan katalis Barium Karbonat ( $BaCO_3$ ) dan Kalsium Karbonat ( $CaCO_3$ ) adalah baja AISI 4340 baik yang berupa *raw material* maupun yang telah melalui proses *pack carburizing*.

2. Sampel

Sampel merupakan bagian dari jumlah atau karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Sampel dalam penelitian ini adalah hasil dari proses *pack carburizing* yang divariasikan media pendingin air dan oli, juga jenis katalis yang digunakan. Jumlah sampel uji yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 8 buah.

d. Teknik Analisa Data

Dalam penelitian ini teknik analisa yang digunakan penulis adalah *statistik deskriptif*. Teknik analisa *statistik deskriptif* adalah teknik analisa dengan mendeskripsikan atau menggambarkan data yang diperoleh dari pengujian yang sudah dilakukan sebelumnya.

Data yang di dapatkan pada awal bersifat kuantitatif, atau hanya berupa angka yang membandingkan antara data specimen *raw material*, dan specimen yang sudah dilakukan proses *pack carburizing* dengan variasi katalis dan *quenching*.

Dari data yang diperoleh, kemudian dilakukan analisis serta pemaparan secara objektif dan sistematis sesuai pada saat pengujian dan akan disajikan dalam bentuk table seperti berikut:

Tabel 3.1 Tabel Pengujiak Kekerasan

L (mm)	A (mm)	B (mm)	Ao (mm <sup>2</sup> )	E (J)	K (J/mm <sup>2</sup> )

Keterangan: *F* =Beban uji (kg)  
*D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>*=Panjang diagonal indentasi ( $\mu m$ )  
*D* =Panjang rata-rata diagonal indentasi ( $\mu m$ )  
*HV* =Kekerasan Vickers

Tabel 3.3 Tabel Pengujiak Ketangguhan

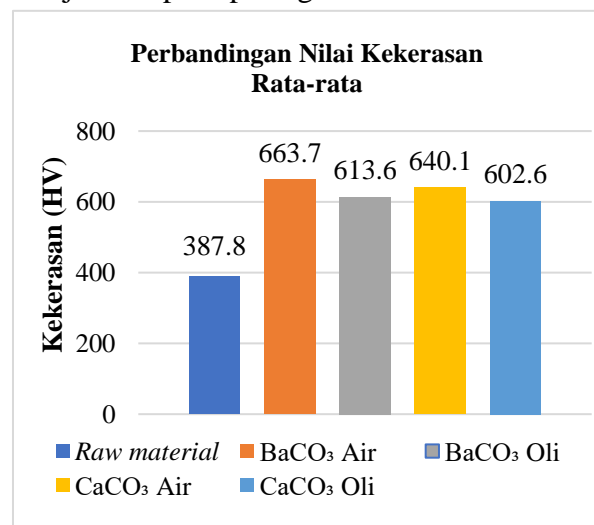
D <sub>1</sub> ( $\mu m$ )	D <sub>2</sub> ( $\mu m$ )	D ( $\mu m$ )	F (Kg)	HV
Kekerasan Rata-rata				

Keterangan: L = Panjang specimen (mm)  
 A = Lebar specimen (mm)  
 B = A - kedalaman takikan (mm)  
 E = Tenaga yang diperlukan (J)  
 K = Nilai ketangguhan (J/mm<sup>2</sup>)  
 Ao= Luas penampang bawah takikan (mm<sup>2</sup>)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Kekerasan

Pada specimen yang menggunakan *quenching* oli dan katalis  $CaCO_3$  memiliki nilai kekerasan rata-rata paling rendah sebesar 602.6 HV, kemudian specimen yang menggunakan *quenching* oli dan katalis  $BaCO_3$  sebesar 613.6 HV, specimen yang menggunakan *quenching* air dan katalis  $CaCO_3$  sebesar 640.1 HV, dan specimen dengan nilai kekerasan tertinggi menggunakan *quenching* air dan katalis  $BaCO_3$  sebesar 663.7 HV. Untuk lebih jelas dari nilai kekerasan rata-rata dapat di lihat dalam bentuk grafik yang disajikan seperti pada gambar 4.3.



