

HOLDING TIME EFFECT OF THE CARBURIZING PROCESS ON FREIGHT TRUCK IMITATION NOZZLE AGAINST CORROSION RATE

(Pengaruh Waktu Tahan Proses Karburisasi Pada Nosel Imitasi
Truk Barang Terhadap Laju Korosi)

Sigit Gunawan^{1*}

ABSTRACT

One of the important components in the diesel engine fuel system is the nozzle. The material for making the nozzle must have a fairly high corrosion resistance. This study aims to determine the effect of the holding time of the imitation truck carburizing nozzle carburizing process on the corrosion rate. The research variable is the carburization holding time. Variation of holding time 90, 120, 150, 180 and 210 minutes. The method used in this study is an experiment through laboratory testing using the carburization process. The carburization process was carried out using coconut shell charcoal carburized media and added barium carbonate. The nozzle is then made into a specimen for hardness test, corrosion test and microstructure test. Specimens were made in two conditions, namely raw material conditions and conditions with carburization treatment. The carburizing process was carried out by heating the test specimens in a clay box filled with a mixture of carburizing media and barium carbonate ($BaCO_3$) at $900^\circ C$ with various holding times of 90, 120, 150, 180 and 210 minutes, then the specimens were quenched by dipping into the cooling medium in the form of oil to room temperature. The next stage is testing hardness, corrosion and microstructure. The results showed that the increase in holding time caused the hardness to increase and the corrosion rate tended to decrease. The highest average hardness is 975.4 VHN at holding time 210 minutes, and the lowest corrosion rate is 1.6328 mm/year at holding time 210 minutes. As the holding time of the carburizing process increased, the C content increased, thus stimulating the formation of martensite and chromium carbides.

Keywords: Carburizing, Holding Time, Corrosion, Hardness

PENDAHULUAN

Mesin diesel termasuk mesin pembakaran dalam, untuk menyalakan bahan bakar diesel yang

¹ Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author:
gunruscit@gmail.com

disuntikkan ke dalam silinder, udara dikompres ke suhu yang cukup tinggi, hasil pembakaran dan pemancaran menggerakkan piston yang mengubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi mekanik. Mesin diesel telah mengalami perkembangan yang sangat pesat sejak pertama kali diperkenalkan terutama yang berhubungan dengan tingkat konsumsi bahan bakar, komponen mekanis dan efisiensi struktur, hingga penggunaan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Kegagalan komponen mesin kenyataannya disebabkan oleh kerusakan pada permukaan berupa korosi, keausan maupun retak. Korosi adalah kerusakan pada material yang disebabkan oleh adanya kontak yang terjadi antara material dengan lingkungan (Fontana, 1987). Korosi menyebabkan fungsi permesinan menurun dan umur pemakaian komponen mesin menjadi lebih pendek. Hal ini mengakibatkan biaya perawatan menjadi meningkat.

Salah satu komponen yang memiliki peran sangat penting bagi mobil bermesin diesel adalah nosel. Sebagaimana fungsinya, alat ini berkaitan dengan suplai bahan bakar menuju ruang pembakaran di dalam mesin. Udara dari luar yang dikompresikan sampai tekanan tertentu, kemudian bahan bakar disemprotkan dalam udara yang bertekanan dan kecepatan tinggi sehingga langsung terjadi pembakaran. Material untuk membuat nosel harus mempunyai ketahanan korosi yang cukup tinggi. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk meningkatkan sifat-sifat permukaan adalah dengan menerapkan proses karburisasi.

Karburisasi adalah proses pemberian atau penambahan kandungan karbon yang lebih banyak pada bagian permukaan dibanding dengan dinding bagian dalam, sehingga kekerasan permukaannya lebih meningkat. Sedangkan pada bagian dalamnya diharapkan masih memiliki keliatan atau keuletan (Palallo, 1995).

