

Pengaruh Variasi Jenis Katalisator dan *Holding Time* pada Proses *Pack Carburizing* terhadap Perubahan Komposisi Karbon dan Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*) St 37

Dwi Handoko, Vivaldi, Sutrisno

*Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak
Jalan Ahmad Yani Pontianak 78124
E-mail: dwihandokpb@gmail.com*

Abstract: *In this study, a pack carburizing process was carried out on low carbon steel using activated carbon, coconut shell charcoal and various catalysts in the form of ale-ale shells, eggshells, and beef bones. The method used is heating at an austenite temperature of 900°C with a variation of holding time of 30, 60, and 90 minutes, then quenching using water, followed by hardness testing with the Vickers method and composition testing. The general result is that the three types of catalysts can accelerate the diffusion-reaction so that the carbon addition process occurs and the longer holding time can provide an opportunity for the carbon formed to transform from the pearlite microstructure to the austenite microstructure, and when quenching it forms the Martensite microstructure. Of the three types of catalysts that produced the highest hardness was an ale-ale shell, from the initial hardness 119 HV to 464 HV.*

Keywords: *pack carburizing, catalyst, ale-ale shells, egg shell, bone meal*

Abstrak: Pada penelitian ini dilakukan proses *pack carburizing* pada baja karbon rendah dengan menggunakan karbon aktif arang tempurung kelapa dan variasi katalisator berupa cangkang ale-ale, cangkang telur, dan tulang sapi. Metode yang digunakan adalah pemanasan pada temperatur austenit 900°C dengan variasi waktu penahanan 30, 60, dan 90 menit kemudian dilakukan quenching menggunakan air, dilanjutkan dengan pengujian kekerasan dengan metode *fickers* dan pengujian komposisi. Hasilnya secara umum ketiga jenis katalisator tersebut dapat mempercepat reaksi difusi sehingga terjadi proses penambahan karbon serta semakin lama waktu penahanan mampu memberikan peluang bagi karbon yang terbentuk untuk bertransformasi dari mikrostruktur perlit menjadi mikrostruktur austenit, dan saat dilakukan quenching membentuk mikrostruktur *Martensit* . Dari ketiga jenis katalis yang menghasilkan kekerasan tertinggi adalah cangkang ale-ale, yaitu dari kekerasan awal 119 HV menjadi 464 HV.

Kata kunci: *pack carburizing, katalisator, kulit kerang, kulit telur, tepung tulang*

Salah satu sifat mekanik pada logam baja adalah nilai kekerasan, sifat ini sangat dibutuhkan khususnya pada komponen mesin yang bergesekan atau karena fungsinya harus mempunyai kekerasan tertentu (Ichsan, 2017).

Nilai kekerasan dari baja sangat dipengaruhi unsur karbon yang terkandung pada baja tersebut, semakin banyak karbon semakin keras pula baja tersebut, namun batas terlarutnya karbon didalam besi maksimum hanya 6,67%.

Pada baja karbon rendah, kadar karbon yang terlarut didalam besi kurang dari 0,2%. Baja ini umum banyak digunakan untuk pembuatan komponen-komponen elemen mesin karena lebih lunak dan mudah dalam proses pemesinan dan pembentukan. Agar dapat digunakan tentunya sifat mekaniknya perlu diperbaiki seperti sifat tahan aus, tahan korosi dan kekerasannya. Perbaikan sifat-sifat tersebut biasanya pada proses akhir (*finishing*) dimana baja tersebut dilakukan perlakuan panas yaitu dengan menambahkan unsur karbon pada baja tersebut proses ini disebut *carburizing*.

Berdasarkan media karbon yang diberikan, ada tiga metode proses *carburizing* yang bisa dilakukan, yaitu: *solid carburizing*, *liquid carburizing*, dan *gas carburizing*. *Solid Carburizing* dilakukan dengan memanaskan logam di atas temperatur austenit dengan lama *holding time* sesuai yang diinginkan (Smith, 1996).