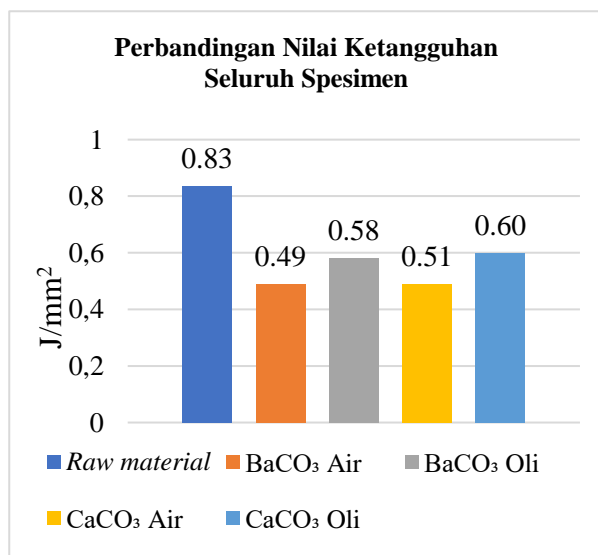
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Nilai kekerasan Rata-Rata

Berdasarkan data pengujian kekerasan diatas spesimen nilai kekerasannya menigalai kenaikan dari *raw material* dengan nilai kekerasan tertinggi menggunakan katalis BaCO<sub>3</sub> dan media *quenching* air sebesar 663.7 HV dan nilai paling rendah spesimen yang menggunakan katalis CaCO<sub>3</sub> dan media *quenching* oli sebesar 602.6 HV. hal ini menunjukan proses *pack carburizing* meningkatkan nilai kekerasan pada spesimen.

#### b. Pengujian Ketangguhan

Dari kelima pengujian di atas yang meliputi 1 *raw material* dan 4 Sampel *pack carburizing*, terjadi kenaikan nilai ketangguhan sampel yang telah mengalami proses *pack carburizing*.

Berdasarkan data dapat diketahui hasil dari pengujian material AISI 4340 yang mengalami proses *pack carburizing* yang menggunakan variasi *quenching* air dan oli serta katalis Barium Karbonat (BaCO<sub>3</sub>) dan Kalsium Karbonat (CaCO<sub>3</sub>) terhadap ketangguhan material AISI 4340 mengalami proses penurunan nilai ketangguhan dari *raw material*. Hasil pengujian spesimen yang divariasikan dengan katalis Barium Karbonat (BaCO<sub>3</sub>) dan media pendingin oli memiliki nilai ketangguhan yang paling rendah yaitu sebesar 0.49 J/mm<sup>2</sup>.



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai Ketangguhan

Berdasarkan data hasil pengujian ketangghan yang diperoleh diatas bahwa jenis media pendinginan yang digunakan dalam

peroses *pack carburizing* berpengaruh pada nilai ketangguhan yang dihasilkan, hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.6. Dapat dilihat spesimen yang divariasikan dengan katalis Kalsium Karbonat (CaCO<sub>3</sub>) dan media *quenching* oli memiliki nilai ketangghan yang paling tinggi dan yang paling rendah spesimen dengan variasi Barium Karbonat (BaCO<sub>3</sub>) dan media *quenching* air.

## 4. PENUTUP

### 4.1. Kesimpulan

Setelah melakukan proses penelitian dan analisis data mengenai pengaruh *pack carburizing* dengan variasi katalis dan *quenching* terhadap dampak nilai kekerasan dan nilai ketangguhan baja AISI 4340 pada proses *pack carburizing*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi katalis dan media pendingin dalam proses *pack carburizing* baja AISI 4340 berpengaruh terhadap perbedaan nilai kekerasan dan ketangguhan yang diperoleh pada spesimen pengujian.
2. Pengujian kekerasan menunjukan nilai kekerasan mengalami peningkatan dengan nilai kekerasan rata-rata tertinggi sebesar 663.7 HV yang menggunakan media katalis BaCO<sub>3</sub> dan media *quenching* air sedangkan nilai rata-rata terendah didapat dari spesimen yang menggunakan media katalis CaCO<sub>3</sub> dan media *quenching* oli dengan nilai sebesar 602.6 HV.
3. Pengujian ketangguhan pada spesimen *pack carburizing* menunjukan ketangguhan mengalami Penurunan dari *raw material* dengan nilai terendah sebesar 0.49 J/mm<sup>2</sup> menggunakan Barium Karbonat dan pendingin air dan nilai tertinggi menggunakan media katalis Kalsium Karbonat dan media *quenching* oli sebesar 0.60 J/mm<sup>2</sup>.