Parmita, dkk (2021), telah melakukan penelitian tentang analisis pengaruh variasi temperatur *pack carburizing* laju korosi material baja karbon ASTM A36, diperoleh kesimpulan bahwa proses *pack carburizing* berpengaruh terhadap laju korosi dari baja ASTM A36 dengan ditunjukkan oleh penurunan laju korosi yang terjadi, sementara variasi temperatur pada proses *pack carburizing* terhadap laju korosi dari baja ASTM A36 tidak berpengaruh secara signifikan. Suarsana, dkk (2021), telah meneliti tentang efek perlakuan *pack carburizing* dan media korosif pada baja AISI 1045 terhadap laju korosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baja yang mendapat perlakuan *pack carburizing* pada suhu 950°C diperoleh laju korosi lebih rendah daripada perlakuan *pack carburizing* pada suhu 750°C. Sedangkan untuk media korosif udara diperoleh laju korosi lebih rendah dibandingkan dengan media korosif air laut.

Saputro, dkk (2019) telah meneliti mengenai analisis pengaruh *holding time* terhadap kekerasan baja AISI 4140 dengan metode *pack carburizing* dengan media arang bambu. Hasil penelitian

menginformasikan bahwa kekerasan meningkat seiring dengan bertambahnya *holding time*, nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada *holding time* 120 menit. Dwiyati, dkk (2019) telah melakukan penelitian tentang pengaruh variasi *holding time* dan media *quenching* terhadap nilai kekerasan baja dengan kadar karbon 0,192 wt % dan diperoleh hasil bahwa semakin lama *holding time* maka kekerasan semakin naik.

Rasid, dkk (2018) telah meneliti tentang pengaruh proses *pack carburizing* menggunakan media batu bara terhadap kekerasan pisau kuduk dan diperoleh hasil bahwa proses *pack carburizing* dengan suhu 900°C dengan variasi *holding time* 90, 120, dan 150 menit diikuti dengan media *quenching* oli bekas dapat meningkatkan kekerasan permukaan pisau kuduk yang berbahan baja karbon sedang.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh waktu tahan proses karburisasi nosel imitasi truk barang terhadap laju korosi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi bagi industri terkait laju korosi bahan sebagai fungsi waktu tahan karburisasi.

METODE

Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah nosel imitasi truk barang. Material ini sebelumnya dilakukan uji komposisi kimia menggunakan mesin spectrometer.

