

Keefektifan Penggunaan Cangkang Keong Mas sebagai Media Karburiser pada Baja SCM 415 Ditinjau dari Penambahan Kadar Carbon dan Ketebalan Karburasi

Hendra Eko Rahmanto¹, Wahono², Basuki³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang
Email: hendra.eko.1605116@students.um.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengetahui penambahan kadar karbon dan ketebalan karburasi pada baja SCM 415 yang dikarburasi menggunakan cangkang keong mas dan arang kayu. Spesimen berbentuk silinder dengan diameter 20 mm dan panjang 20 mm. Proses carburizing menggunakan variasi suhu yang berbeda-beda yaitu 850OC, 900OC dan 950OC dengan waktu penahan 1 jam dan pendinginan air. Kemudian dilakukan pemeriksaan kadar karbon dan ketebalan karburasinya. Hasil penelitian menunjukkan berurutan dari suhu terendah yaitu: 0,1866%, 0,2598%, 0,3301% untuk kadar karbon dan 0,0245mm, 0,0295mm, 0,0425mm untuk ketebalan karburasi. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan suhu semakin tinggi maka nilai yang dihasilkan akan semakin besar pula.

Kata kunci: *Carburizing, Cangkang Keong Mas, Kadar Karbon, Ketebalan Karburasi.*

Abstract: This research aims to determine the increase in carbon content and thickness of carburization in SCM 415 steel. That's carburized using the shell of golden snail and wood charcoal. The specimen is cylindrical with a diameter 20 mm and a length 20 mm. The carburizing process uses different temperature variations of 850OC, 900OC and 950OC with 1-hour retaining time and water cooling. The results showed from the lowest temperatures: 0.1866%, 0.2598%, 0.3301% for carbon content and 0.0245mm, 0.0295mm, 0.0425mm for carbure thickness. This research can be concluded that the higher the temperature usage, the greater the value.

Keywords: *Carburizing, Shell Of Golden Snail, Carbon Content, Carburizing Thickness.*

Pertumbuhan teknologi sangat berkembang pesat, baik itu dalam kehidupan bermasyarakat maupun industri. Laju pertumbuhan industri di Indonesia khususnya di bidang manufaktur adalah tercatat meningkat pada tahun 2018. Kenaikan indeks pada bulan Agustus 2018 mencapai angka 51,9% dan bulan Juli 2018 hanya sebesar 50,5% berdasarkan Nikkei Indonesia Manufacturing Purchasing Managers' Index (Anggraini & Saputra, 2019:117). Pada umumnya bahan dasar dari kebutuhan industri manufaktur khususnya pada konstruksi mesin yaitu material logam. Kualitas logam terbaik sangat dibutuhkan karena berpengaruh dengan kualitas suatu produk dan pengeluaran biaya produksi pada perusahaan. Baja karbon rendah merupakan logam yang lazim dijumpai untuk digunakan baik pada bidang otomotif ataupun dibidang lainnya (Izahyanti dkk, 2013:1). Salah satu penggunaan baja karbon rendah ialah roda gigi.

Sifat mekanik dari suatu baja memiliki peran yang penting terutama baja sebagai roda gigi pada mesin. Roda gigi dari baja karbon rendah mudah mengalami aus dan retak dikarenakan seringnya bergesekan dengan komponen lain. Salah satu baja karbon rendah yang digunakan untuk roda gigi yaitu baja karbon rendah SCM 415. Baja SCM 415 merupakan baja karbon rendah dengan kandungan komposisi kimia 0,15% C, 0,25% Si, 0,95% Mn, 1,15% Cr, 0,25% Mo (Metal Ravne Catalogue, 2019). Untuk mendapatkan sifat baja yang memiliki karakteristik yang sesuai untuk penggunaan roda gigi terutama pada baja karbon rendah, maka harus ditingkatkan kekerasan dan keuletannya dengan perlakuan panas. Dengan dilakukan perlakuan panas tersebut diharapkan ketahanan aus dari baja karbon rendah meningkat dengan adanya peningkatan kekerasan.

Proses perlakuan panas salah satunya yaitu karburasi atau *carburizing*, merupakan suatu proses perlakuan panas pada permukaan logam dengan mendifusikan unsur karbon. Karburasi sebagai proses difusi yang dikendalikan, sehingga semakin

lama baja diadakan di lingkungan yang kaya karbon, semakin besar penetrasi karbon dan semakin tinggi kandungan karbon (Oyetunji and Adeosun, 2012:320). Pada proses karburasi, karbon yang masuk ke dalam permukaan baja karbon rendah akan menentukan kekerasan logam yang dikarburasi. Unsur karbon yang didifusikan pada permukaan baja yang dilanjutkan dengan proses pendinginan (*quencing*) cepat akan terjebak seketika dan terbentuklah struktur martensit yang keras.