Pack carburizing termasuk metode *solid carburizing* yang merupakan proses termokimia yaitu dengan mengubah komposisi kimia permukaan baja. untuk memperkaya unsur karbon pada permukaan baja pada temperatur autenit ditambahkan karbon aktif dan unsur karbonat yang akan berperan sebagai energizer atau katalis dalam untuk membantu mempercepat reaksi. Atom karbon aktif tersebut akan berdifusi masuk ke dalam permukaan baja dan mencapai kedalaman tertentu. Selama proses berlangsung, unsur carbon sebagai unsur carburizer utama masuk kedalam pori-pori permukaan logam melalui proses difusi dan dilanjutkan dengan pendinginan cepat (*quenching*), sehingga diperoleh permukaan yang lebih keras.

Pada penelitian ini kami melakukan perlakuan *Pack carburizing* pada baja karbon rendah (baja St.37) dengan memanfaatkan karbon aktif dari arang aktif tempurung kelapa

dan melakukan variasi jenis katalisator dengan memanfaatkan kulit kerang ale-ale, cangkang kulit telur dan tulang sapi. Pertimbangan pemilihan ketiga bahan ini dengan pertimbangan bahan baku cukup banyak tersedia bahkan cenderung menjadi limbah yang tak termanfaatkan.

Pada penelitian ini ingin diketahui pengaruh ketiga jenis bahan katalisator dan variasi waktu penahanan/*holding time* pada proses *Pack carburizing* terhadap perubahan komposisi karbon dan nilai kekerasan yang terjadi pada baja karbon rendah St 37. Berdasarkan kondisi tersebut maka dirumuskan masalah penelitian ini dalam suatu pertanyaan: "Bagaimana pengaruh variasi jenis katalisator dan *holding time* pada proses *Pack carburizing* terhadap perubahan komposisi karbon dan nilai kekerasan baja karbon rendah (low carbon steel) St 37?"

Penelitian ini mempunyai relevansi dengan beberapa penelitian berikut: Ilyas (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh Karburisasi Padat dengan Katalisator Cangkang Kerang Darah (CaCO_3) Terhadap Sifat Mekanik dan Keausan Baja St. 37 dengan suhu pemanasan 950°C , Waktu Penahanan 1 Jam dan didinginkan cepat dengan air, menggunakan arang tempurung kelapa dengan ukuran butir 0,149 mm, hasilnya variasi ukuran butir katalisator cangkang kerang darah (CaCO_3) mempengaruhi nilai kekerasan pada baja St 37. dengan nilai kekerasan tertinggi 60 HRC diperoleh pada ukuran butir 2 mm terendah 56,4 HRC pada ukuran butir 0,149 mm.

Bayuseno (2018) melakukan penelitian terhadap peningkatan nilai kekerasan pada *bucket teeth excavator* dengan metode *Pack carburizing* dan media *quenching* oli sae 20W-

50 serta cangkang kerang sebagai energizer. Hasil menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai kekerasan seiring dengan banyaknya karbon dan waktu tahan, dimana kekerasan tertinggi terjadi pada variasi 70% *Charcoal* – 30% serbuk cangkang kerang dengan waktu penahanan 4 jam sebesar 84,9 HRA. Unsur karbon yang terdifusi ke dalam material akan meningkat seiring penahanan waktu yang semakin lama dimana difusi karbon paling dalam terjadi pada penahanan 6 jam dengan variasi 70% C – 30% serbuk cangkang kerang. dengan cara menambahkan unsur karbon dengan cara difusi yang dilakukan pada suhu 950°C dengan variasi waktu penahanan 2,4 dan 6 jam ditambah dengan variasi serbuk cangkang kerang yang berperan sebagai energizer sebesar 30%, 40% dan 50%. Setelah dilakukan *pack carburizing*, *bucket teeth* dilakukan proses *quenching* dengan media oli SAE 20W-50 untuk meningkatkan nilai kekerasan.