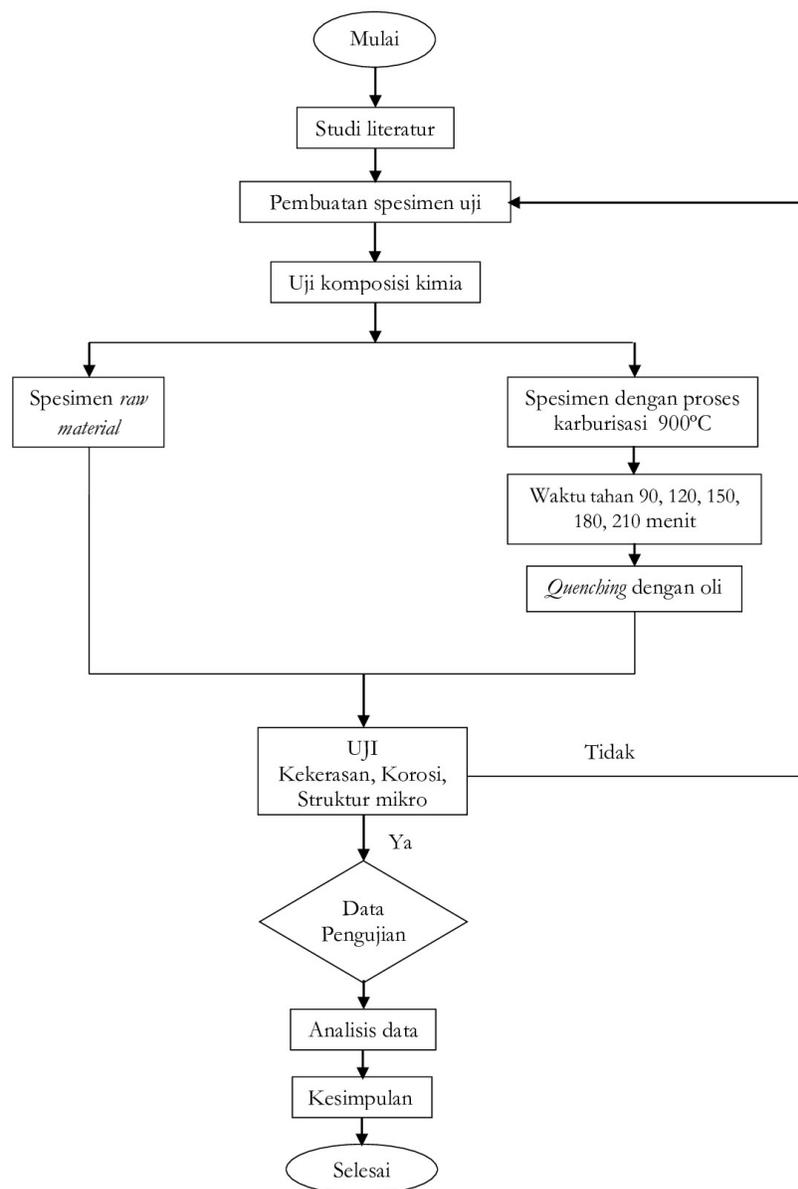
Alat Penelitian

1. Dapur pemanas merk Nabertherm tipe L3/12/C6.
2. Mesin uji kekerasan micro vickers merk micromet.
3. Mikroskop optik model PME3-313UN, merk Olympus.
4. Ultrasonic bath merk Algeos tipe U300, kapasitas maksimal 2,5 liter.
5. Kotak karburisasi
6. Timbangan digital merk Balance tipe GM-300 P
7. Chamber uji korosi.
8. Gelas ukur 10 dan 25 ml.
9. Alat pemotong logam.
10. Kertas amplas, autosol, H₂SO₄ dan larutan etsa.

Pelaksanaan Penelitian

Diagram alir penelitian sebagai tahap kegiatan ditunjukkan pada Gambar 1. Langkah pertama yang dilakukan adalah pembuatan spesimen untuk uji komposisi kimia, uji kekerasan, uji korosi dan uji

struktur mikro. Spesimen uji kekerasan dan struktur mikro mempunyai ukuran diameter 14 mm dengan ketebalan 3 mm. Spesimen uji korosi mempunyai ukuran diameter 7 mm dengan ketebalan 5 mm. Spesimen uji kekerasan, uji korosi dan uji struktur mikro dibuat dalam dua kondisi yaitu kondisi *raw material* dan kondisi dengan perlakuan karburisasi. Media karburisasi menggunakan arang tempurung kelapa dan *energizer* barium karbonat.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Proses karburisasi dilakukan dengan memanaskan spesimen di dalam kotak tanah liat yang telah diisi campuran media karburisasi dan barium karbonat (BaCO_3) pada suhu 900°C dengan variasi waktu tahan 90, 120, 150, 180 dan 210 menit, selanjutnya spesimen diberi perlakuan *quenching* dengan cara mencelupkan ke dalam media pendingin berupa oli sampai suhu kamar.

Pengujian komposisi kimia menggunakan mesin spectrometer. Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode kekerasan micro vickers dengan beban indentasi 200 gr. Penetrator piramid intan ditekankan kepermukaan yang akan diukur kemudian dicari panjang diagonal rata-ratanya. Sebelumnya permukaan spesimen dihaluskan dengan kertas amplas nomor 120, 200, 400, 600 dan 1000. Selanjutnya dilakukan lagi penghalusan menggunakan autosol sampai bekas goresan-goresan hilang.

Pengujian korosi menggunakan metode kehilangan berat yaitu benda uji sebelum dan sesudah dilakukan pengujian ditimbang untuk mengetahui selisih beratnya. Waktu pengkorosi yang digunakan adalah 100 jam.

Struktur mikro diamati dengan mikroskop optik perbesaran 200 kali. Sebelumnya permukaan spesimen dihaluskan dengan amplas nomor 120, 200, 400, 600 dan 1000. Setelah permukaan halus, dilakukan lagi penghalusan menggunakan autosol sampai permukaan menjadi mengkilat, kemudian dietsa dengan larutan etsa ($\text{HNO}_3 + \text{Etanol}$).