Keong mas merupakan *moluska* yang ditetapkan sebagai organisme pengganggu tanaman (OPT) atau hama utama pada tanaman padi (*Oryza sativa*) di sawah. (Saputra K. dkk, 2018:190). Saat ini keong mas banyak dikonsumsi dagingnya oleh masyarakat. Namun cangkang keong mas masih berupa limbah yang sangat jarang digunakan oleh masyarakat. Limbah dari cangkang keong mas ini kaya akan kandungan berbagai mineral termasuk kalsium. Dalam kandungan cangkang keong mas hampir seluruhnya terdiri dari kalsium karbonat, kalsium fosfat, silikat, magnesium karbonat, besi dan zat organik lainnya membentuk sisa komposisi protein struktural, dan senyawa fosfor (Nopriansyah E. dkk, 2016:2). Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan menggunakan EDX, cangkang keong mas memiliki komposisi kimia antara lain CaCO_3 92,68%, Al_2O_3 1,04%, SiO_2 4,29% dan MgO 1,68% (Pancawati, 2016:4). Kalsium karbonat ini dapat digunakan untuk membantu proses karburasi pada permukaan logam baja rendah.

Karburasi dengan penggunaan suhu yang berbeda maka menghasilkan kekerasan yang berbeda-beda, serta perbedaan jumlah kadar karbon dari sebelum proses karburasi dilakukan. Selain dengan variasi suhu yang berbeda, media donor juga mempengaruhi proses penambahan kadar karbon, dan variasi media pendingin juga akan berpengaruh terhadap sifat mekanik baja terutama pada proses pendinginan cepat akan menghasilkan sifat mekanik baja yang keras. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh cangkang keong mas sebagai media tambahan proses karburasi terhadap presentase dari peningkatan kadar karbon dan ketebalan karburasi yang dihasilkan, oleh sebab itu maka proses pendinginan dilakukan dengan media pendingin yang sama.

METODE

Pada penelitian ini merupakan penelitian eksperimen sebab bertujuan untuk mengetahui sebab akibat dari pengaruh yang ditimbulkan antar variabel. Penelitian ini mengamati suatu objek sebelum dan sesudah diberi perlakuan, kemudian hasilnya dibandingkan. Bentuk dalam penelitian eksperimen ini adalah One-Group Pretest-Posttest Design, dimana ketika penelitian berlangsung diadakan pengamatan dua kali yaitu ketika belum dilakukan eksperimen dan setelah dilakukan eksperimen. Dalam penelitian ini variabel bebasnya yaitu suhu karbuasi 850°C , 900°C dan 950°C . Variabel terikatnya yaitu nilai kadar karbon dan nilai ketebalan lapisan *carburizing*. Sedangkan untuk variabel kontrol yaitu waktu penahan 1 jam, media donor berupa arang kayu dan cangkang keong mas dengan perbandingan komposisi 80%:20%, serta media pendingin berupa air. Alat uji yang digunakan untuk pemeriksaan kadar karbon yaitu OES (*Optical Emission Spectroscope*) dan untuk pemeriksaan ketebalan karburasi menggunakan mikroskop dengan pembesaran 950x.

Sebagai objek penelitian pada penelitian ini digunakan Baja SCM 415 yang memiliki bentuk silinder pejal berdimensi diameter 20 mm dengan tinggi 20 mm. Jumlah spesimen yang digunakan yaitu 4 spesimen dengan kadar karbon 0,14 %. Proses karburasi (*carburizing*) adalah proses perlakuan yang dilakukan pada baja dengan tujuan menambahkan kandungan unsur karbon yang ditujukan pada permukaan baja dengan maksud dapat membuat permukaan baja yang keras serta tahan dari gesekan (Irwan. Y, 2012:5).

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan berdasarkan urutan kerja yang baik dalam pelaksanaan proses *carburizing*. Adapun tahapan yang akan dilakukan antara lain: (1) Tahap awal yang meliputi persiapan alat dan bahan, persiapan spesimen yang akan diuji, serta penempatan spesimen dalam *carburizing box*, (2) Tahap proses meliputi proses berlangsungnya *carburizing* dan pengujian-pengujian terhadap spesimen, (3) Tahap akhir meliputi pengelompokan data yang diperoleh dari penelitian dan pemvisualian dalam bentuk grafik.

