ISSN 2828-5174
Ring Mechanical Engineering (RING ME)
Vol. 4 | No. 1 | Juni | Hal. 56-61

PENINGKATAN KETAHANAN AUS BAJA KARBON RENDAH MELALUI VARIASI SUHU *CARBURIZING*

Dewi Izzatus Tsamroh[1*)], Cepi Yazirin[2], Agus Dwi Putra[3]
[1*)]Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Malang, Indonesia
[2]Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang, Indonesia
[3]Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Raden Rahmat Malang, Indonesia
[*)]Corresponding author: dewiizza07@gmail.com

ABSTRACT

The automotive industry is one of the industries that is currently developing in Indonesia. Research has been carried out on materials used in the automotive industry, one of which is improving the mechanical properties of low carbon steel which is widely used as sprocket material. Sprockets are parts of a motorbike that require surface hardness and ductility at the core. So carburizing treatment is the right treatment to increase the wear resistance of low carbon steel. The material used in this research is ST 37. This research aims to increase the surface hardness of ST 37 by varying the carburizing temperature, where the temperatures used are 850℃ and 900℃ with a holding time of 3 hours. Wear resistance testing uses the weight loss method by comparing the ST 37 sprocket with sprockets sold on the market. The highest wear resistance was obtained on sprockets with carburizing treatment at a temperature of 900℃ with test results of 1.65 x 10-2 mm3/hour.

Keywords: *Low carbon steel, Carburizing, Wear resistance, Sprocket*

ABSTRAK

Industri otomotif merupakan salah satu industri yang tengah berkembang di Indonesia. Penelitian terhadap material yang digunakan pada indutstri otomotif banyak dilakukan, salah satu diantaranya adalah peningkatan sifat mekanik baja karbon rendah yang banyak digunakan sebagai material sprocket. Sprocket merupakan bagian dari sepeda motor yang membutuhkan kekerasan permukaan dan keuletan pada inti. Sehingga perlakuan carburizing merupakan perlakuan yang tepat untuk meningkatkan ketahanan keausan dari baja karbon rendah. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah ST 37. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kekerasan permukaan ST 37 melalui variasi suhu carburizing, dimana suhu yang digunakan adalah 850℃ dan 900℃ dengan waktu penahanan selama 3 jam. Pengujian ketahanan keausan menggunakan metode weight loss dengan membandingkan sprocket ST 37 dengan sprocket yang dijual di pasaran. Ketahanan aus tertinggi didapatkan pada sprocket dengan perlakuan carburizing pada suhu 900℃ dengan hasil pengujian 1,65 x 10^{-2} mm^3/jam.

Kata Kunci*:* Baja Karbon Rendah, Carburizing, Ketahanan Aus, Sprocket

PENDAHULUAN

Sekarang, transportasi telah mengalami pertumbuhan pesat, dengan peningkatan jumlah kendaraan yang diproduksi dan diperdagangkan [1]. Salah satu bagian penting dari kendaraan

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi
Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

adalah sproket, terutama dalam sepeda motor. Sproket bertanggung jawab dalam mentransmisikan tenaga dari mesin ke roda belakang melalui rantai. Kualitas sproket sangat penting, karena produk ini sering membutuhkan kekerasan tinggi dan ketahanan aus untuk memastikan kinerja yang baik [2].

Kerusakan umum yang sering dialami oleh sproket sepeda motor adalah keausan. Keausan sproket ini terjadi karena gesekan yang terus menerus saat sproket menanggung beban berat dan terus bergesekan dengan rantai. Hal ini menghasilkan getaran dan guncangan yang berkelanjutan, sehingga sproket harus memiliki ketahanan yang baik terhadap keausan agar bisa bertahan lama. Penting untuk mengetahui tingkat keausan sproket agar dapat mencegah kerusakan tersebut. Selain itu, sproket juga harus mampu menahan gaya dari rantai dengan maksimal, sehingga harus mampu menanggung beban yang ditimbulkannya [3].