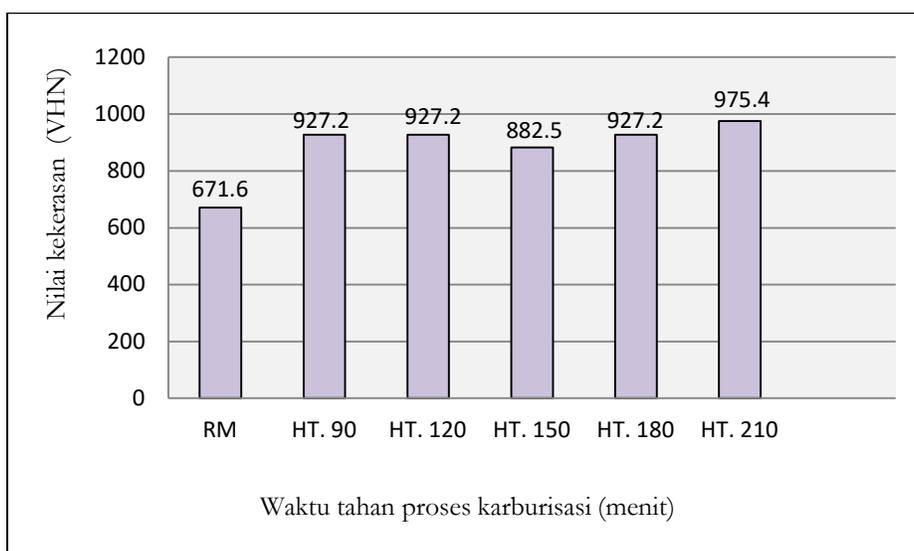
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian komposisi kimia menggunakan alat uji spectrometer dimaksudkan untuk mengetahui unsur yang terkandung dalam material uji. Hasil pengujian komposisi kimia ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil pengujian komposisi kimia menunjukkan bahwa kandungan unsur dalam nosel imitasi truk barang adalah 0,206% C, 1,982% Ni, 0,203% Si, 1,849% Cr, 0,542% Mn. Kandungan Ni dan Mn akan menurunkan suhu kritis. Unsur Ni akan menambah keuletan, sedangkan unsur Cr akan meningkatkan ketahanan korosi, menambah mampu keras dan meningkatkan ketahanan terhadap suhu tinggi. Unsur yang lain jumlahnya sangat kecil sehingga tidak berpengaruh secara signifikan terhadap sifat material uji.

Tabel 1. Hasil pengujian komposisi kimia

Unsur	Fe	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
Komposisi (%)	94,848	0,206	0,203	0,542	0,019	0,027	1,982	1,849

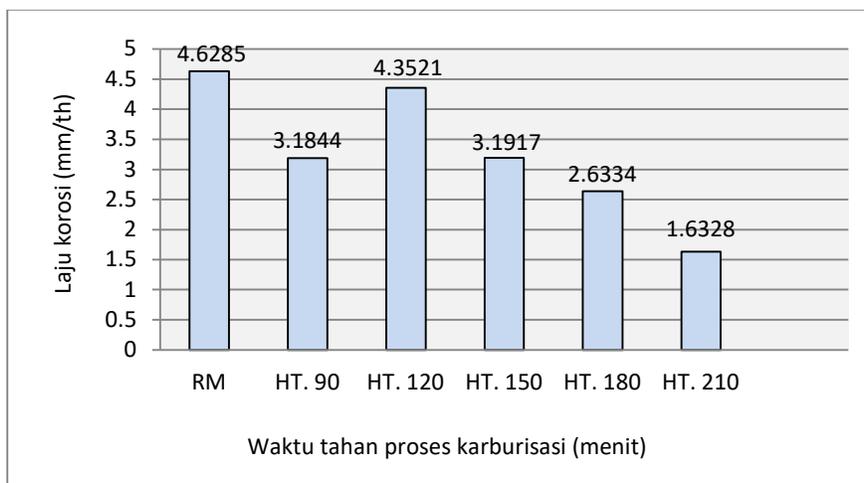
Pengujian kekerasan menggunakan metode kekerasan micro vickers dengan beban indentasi 200 gr. Penetrator piramid intan ditekankan ke permukaan yang akan diukur kemudian dicari panjang diagonal rata-ratanya. Hubungan antara waktu tahan proses karburisasi dan nilai kekerasan ditunjukkan pada Grafik 1.