Tahap Awal

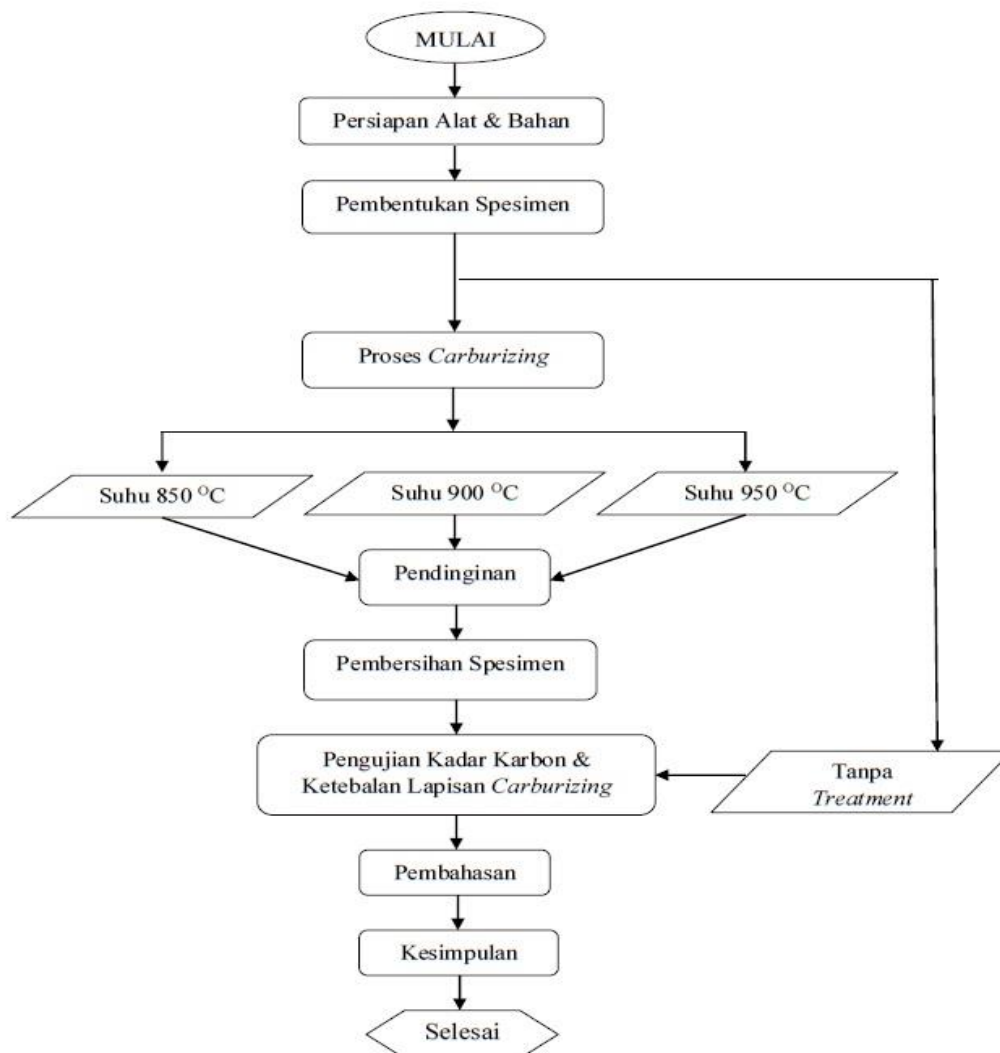
Tahap Awal merupakan langkah yang harus dilakukan sebelum berlangsungnya proses *carburizing*. Alat dan bahan disiapkan sesuai dengan kebutuhan penunjang *carburizing* diantaranya: baja SCM 415, arang kayu, cangkang keong mas, dan air. Untuk alat-alat yang diperlukan antara lain palu, gergaji mesin, mesin bubut, furnaces (tungku pemanas), dan kotak karburasi. Kemudian dilanjutkan dengan persiapan dan pembentukan spesimen sesuai dengan ketentuan yang akan digunakan. Setelah itu bahan-bahan serta spesimen dimasukkan pada *carburizing box*, dengan ketentuan bahwa jarak spesimen terhadap dinding box yaitu minimal 2.5 mm.

Tahap Proses

Tahap Proses merupakan tahap inti dimana berlangsungnya proses *carburizing* pada spesimen. Dimana proses *carburizing* ini dilakukan sebanyak 3 kali pada spesimen yang berbeda dengan suhu yang berbeda sesuai ketentuan. Apabila telah dilakukan *carburizing* pada semua spesimen, dilanjutkan dengan pengujian baik dari kadar karbon dan ketebalan hasil lapisan *carburizing*.

Tahap Akhir

Tahap Akhir adalah tahap analisis dari data hasil penelitian. Dimana sebelum dilakukan analisis, data hasil penelitian dikelompokkan sesuai dengan pengujiannya. Kemudian dianalisis dan nilai-nilai dari data digambarkan melalui grafik agar lebih mudah dibaca. Diagram alur dalam penelitian terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

HASIL

Pengujian Kadar Karbon

Pengujian kadar karbon dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar karbon dari masing-masing spesimen tanpa *treatment* dan setelah *treatment carburizing*. Hasil pengujian kadar karbon dengan OES menghasilkan data berupa angka presentase dari kadar karbon pada spesimen. Adapun hasil data yang didapatkan dari pengujian kadar karbon spesimen tanpa *treatment* dan setelah *treatment* adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Pengujian Kadar Karbon Baja SCM 415 Tanpa *Treatment*

No	Spesimen	Hasil Uji Kadar Karobn %
1	S	0.1443

Adapun data hasil pengujian kadar karbon pada Baja SCM 415 setelah dilakukan *treatment* disajikan melalui Tabel 2.

Tabel 2. Data Pengujian Kadar Karbon Baja SCM 415 Dengan *Treatment*

No	<i>Treatment</i>	Suhu Pemanasan	Hasil Uji Kadar Karbon %
1	C ₁	850 °C	0.1866
2	C ₂	900 °C	0.2598
3	C ₃	950 °C	0.3301

Dari Tabel 2 menyatakan bahwa nilai kadar karbon spesimen I = 0.1866 % pada suhu 850°C, nilai kadar karbon spesimen II = 0.2598 % pada suhu 900°C, dan nilai kadar karbon spesimen III = 0.3301 % pada suhu 950°C.