Sujita (2016) meneliti tentang proses karburasi pada baja karbon rendah AISI 1018 dengan suhu 910°C, 930°C, 950°C selama 150 menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa angka kekerasan meningkat hingga 262,47 kg/mm² (82%) dari 144,08 kg/mm² dengan menambahkan 20% berat serbuk cangkang kerang. Komposisi ini menunjukkan bahwa pengerasan permukaan terjadi pada permukaan baja karbon AISI 1018 karena difusi karbon selama proses karburasi paket.

Alfani, (2016) meneliti tentang pengaruh variasi temperatur pada proses *Pack carburizing* terhadap ketahanan aus baja st 41, temperatur yang digunakan dalam proses *Pack carburizing* adalah 850, 900, dan 950°C, sedangkan sumber karbon yang digunakan

adalah arang tempurung kelapa dan cangkang telur sebagai katalis, hasilnya nilai laju keausan terbaik terjadi pada proses *Pack carburizing* temperatur 900°C, baik permukaan atas maupun permukaan bawah dengan nilai rata-rata laju keausan sebesar 1.44×10^{-6} mm²/kg.

Ichsan (2017) menganalisa pengaruh waktu penahanan terhadap nilai kekerasan baja AISI 1050 pada proses *Pack carburizing* menggunakan 80% arang tempurung kelapa sebagai karbon dan 20% cangkang telur sebagai katalis, dengan waktu penahanan 60, dan 90 menit menggunakan media *quenching* oli dan air garam. Hasil yang diperoleh menunjukkan peningkatan nilai kekerasan tertinggi pada waktu penahanan 90 menit menggunakan *quenching* air garam.

Nanulaitta (2012) menganalisa sifat kekerasan baja St-42 dengan pengaruh besarnya butiran media katalisator tulang sapi (CaCO₃) melalui proses pengarbonan padat (*pack carburizing*), Penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan media Tulang Sapi (CaCO₃) dapat dipergunakan sebagai alternatif pengganti katalisator BaCO₃ (Barium Carbonat) dalam proses Karburasi Padat. Dengan semakin besar besaran butiran katalisator. Laju penyerapan karbon paling cepat terjadi pada proses dengan penahanan waktu 15 menit dengan komposisi dari 1 kg campuran yang terdiri 70% karbon (arang kayu nani) dan 30% Tulang sapi (CaCO₃)

Dengan penelitian ini diharapkan dapat mengoptimalkan hasil-hasil penelitian POLNEP agar dapat digunakan pada masyarakat selain mengembangkan penelitian khususnya dibidang material selain itu penelitian ini juga diharapkan dapat

memberikan alternatif metode *Pack carburizing* penggunaan media arang tempurung kelapa, kulit kerang ale-ale kulit kerang ale-ale, cangkang telur dan tulang yang umumnya menjadi limbah untuk meningkatkan sifat mekanik dari baja karbon rendah seperti pada industri permesinan logam atau home industri dan khususnya bagi mahasiswa teknik mesin dalam melakukan percobaan atau praktikum perlakuan panas (*heat treatment*).

METODE

Metode penelitian dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen merupakan salah satu metode penelitian yang mengadakan kegiatan percobaan untuk melihat suatu hasil dan hasil ini akan menegaskan kedudukan hubungan (sebab-akibat) antara variabel yang diteliti.

Pada penelitian ini akan dilakukan proses *Pack carburizing* menggunakan aktivator arang aktif arang tempurung kelapa yang dicampur katalisator kerang ale-ale, cangkang telur dan tulang sapi dengan komposisi 70% arang aktif dan 30% katalisator dengan waktu penahanan selama 30, 60, dan 90 menit dan selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan dan komposisi untuk mengetahui perubahan yang terjadi. Adapun tahanananya sebagai berikut :