Grafik 1. Hubungan antara waktu tahan proses karburisasi dan nilai kekerasan

Grafik 1 menunjukkan bahwa secara umum semakin lama waktu tahan proses karburisasi menyebabkan kekerasan permukaan bahan semakin meningkat, karena semakin banyak martensit dan karbida chrom yang terbentuk. Perlakuan karburisasi dengan waktu tahan 150 menit menyebabkan kekerasan menurun. Penurunan kekerasan ini kemungkinan disebabkan karena struktur martensit yang terbentuk hanya sedikit. Nilai kekerasan rata-rata terendah diperoleh pada spesimen *raw material*, yaitu 671,6 VHN dan nilai kekerasan rata-rata tertinggi diperoleh pada spesimen yang mendapat perlakuan karburisasi dengan waktu tahan 210 menit, yaitu 975,4 VHN. Hal ini disebabkan karena terbentuknya struktur martensit dan karbida chrom yang cukup mendominasi dan merata di permukaan bahan yang menyebabkan benda uji menjadi lebih keras.

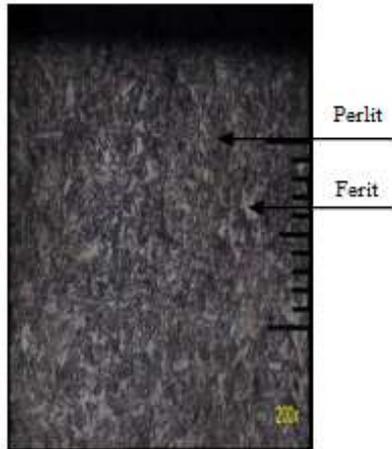
Pengujian korosi menggunakan metode kehilangan berat yaitu benda uji sebelum dan sesudah dilakukan pengujian ditimbang untuk mengetahui selisih beratnya. Media larutan yang digunakan H_2SO_4 dengan kadar 5% dan lama perendaman 100 jam. Dari hasil uji korosi dapat dibuat hubungan antara waktu tahan proses karburisasi dan laju korosi. Adapun hubungan tersebut dapat dilihat pada Grafik 2.



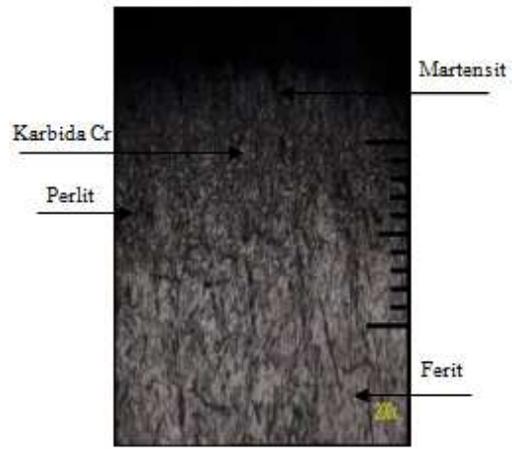
Grafik 2. Hubungan antara waktu tahan proses karburisasi dan laju korosi

Grafik 2 memperlihatkan bahwa laju korosi terendah adalah 1,6328 mm/tahun diperoleh pada waktu tahan 210 menit. Ketahanan korosi terendah adalah 4,6285 mm/tahun diperoleh pada spesimen *raw material*. Pada perlakuan karburisasi dengan waktu tahan 120 menit terjadi kenaikan laju korosi yang kemungkinan disebabkan oleh penyerapan karbon kurang maksimal, sehingga pembentukan karbida di permukaan tidak berjalan dengan sempurna. Proses karburisasi dapat menurunkan laju korosi bahan asal dari 4,6285 mm/tahun menjadi 1,6328 mm/tahun. Laju korosi cenderung menurun seiring dengan peningkatan waktu tahan proses karburisasi. Hal ini disebabkan karena terbentuknya karbida chrom pada permukaan benda uji.