Setelah data pengujian kadar karbon pada spesimen tanpa *treatment* dan setelah *treatment* didapatkan, langkah selanjutnya yaitu menghitung berapa persen peningkatan kadar karbon Baja SCM 415 setelah diberikan *treatment*. Hasil peningkatan kadar karbon Baja SCM 415 setelah *treatment carburizing* disajikan melalui Tabel 3.

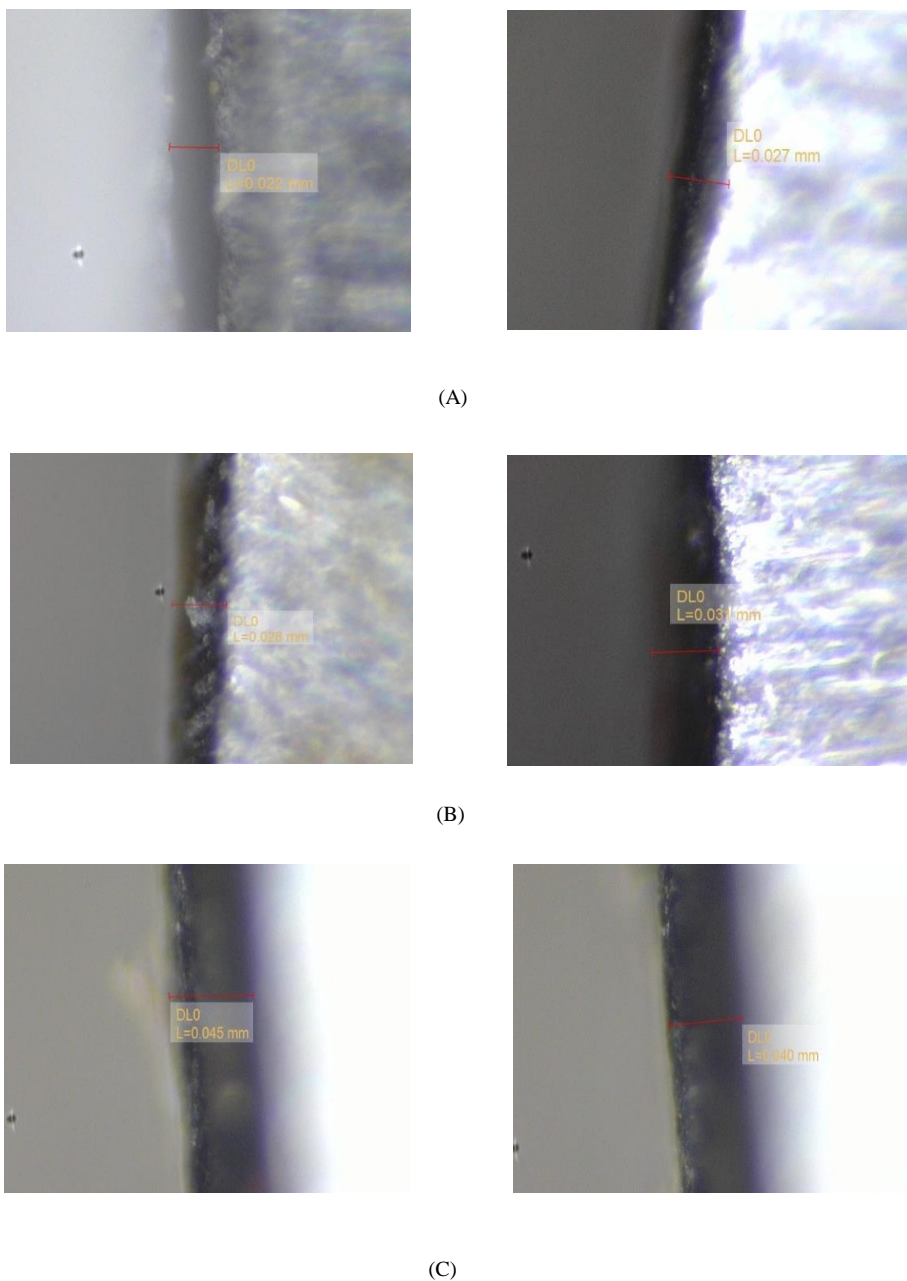
Tabel 3. Data Peningkatan Kadar Karbon Baja SCM 415

No	<i>Treatment</i>	Suhu Pemanasan	Uji Komposisi Spesimen		Presentase Peningkatan Kadar Karbon %
			Tanpa <i>Treatment</i>	Dengan <i>Treatment</i>	
1	C ₁	850 °C	0.1443	0.1866	29% (0.0423)
2	C ₂	900 °C	0.1443	0.2598	80% (0.1155)
3	C ₃	950 °C	0.1443	0.3301	129% (0.1858)

Peningkatan nilai kadar karbon pada Baja SCM 415 setelah *treatment carburizing* seperti yang disajikan pada tabel 3 menyatakan, pada *raw material* tanpa *treatment* memiliki kadar karbon 0.1443%. Pada spesimen I dengan *treatment carburizing* 850 °C meningkat menjadi 0.1866 %, sehingga pada spesimen I presentase peningkatan kadar karbon sebesar 29 %. Pada spesimen II dengan *treatment carburizing* 900 °C meningkat menjadi 0.2598 %, sehingga pada spesimen II presentase peningkatan kadar karbon sebesar 80% dan pada spesimen III dengan *treatment carburizing* 950 °C meningkat menjadi 0.3301 %, maka presentase peningkatan kadar karbon pada spesimen III sebesar 129 %.