1. Pembuatan sampel uji dari bahan baja karbon rendah St 37 dengan ukuran ϕ 2,5 mm. Membuat/menyiapkan serbuk arang aktif dari dan mempersiapkan aktifator dari bahan kulit kerang ale-ale.cangkang telur dan tulang sapi dengan proses penghancurkan dan mengayak hingga mesh 30-40. Membuat tabung/packing dari pipa steam dengan diameter 30 mm dan panjang 250 mm sebanyak lima batang.
2. selanjutnya mengkondisikan mesin/alat laboratorium seperti mesin heatreatment, hardness/Vickers dan mesin uji komposisi baik melakukan kalibrasi dan instalasi peralatan.
3. Memasukkan campuran arang aktif dan 70% arang aktif dan 30 % katalisator sampel uji yaitu masing-masing sebanyak 5 (lima) sampel ke dalam tabung pipa, kemudian ditutup plat. Selanjutnya pemanasan dengan menggunakan dapur *heat treatment* dengan tempertur 900°C Pemanasaan dilakukan dengan 3 proses untuk holding time selama 30, 60 dan 90 menit setelah itu di *quenching* ke dalam oli.
4. Setelah itu dilakukan pengujian komposisi untuk mengetahui apakah terjadi penambahan unsur karbon atau tidak yaitu dengan menggunakan mesin *Foundry Master* yang ada di laboratorium Teknik Mesin Polnep.
5. Terakhir dilakukan pengujian kekerasan vickers dengan menggunakan mesin uji Vickers yang ada di laboratorium Teknik Mesin Polnep untuk mengetahui perubahan kekerasan yang terjadi.

Diagram alir dari penelitian ini adalah dapat dilihat pada gambar 1.

HASIL

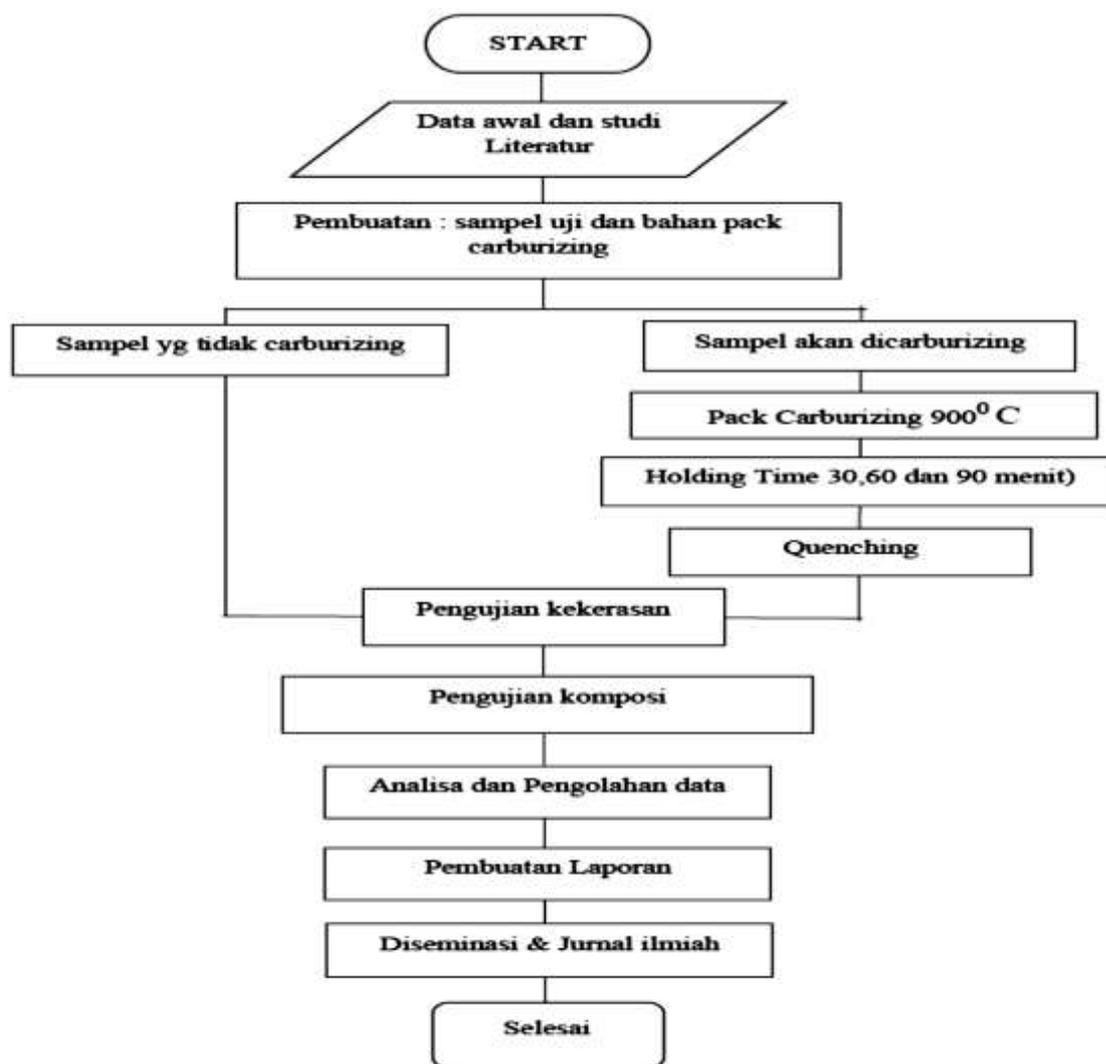
Dari hasil pengujian kekerasan awal material dengan metode Vickers didapatkan harga rata-rata sebesar 119 HV dan komposisi sebelum dilakukan *carburizing* didapatkan data kekerasan pada tabel 1.