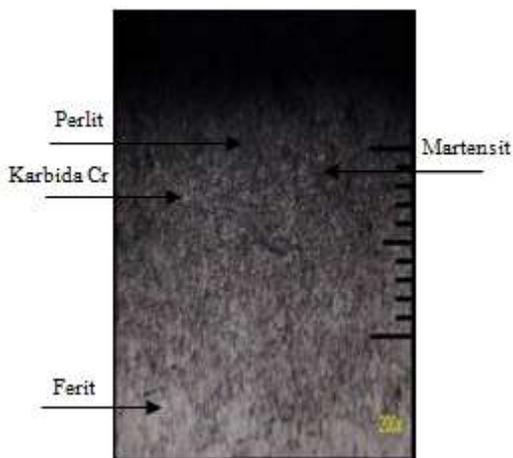
Pengujian Struktur mikro dilakukan menggunakan mikroskop optik perbesaran 200 kali. Spesimen uji terdiri atas spesimen *raw material* dan spesimen dengan proses karburisasi dengan variasi waktu tahan 90, 120, 150, 180 dan 210 menit. Hasil pengujian struktur mikro diperlihatkan pada Gambar 2.



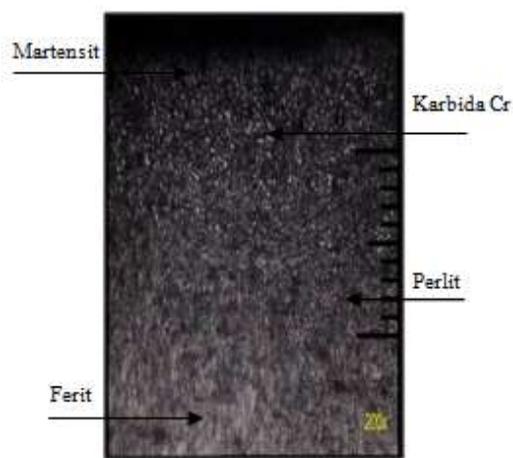
a). Raw material



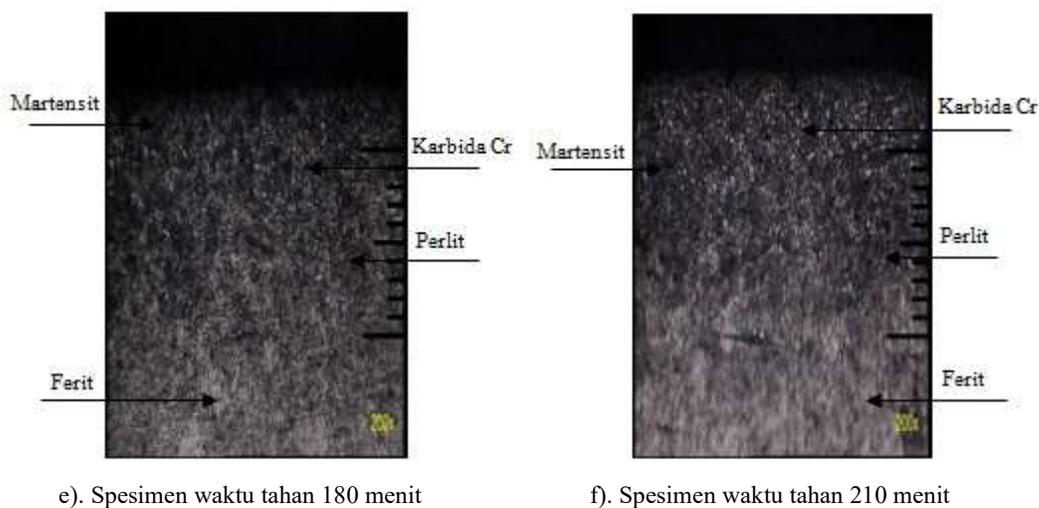
b). Spesimen waktu tahan 90 menit



c). Spesimen waktu tahan. 120 menit



d). Spesimen waktu tahan 150 menit



Gambar 2. Hasil pengujian struktur mikro

Hasil pengujian struktur mikro menginformasikan bahwa struktur mikro *raw material* adalah ferit dan perlit. Struktur ferit berwarna putih keabu-abuan dan perlit berwarna lebih kehitaman. Spesimen yang mendapat perlakuan karburisasi dengan waktu tahan 90 menit terlihat masuknya unsur C dan membentuk martensit. Struktur mikronya adalah martensit, ferit, perlit dan sedikit karbida chrom. Nilai kekerasannya meningkat, karena terbentuknya struktur martensit. Spesimen yang mendapat perlakuan karburisasi waktu tahan 120 menit menghasilkan struktur mikro yang sama dengan spesimen waktu tahan 90 menit. Foto mikro waktu tahan 150 menit memperlihatkan struktur mikro martensit, ferit, perlit dan karbida chrom mulai terlihat dominan. Perlakuan karburisasi dengan waktu tahan 180 menghasilkan struktur mikro martensit, ferit, perlit dengan karbida chrom cukup banyak dan terlihat penetrasi unsur C semakin dalam. Struktur mikro waktu tahan 210 menit terlihat unsur C semakin banyak dan penetrasinya semakin dalam disertai bentuk butiran halus. Struktur mikro yang dihasilkan adalah martensit, ferit, perlit dan didominasi oleh karbida chrom secara merata pada permukaan spesimen. Hal ini menyebabkan ketahanan korosi dan kekerasan cenderung naik.

KESIMPULAN