### 4.2. Saran

Dari penelitian yang dilakukan oleh penulis terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan masukan untuk dijadikan bahan refrensi penelitian serupa:

1. Untuk mengetahui pengaruh *pack carburizing* terhadap kekerasan dan

ketangguhan baja AISI 4340 perlu juga dilakukan pengujian lain.

2. Perlu juga dilakukan penelitian yang sama dengan menggunakan variasi sumber karbon lain untuk mengetahui pengaruh *pack carburizing* terhadap kekerasan dan ketangguhan baja AISI 4340.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Afriany, R., Asmadi, & Nuryanti, S. Z. (2016). Analisa Pengaruh Variasi Katalis Baco<sub>3</sub>, Naco<sub>3</sub> Dan Caco<sub>3</sub> Pada Proses Karburasi Baja Karbon Sedang Dengan Pendinginan Tunggal. *Jurnal Ilmiah "TEKNIKA"*, 4(1), 38–50.
- Harahap, V., & Harahap, M. H. (2013). Pengaruh Karakteristik Pasir Merah Labuhan Batu Selatan Terhadap Sifat Mekanik (Uji, SEM, Difraksi Sinar X, Uji Impak) dari Beton. *Jurnal Einstein*, 1(2), 64–75.
- Negara, D. N. K. P., & Muku, I. D. M. K. (2015). Pack Carburizing Baja Karbon Rendah. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 7(1), 167–172.
- Prawira, M. Z., Sisworo, S. J., & Samuel. (2015). Pengaruh Perbedaan Suhu Terhadap Kekuatan Impact Alumunium 5083 Hasil Pengelasan Tungsten Inert Gas. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 66(3), 382–383.
- Sadiana, R. (2020). *Pengaruh Ukuran Mesh Serbuk Batubara Proses Karburasi Padat Pada Baja Aisi 4130 Terhadap Nilai Kekerasan Dan Ketangguhan*. 9(1), 25–30.
- Saparin. (2016). Pemanfaatan Cangkan Buah Karet Sebagai Alternatif Carburizer Pada Proses Pack Carburizing Baja Karbon Rendah St . 37. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(2), 17–22.
- Sunardi, Lusiani, R., & Fitra, A. O. (2013). Pengaruh Pack Carburizing dan Kekasaran Permukaan Terhadap Umur Fatik Material Poros Baja S45C. *Jurnal Foundry*, 3(2), 7–12.
- Sundari, E., Fahlevi, R., & Besar, B. (2018). Analisa Pengaruh Pack Carburizing Terhadap Sifat Mekanis Sprocket Imitasi Sepeda Motor Menggunakan Arang Kayu Gelam Dan Serbuk Cangkang Remis Sebagai Katalisator. *Jurnal Austenit*, 10(2), 33–39.
- Umartono, A. S., & Awali, S. (2015). Analisa Kegagalan Proses Heat Treatment Baja Sup-9 Pada Pembuatan Pegas Daun. *Jurnal Keilmuan Dan Terapan Teknik*, 04(1), 55–75.
- Yahyaa, Nukman, & Chandra, H. (2013). The Carburizing Process of Low Carbon Steel with Charcoal Media. *Journal of Mechanical Science and Engineering ISSN (Online):2354-9467*, 1(1), 1–6.
- Zuchry, M. (2011). Pengaruh Karburasi Dengan Variasi Media Pendingin Terhadap Micro Struktur Baja Karbon. *Mektek*, 13(2), 76–79.