Setelah dilakukan *carburizing* dengan pemanasan sampai temperature 900°C, ditahan (*holding time*) dengan variasi 30, 60, dan 90 menit dan dilanjutkan dengan proses *quenching* menggunakan oli dihasilkan data komposisi karbon dan kerasan pada tabel 2.

PEMBAHASAN

Dari data pada hasil uji Komposisi pada material awal dapat ketahui kadar Karbon (C) pada sampel baja karbon tersebut berada pada

dalam golongan Baja Karbon Rendah yang memiliki kadar karbon berkisar diantara 0,025 – 0,25%.



nilai 0,13% maka baja karbon tersebut masuk

Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tabel 1. Hasil Pengujian Komposisi Material awal

Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Lainnya
97,80	0,13	0,28	0,74	0,04	0,03	0,35	0,16	0,50

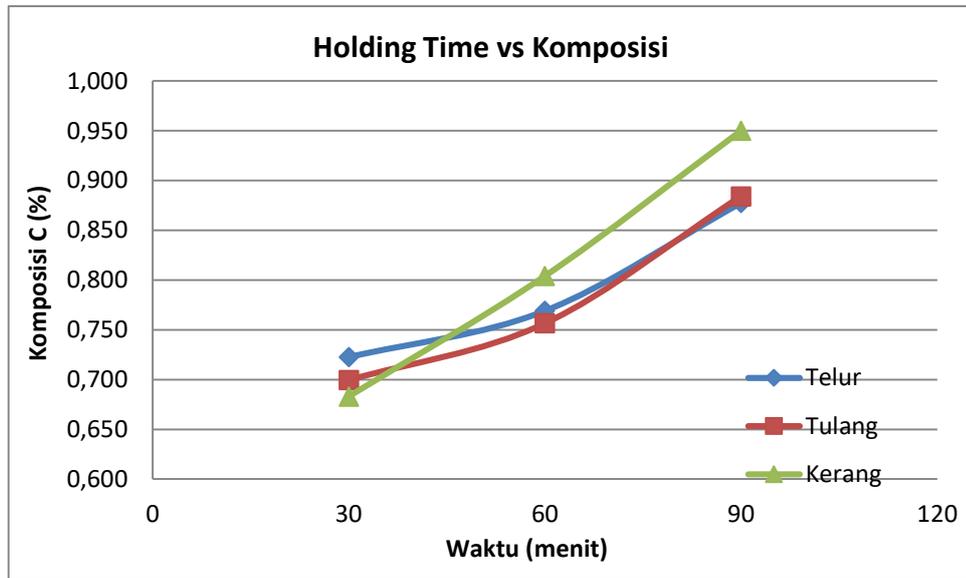
Tabel 2. Hasil Pengujian Komposisi Karbon