Pengujian Ketebalan Karburasi

Hasil yang didapatkan dari pemeriksaan ketebalan karburasi menghasilkan data yang berupa angka ketebalan dari hasil karburasi. Dari angka yang didapat tersebut memiliki nilai yang berbeda-beda antar spesimen dengan perlakuan yang didapatnya berbeda pula. Pengujian dilakukan dengan mengambil gambar dari permukaan baja SCM 415 dengan menggunakan mikroskop. Gambar-gambar dari pemeriksaan setiap spesimen terpampang pada Gambar 2.



Gambar 2. Foto (A) spesimen I, (B) spesimen II, dan (C) spesimen III.

Adapun hasil pengujian ketebalan karburasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Data Pengujian Ketebalan Karburasi Baja SCM 415

No	Treatment	Suhu Pemanasan	Hasil Ketebalan Lapisan Carburizing		Rata-rata (mm)
			Pengujian 1	Pengujian 2	
1	L ₁	850 °C	0.022	0.027	0.0245
2	L ₂	900 °C	0.028	0.031	0.0295
3	L ₃	950 °C	0.045	0.040	0.0425

Dari tabel tersebut diketahui bahwa pada tidak terdapat raw material karena tanpa treatment, hal tersebut tidak diperlukan karena tanpa melalui treatment tidak ada terbentuk lapisan karburasi. Dengan demikian raw material digunakan sebagai pembanding dari hasil pengujian ketebalan karburasi pada masing-masing spesimen yang telah mengalami treatment carburizing.

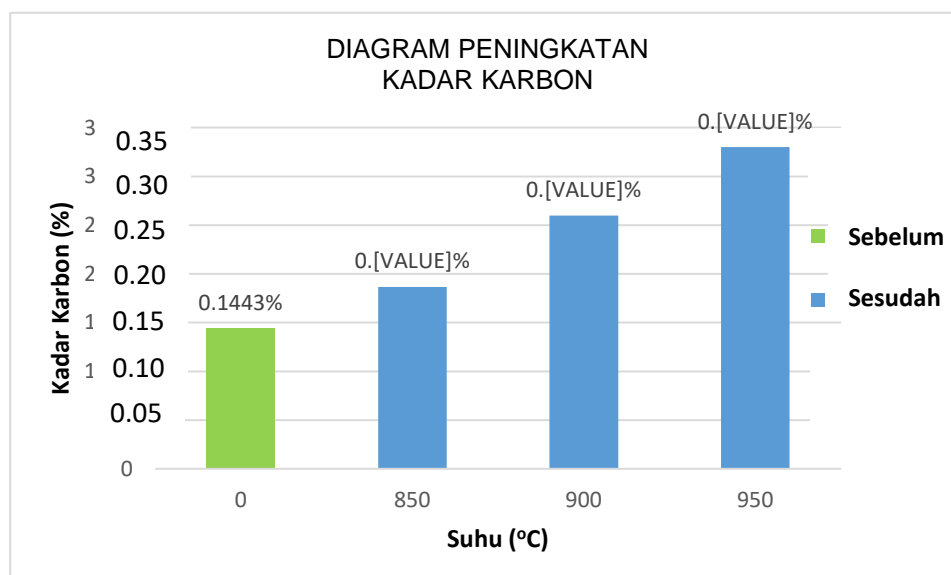
Ketebalan karburasi Baja SCM 415 pada tabel 4 setelah dilakukan treatment diketahui rata-rata hasil lapisan pada setiap spesimen. Pada spesimen I terbentuk lapisan karburasi dengan tebal 0.0245 mm, pada spesimen II terbentuk lapisan karburasi dengan tebal 0.0295 mm, dan pada spesimen III terbentuk lapisan karburasi dengan tebal 0.0425 mm. Hasil analisis ini merupakan hasil rata-rata pemeriksaan yang dilakukan sebanyak 2 kali pada setiap spesimen

PEMBAHASAN

Pembahasan hasil proses *carburizing* untuk mengetahui keefektifan dari penambahan media donor cangkang keong mas terhadap penambahan kadar karbon dan ketebalan karburasi Baja SCM 415. Suhu yang digunakan pada *treatment carburizing* yaitu 850°C, 900°C dan 950°C. Penentuan variasi suhu ini berdasarkan bahwa, *carburizing* pada umumnya dilakukan pada suhu austenite 800°C – 950°C. Pada suhu austenite, akan menghasilkan struktur austenit dimana memiliki kelarutan tinggi terhadap karbon yang nantinya akan berdifusi pada lingkungan karburasi (Sakura dkk, 2017:32). Tujuan dari penggunaan temperatur austenit guna menghasilkan struktur martensit yang berkaraktersistik keras, sehingga ketika proses karburasi harus terjadi struktur austenit yang berkemampuan transformasi menjadi struktur martensit (Dermawan dkk, 2017:8).