Material yang umumnya digunakan untuk membuat sproket adalah baja karbon rendah, yang kemudian diolah melalui perlakuan panas, baik secara keseluruhan maupun hanya pada permukaannya. Baja karbon rendah memiliki tingkat keuletan yang tinggi, dan dengan perlakuan panas seperti karburasi, permukaannya dapat memiliki kekerasan yang tinggi sementara bagian dalamnya tetap mempertahankan keuletan, sehingga dapat tahan terhadap keausan tanpa mudah patah. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan sifat-sifat dasar material agar sesuai dengan kebutuhan sebagai suku cadang kendaraan motor. Karena sproket mengalami gesekan yang tinggi terutama pada giginya, namun juga harus kuat menahan beban dari poros dan roda [4].

Keausan adalah proses di mana material hilang dari permukaan atau dipindahkan ke bagian atau bahan lain karena pergerakan relatif antar permukaan. Hal ini mengakibatkan hilangnya material dari permukaan yang berinteraksi, yang dipicu oleh pergerakan relatif di antara mereka. Berbagai faktor menyebabkan keausan pada material ini, termasuk mekanisme yang bervariasi dan dipengaruhi oleh berbagai parameter seperti jenis bahan, lingkungan, kondisi operasional, dan geometri permukaan [5]. Sifat mekanik dari sebuah material dapat ditingkatkan melalui berbagai jenis perlakuan, di antaranya adalah perlakuan panas. Dalam proses manufaktur, perlakuan panas biasanya dilakukan setelah benda kerja melewati serangkaian proses pemesinan. Proses perlakuan panas bertujuan untuk menentukan sifat akhir dan karakteristik dari benda kerja. Ini melibatkan pemanasan material ke suhu tertentu, diikuti dengan pendinginan dalam medium tertentu dengan durasi tertentu. Proses ini bertujuan untuk mengubah sifat-sifat material sesuai dengan fungsi dan kegunaannya tanpa mengubah bentuk atau dimensi dari benda kerja tersebut. Perlakuan panas dapat digunakan untuk memperbaiki sifat material yang mungkin terpengaruh akibat proses manufaktur sebelumnya, seperti annealing, normalizing, stress relieving, hardening/quenching, dan sebagainya [6].

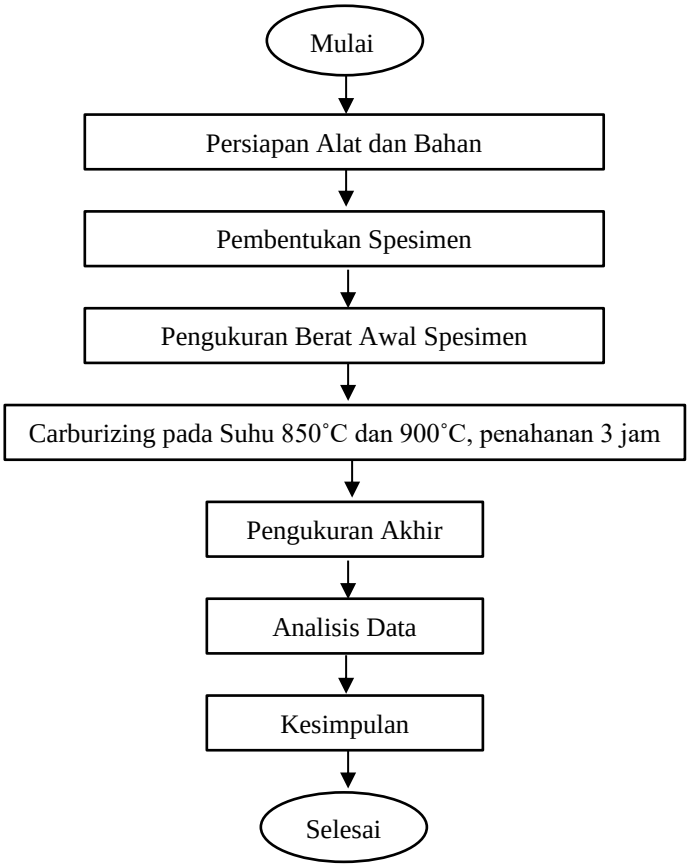
Kebanyakan perlakuan panas melibatkan pendinginan perlahan atau perpanjangan waktu pada saat suhu naik, dengan tujuan mencapai keseimbangan struktural sesuai dengan diagram keseimbangan fasa. Parameter-parameter yang memengaruhi proses perlakuan panas meliputi suhu pemanasan, durasi perendaman, dan media pendinginan. Namun, dalam penelitian ini, fokusnya adalah pada perlakuan panas permukaan yang diikuti dengan pendinginan cepat [7]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan ketahanan aus pada baja karbon rendah melalui proses karburasi dengan variasi suhu. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan aus pada baja karbon rendah melalui proses karburasi dengan variasi suhu. Dengan mengetahui pengaruh variasi suhu terhadap sifat material, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi efektif dalam mengatasi keausan pada *sproket* sepeda motor.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen berskala laboratorium. Pada penelitian ini, spesimen mendapatkan perlakuan panas yaitu carburizing dengan menggunakan