Waktu (Menit)	Komposisi karbon (%)		
	telur	Tulang	Kerang
30	0,723	0,700	0,683
60	0,769	0,757	0,804

90	0,878	0,884	0,950
----	-------	-------	-------

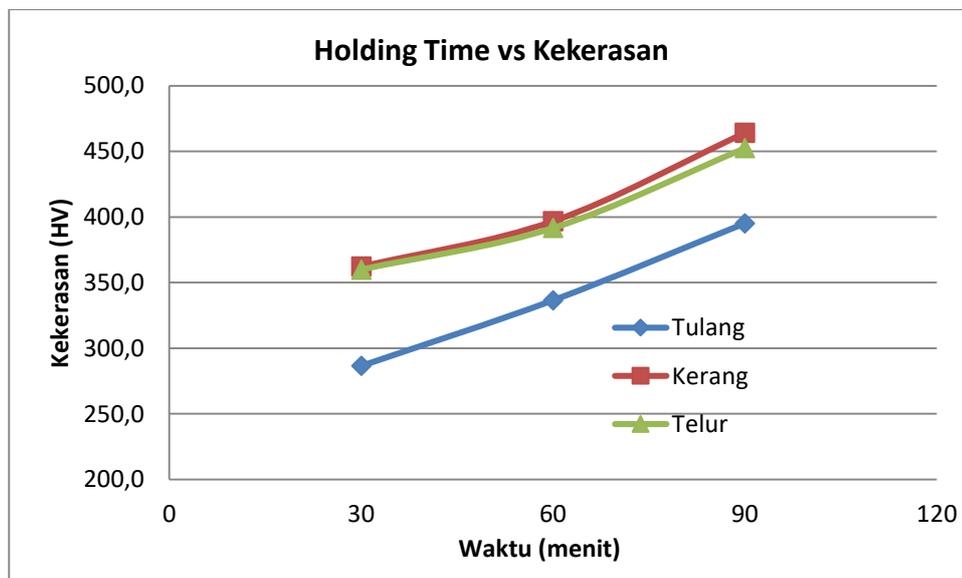
Dari uji komposisi pada katalisator tulang dengan holding time 30 menit komposisi karbon sebesar 0,700% pada 60 menit menjadi 0,757% dan di 90 menit menjadi 0,884. Pada katalisator kulit telur waktu 30 menit karbon 0,723%, 60 menit 0,769% dan 90 menit menjadi 0,878%, sedangkan katalisator kerang

pada 30 menit 0,683% 60 menit 0,804% dan 90 menit menjadi 0,95%. hatkan pada katalisator tulang kekerasan



Demikian pula ditunjukkan dari hasil uji kekerasan dengan metode *Vickers*, memperli-

Gambar 2. Grafik Hubungan antara waktu penahanan dan komposisi karbon



Gambar 3. Grafik Hubungan antara waktu penahanan dan Kekerasan

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

Waktu (menit)	Kekerasan (HV)		
	Telur	Tulang	Kerang
30	359,9	286,5	362,1
60	391,6	336,5	396,8
90	452,4	395,1	464,0

holding time 30 menit menjadi 336,5 HV

holding time 60 menit dan 395,1 HV saat di *holding time* selama 90 menit, Katalisator kerang pada waktu 30 menit 362,1 HV, 60 menit 336,5 HV dan 90 menit 395,1 HV