Pengaruh Penggunaan Variasi Suhu dan Media Carburizing terhadap Penambahan Kadar Karbon

Untuk mengetahui hasil perbedaan dari kadar karbon dengan menggunakan suhu yang berbeda dan untuk mengetahui penambahan kadar karbon dari masing-masing spesimen dirangkum dalam sebuah grafik yang tertera pada gambar 2.



Gambar 3. Grafik Peningkatan Kadar Karbon Setelah Melalui Treatment.

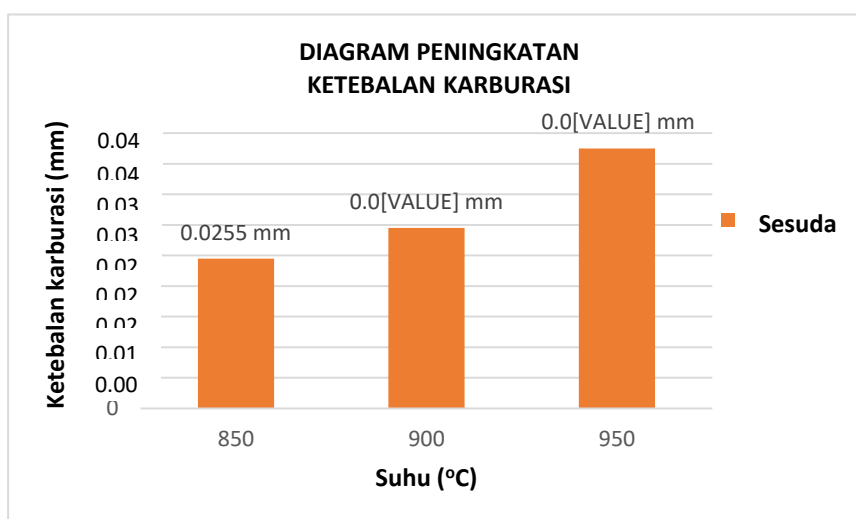
Dapat dilihat dari Gambar 3 spesimen tanpa melalui *treatment* dan spesimen yang mendapatkan *treatment* dengan suhu 850°C, 900°C dan 950°C, secara berurutan didapatkan nilai kadar karbon 0.1443 %, 0.1866 %, 0.2598 %, dan 0.3301 %. Nilai kadar karbon pada spesimen tanpa *treatment* memiliki nilai kadar karbon yang paling rendah. Hal itu disebabkan pada spesimen tersebut tidak terjadinya proses difusi karbon pada permukaan spesimen. Sedangkan nilai kadar karbon paling tinggi didapatkan pada spesimen dengan *treatment* 950°C. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi suhu yang digunakan pada saat proses *treatment* akan mempengaruhi pendifusian karbon aktif pada permukaan spesimen.

Cangkang keong mas sebagai sumber media donor karbon pada baja dibentuk menjadi butiran. Bentuk butiran ini digunakan sebab akan memberi pengaruh dalam perubahannya menjadi gas ketika pemanasan. Sehingga akan mengakibatkan peningkatan kandungan karbon pada permukaan baja sebab pengaruh dari gas yang dihasilkan sebelumnya (Hay & Darmawa, 2016:40). Kandungan karbon yang semakin banyak dan terus bertambah dipermukaan baja, menyebabkan atom karbon berpindah dengan mekanisme dari difusi. Perpindahan atom karbon ini disebabkan adanya kekosongan yang terdapat pada struktur atom. Karena adanya kekosongan, kemudian diisilahkan dengan atom-atom yang berdifusi sebab temperatur yang tinggi (Vlack, 2007). Sehingga hal tersebutlah yang menjadikan kadar karbon meningkat dengan dilakukan *treatment carburizing*.

Cangkang keong mas apabila diaplikasikan pada proses *carburizing* terbukti dapat dijadikan sebagai media donor karbon yang mempengaruhi hasil dari *carburizing* dibanding dengan *carburizing* tanpa adanya media donor. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil penelitian dari Hay & Darmawa (2016:39), dimana telah melakukan penelitian mengenai *carburizing* dengan katalisator cangkang keong mas, dimana didapatkan bahwa penggunaan jumlah katalisator cangkang keong mas (CaCO₃) apabila semakin banyak maka menghasilkan kekerasan dan peningkatan karbon paling tinggi.

Pengaruh Penggunaan Variasi Suhu dan Media Carburizing terhadap Ketebalan Karburasi

Untuk mengetahui hasil perbedaan dari ketebalan karburasi dengan menggunakan suhu yang berbeda dari masing-masing spesimen dirangkum dalam sebuah grafik dibawah ini.



Gambar 4. Grafik Peningkatan Ketebalan Karburasi Setelah Melalui *Treatment*.