Semakin lama waktu tahan proses karburisasi menyebabkan kekerasan semakin meningkat. Kekerasan *raw material* adalah 671,6 VHN. Setelah mendapat perlakuan karburisasi nilai kekerasan rata-rata tertinggi diperoleh pada waktu tahan 210 menit, yaitu 975,4 VHN. Laju korosi terendah yaitu 1,6328 mm/tahun diperoleh pada waktu tahan 210 menit. Laju korosi cenderung menurun bila waktu tahan proses karburisasi meningkat. Struktur mikro *raw material* adalah ferit dan perlit. Setelah diberi

perlakuan karburisasi struktur mikro yang terbentuk adalah martensit, ferit, perlit dan karbida chrom. Kenaikan waktu tahan proses karburisasi kandungan C meningkat sehingga merangsang terbentuknya struktur martensit dan karbida chrom.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwiyati, S.T., Muhammad, B. P. H., & Ferry, B. S. (2019). Pengaruh Variasi Holding Time dan Media Quenching Terhadap Nilai Kekerasan Baja Dengan Kadar Karbon 0,192 wt %. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, UNJ, Edisi Terbit I, pp. 37-43.
- Fontana, G. M. (1987). *Corrosion Engineering*, 3th Ed. McGraw Hill Inc, Singapore.
- Palallo, F. (1995). *Perlakuan Panas Logam*, PPPG Teknologi Bandung.
- Parmita, dkk. (2021). Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Proses Pack Carburizing Terhadap Korosi Material Baja Karbon ASTM A36. *SPECTA Journal of Technology*, Vol. 5, No. 10, pp. 186-195.
- Rasid, M., Zainuddin, & Muhammad, G. R. K. (2018). Pengaruh Proses Pack Carburizing Menggunakan Media Batubara Terhadap Kekerasan Pisau Kuduk Khas Daerah Kedung Agung Lahat. *Jurnal Austenit*, Vol. 10, No. 2, pp. 88-93.
- Saputro, D., Gery, S., & Supriyanto, W. (2019). Analisis Pengaruh Waktu Tahan Terhadap Kekerasan Baja AISI 4140 Dengan Metode Karburizing. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Universitas Islam 45 Bekasi*, Vol. 7, No. 1, pp. 48-54.
- Suarsana, I. K., dkk. (2021). Efek Perlakuan Pack Carburizing dan Media Korosif Pada Baja AISI 1045 Terhadap Laju Korosi. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, Vol. 14, No. 2, pp. 37-43.