Pengaruh Variasi Jenis Katalisator dan *Holding Time* pada Proses *Pack Carburizing* terhadap Perubahan Komposisi Karbon dan Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*) St 37

sedangkan katalisator kulit telur pada 30 menit penahanan 359,9 HV, 60 menit 391,6 HV dan 90 menit 452,5HV. Ini menunjukkan bahwa untuk ketiga jenis katalisator saat dilakukan penahanan di temperatur 900°C memberikan kesempatan terjadinya difusi oleh karbon aktif dan katalisator mampu membentuk mikro struktur pearlit menjadi mikro struktu austenite dan saat dilakukan quenching dengan menggunakan air bertransformasi membentuk struktur mikro martensit akibat pendinginan yang cepat.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari apa yang telah dilakukan oleh peneliti didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Ketiga jenis katalisator tulang, kerang dan kulit telur mampu mempercepat terjadinya reaksi difusi pada proses pack karburising sehingga proses penambahan karbon dapat terjadi dan dengan semakin lamanya waktu penahanan mampu memberi kesempatan bagi karbon yang terbentuk untuk bertransformasi dari mikrostruktur pearlit menjadi austenite dan ketika dilakukan *quenching* akan terbentuk struktur mikro martensit yang keras
- Dari ketiga jenis katalisator yang mampu meningkat kekerasan dan menambah unsur karbon adalah cangkang kerang dari kekerasan awalnya 119 HV menjadi 464 HV.

Saran

Dengan penelitian ini diharapkan dapat mengoptimalkan hasil penelitian POLNEP agar dapat digunakan pada masyarakat selain mengembangkan penelitian khususnya di bidang material. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif metode *Pack carburizing* penggunaan media arang tempurung kelapa, kulit kerang ale-ale kulit

kerang ale-ale, cangkang telur dan tulang yang umumnya menjadi limbah untuk meningkatkan sifat mekanik dari baja karbon rendah. Selain itu untuk penelitian selanjutnya sebaiknya perlu diperpanjang waktu penahanan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan ketiga jenis katalisator tersebut mampu membantu proses pengerasan baja karbon rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Hay, dkk. 2016. Katalisator Cangkang Keong Mas Terhadap Sifat Mekanik Baja ST42 Melalui Proses Kaburasi. *Jurnal Energi dan Manufaktur* Vol. 9 No. 1. (39-43).
- Alfani. 2016. Pengaruh Variasi Temperatur Pada Proses *Pack carburizing* Terhadap Ketahanan Aus Baja St 41. Skripsi Fakultas Teknik Universitas Lampung Bandar Lampung.
- Bayuseno, dkk. 2018. Peningkatan Nilai Kekerasan pada *Bucket Teeth Excavator* dengan Metode *Pack carburizing* dan Media Quenching Oli SAE 20W-50 Serta Cangkang Kerang sebagai Energizer, *ROTASI*, Vol. 20 No. 4 (Oktober 2018). Hal. 195-201.
- Darmo. 2019. Pengaruh Proses *Pack carburizing* Terhadap Kekerasan Baja Karbon Rendah. *Prosiding SNST ke-10 Tahun 2019 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*.
- Ilyas, dkk. 2014. Pengaruh Karburisasi Padat dengan Katalisator Cangkang Kerang Darah (CaCO₂) Terhadap Sifat Mekanik dan Keausan Baja St. 37. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII (SNTTM XIII)*, 15 – 16 Oktober 2014.
- Ichsan. 2017. Analisa Pengaruh Waktu Penahanan Terhadap Nilai Kekerasan

- Baja Aisi 1050 Dengan Metode *Pack Carburizing*. Jurnal Mesin Sain Terapan e-ISSN 2597-9140.
- Margono. 2008. Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah. Vol.6 No. 2.
- Nanulaitta. 2012. Analisa Sifat Kekerasan Baja St-42 Dengan Pengaruh Besarnya Butiran Media Katalisator (Tulang Sapi (CaCO_3) Melalui Proses Pengarbonan Padat (*Pack Carburizing*, Jurnal Teknologi, Volume 9 Nomor 1. 2012. 985 – 994.
- Suci, I. A. 2016. Sintesis Hidroksiapatit Berbasis Cangkang Kerang Ale-ale (*Meretrix meretrix*) dan Pelapisannya pada Paduan Logam CoCr Mo, Institut Pertanian Bogor (Skripsi).
- Smith, W.F. 1996. Principles of Material Science and Engineering, 3rd Edition, McGraw-Hill Inc. New York.