Dapat dilihat pada gambar 4 seiring dengan bertambahnya penggunaan suhu dalam *treatment*, nilai dari ketebalan karburasi semakin meningkat. Semakin meningkatnya ketebalan karburasi ini disebabkan karena pada suhu tinggi, aktifitas atom yang berpindah tempat atau berdifusi menuju ke permukaan benda menjadi lebih cepat. Pernyataan tersebut didukung dengan pendapat dari Santoso (2007:20), yang menyatakan apabila suhu karburasi semakin tinggi, maka tebal pula lapisan karburasi karena kecepatan difusi makin tinggi.

Selain suhu tinggi yang akan mempercepat gerak difusi karbon, waktu penahan juga berpengaruh dalam pembentukan ketebalan karburasi. Pernyataan tersebut didukung oleh pendapat Zainur (2014), penerapan temperatur dan waktu lamanya

ketika proses berlangsung menjadi penentu hasil ketebalan lapisan karburasi. Vlack (2007:141), juga menyatakan bahwa semakin besarnya temperatur pemanasan yang diterapkan, maka energi aktivasi pada atom karbon aktif akan tinggi pula yang digunakan untuk melakukan perpindahan dengan difusi menuju lebih dalam pada permukaan baja.

Cangkang keong mas yang mengandung CaCO_3 , digunakan sebagai media donor karbon atau katalisator untuk mempercepat proses difusi karbon saat *carburizing*. Pernyataan tersebut diperkuat dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Bayuseno, dkk, (2018:195) dalam penelitiannya mengenai pack *carburizing* yang dilakukan pada bucket teeth excavator dengan menggunakan media pendingin berupa oli dan energizer yang digunakan berupa cangkang keong terhadap nilai kekerasan, didapatkan bahwa variasi komposisi arang chorcoal dan cangkang kerang menghasilkan ketebalan karburasi yang selalu meningkat diikuti dengan pemberian holding time yang lebih lama.

Hal tersebut juga didukung dengan pernyataan dari Suarsana & Sugita (2008:652), yang menyatakan bahwa tebal lapisan karbon yang terdifusi kedalam permukaan baja tergantung pada waktu, suhu, dan bahan pengkarbonannya (arang aktif). Hartono (2020), dalam pernyataannya juga memberi pendapat bahwa semakin banyak penyerapan karbon yang terjadi pada spesimen, disebabkan karena tingginya karbon dan lamanya waktu penahanan pada saat proses berlangsung.

PENUTUP

Bedasarkan hasil yang didapatkan pada penelitian, maka dapat disimpulkan: (1) Peningkatan kadar karbon pada spesimen yang mengalami *treatment carburizing* menggunakan 850°C sebesar 0.1866 %, pada suhu 900°C sebesar 0.2598 % dan pada suhu 950°C sebesar 0.3301 %, sedangkan nilai kadar karbon pada spesimen yang tanpa mengalami *treatment* sebesar 0.1443 %. Berdasarkan hasil dari ketiga spesimen yang mengalami *treatment* memiliki perbedaan peningkatan kadar karbon seiring dengan penggunaan suhu yang semakin tinggi dan juga penambahan media donor cangkang keong mas dalam proses *carburizing*, (2) peningkatan ketebalan lapisan hasil *carburizing* pada spesimen yang mengalami *treatment* pada suhu 850°C sebesar 0.0245 mm, pada suhu 900°C sebesar 0.0295 mm, dan pada suhu 950°C sebesar 0.0425 mm. Dari hasil ketiga spesimen tersebut mengalami perbedaan peningkatan ketebalan lapisan *carburizing* seiring dengan penggunaan suhu semakin tinggi dan penambahan media donor cangkang keong mas pada proses *carburizing*, (3) berdasarkan hasil pemeriksaan kadar karbon, presentase peningkatan kadar karbon pada permukaan baja SCM 415 yang mengalami *treatment* dengan media donor cangkang keong mas sebesar 29% pada suhu 850°C , 80% pada suhu 900°C dan 129% pada suhu 950°C , (4) proses *Pack Carburizing* dengan tambahan media donor cangkang keong mas berpengaruh terhadap peningkatan kadar karbon dan ketebalan lapisan karburasi dimana juga harus diikuti dengan penggunaan suhu pengkarburasian yang semakin tinggi pula.

Kepada praktisi logam, hasil dari penelitian ini dapat dipertimbangkan pemanfaatannya dalam aplikasi *carburizing*. Dimana pada umumnya bahan tambah atau katalisator karburiser menggunakan serbuk BaCO_3 , dapat digantikan dengan limbah dari cangkang keong mas yang mengandung CaCO_3 . Sehingga disamping digunakan pada *carburizing*,

Bagi para peneliti yang mendalami *carburizing*, terdapat beberapa poin-poin yang dapat dipertimbangkan untuk mengembangkan ataupun dijadikan referensi dari hasil penelitian ini, diantaranya yaitu: (1) Perlu dilakukan kembali penelitian dengan variasi suhu yang lebih banyak ataupun lebih tinggi dari 950°C . Dimana bertujuan agar diketahui peningkatan kadar karbon dan hasil lapisan *carburizing* yang lebih maksimal setelah proses *treatment*, (2) perlu dilakukan penelitian kembali dengan waktu penahanan yang lebih lama dari 1 jam, seperti 2 jam, 3 jam, 4 jam, atau lebih lama lagi. Jika ingin menerapkan penggunaan waktu tahan yang lebih lama, juga dianjurkan dengan penggunaan suhu yang tinggi pula. Agar pendifusian dari karbon aktif lebih maksimal dan menghasilkan peningkatan kadar karbon serta tebal karburasi yang tinggi, (3) perlu adanya penelitian kembali dengan variasi perbandingan komposisi antara arang kayu dengan cangkang keong mas selain 80%:20%. Bisa menggunakan perbandingan 60%:40%, 70%:30%, dsb. Agar didapatkan perbandingan komposisi yang akan menghasilkan yang paling baik dalam peningkatan kadar karbon dan ketebalan karburasi.

DAFTAR RUJUKAN

- Anggraini, L & Saputra, B.S. 2019. *Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Sambungan Las Gesek Baja SCM415H Untuk Aplikasi Poros Roda Belakang Mobil*. Rekayasa Mesin. 10 (2). eISSN 2477-6041. Universitas Presiden Teknik Mesin.
- 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. 2 (4). Hal. 195-201. Semarang: Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Dermawan, A. dkk. 2017. *Baja Pengaruh Temperatur Carburizing Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Sifat – Sifat Mekanis Baja S 21 C*. 14 (1):7-14. Tegal: Universitas Pancasakti.
- Hartono. B. 2020. *Karburasi Baja Karbon Rendah* [artikel]. Widyaiswara Progli Teknik Mesin. Malang: PPPPTK BOE Malang

- Hay, A. & Darmawa, A. 2016. *Katalisator Cangkang Keong Mas Terhadap Sifat Mekanik Baja ST42 Melalui Proses Kaburasi*. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*. 9 (1). ISSN: 2302-5255. Makassar: Jurusan Jurusan Teknik Mesin Universitas Hasanuddin.
- Irwan, Y. 2012. *Meningkatkan Kekerasan Permukaan Sparepart Lokal Kendaraan Dengan Cara Karburasi Cair*. Daring (<http://lib.itenas.ac.id/kti/?p=1328>). Bandung: Institut Teknologi Nasional
- Izahyanti dkk. 2013. *Analisa Struktur Mikro Baja Karbon JIS SCM 415 Pada Proses Pack Carburizing Menggunakan Media Arang Aktif Tempurung Kelapa*. *Jurnal Fisika*. 2 (1), 01 -18. Surabaya: Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya.
- Nopriansyah, E. dkk. 2016. *Pembuatan Serbuk Cangkang Keong Mas (*Pomacea canaliculata L.*) serta Aplikasinya sebagai Penjernih Air Sungai dan Pengikat Logam Berat Kadmium*. 5 (1): 1-10. Indralaya, Ogan Ilir: Universitas Sriwijaya.
- Oyetunji. A. and Adeosun. S.O. 2012. *Effects of Carburizing Process Variables on Mechanical and Chemical Properties of Carburized Mild Steel*. *Journal of Basic & Applied Sciences*. 8, 319-324. ISSN: 1814-8085. Department of Metallurgical and Materials Engineering University of Lagos, Akoka Lagos Nigeria.
- Pancawati, L. 2016. *Preparasi Dan Karakterisasi Limbah Biomaterial Cangkang Keong Mas (*pomacea canaliculata lamarck*) Dari Daerah Peringsewu Sebagai Bahan Dasar Biokeramik*. Bandar Lampung: Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam Universitas lampung.
- Sakura, R. R. dkk. 2017. *Pengaruh Variasi Karbon Aktif dan Waktu Tahan Terhadap Kekerasan Material JIS G-3123 Menggunakan Metode Pack Carburizing*. *REM (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 2(1), 31-35. ISSN 2528-3723. Surabaya: Teknik Mesin Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Santoso, B.H. 2007. *Pengaruh Waktu Karburising Dengan Quenching Media Air Terhadap Kekerasan Sproket Sepeda Motor*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma.
- Saputra dkk. 2018. *Populasi dan Distribusi Keong Mas (*Pomacea canaliculata L.*) sebagai Sumber Pakan Ternak pada Ekosistem Persawahan di Kota Bengkulu*. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 13 (2). E-ISSN 2528-7109. Bengkulu: Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu.
- SIJ Metal Ravne. 2019. *Metal Ravne Catalogue*.
- Suarsana & Sugita. 2009. *Pengaruh Variasi Sumber Karbon pada Proses Pack Carburizing Terhadap Distribusi Nilai Kekerasan Baja KRUPP 1191*. SNTTM VIII. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Vlack, Lowerence H. Van. 2007. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Ed. ketujuh. Terjemahan oleh Sriati Djaprie 1986. Jakarta: Erlangga.
- Zainur, A. 2014. *Analisis Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja St42 Dengan Perlakuan Pack Carburizing Yang mengalami Quenching Dan Pengkorosan Oleh HCl 3M*. Malang: Teknik Mesin Universitas Negeri Malang.