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi
Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

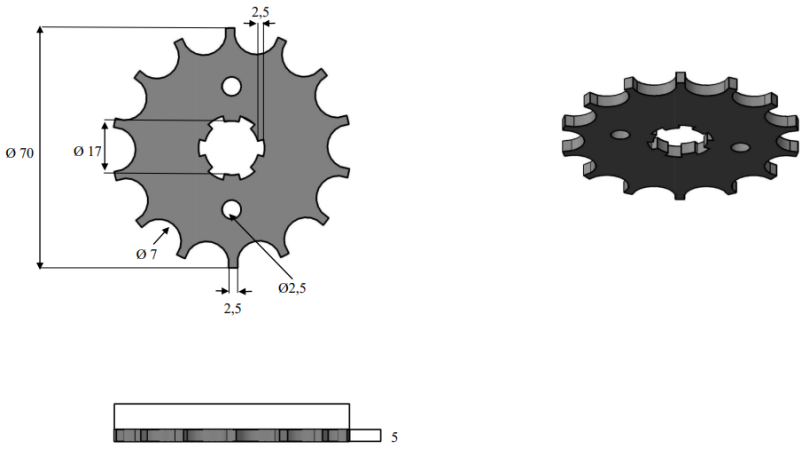
karbon aktif pada arang. Perlakuan panas pada spesimen dilakukan setelah melalui beberapa tahap, yaitu persiapan material dan persiapan alat. Berikut disajikan diagram alir penelitian untuk menunjukkan langkah-langkah penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Persiapan Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah (ST 37). Material dibentuk menjadi sprocket.



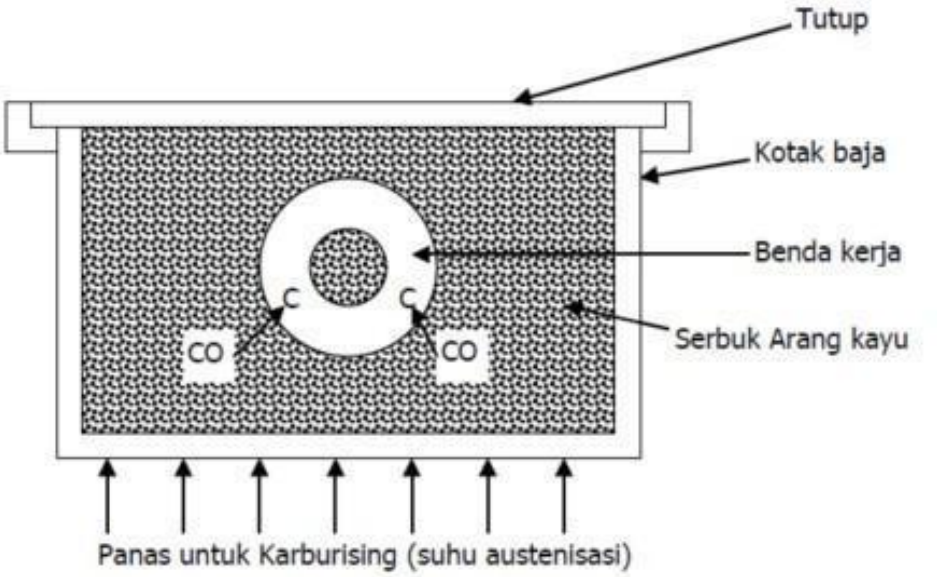
Gambar 2. Dimensi Spesimen

2. *Carburizing*

Proses *carburizing* pada penelitian ini menggunakan carburizing padat, yaitu dengan memvariasikan suhu *carburizing*. Pada proses karburasi padat, komponen dibungkus dengan

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi
Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

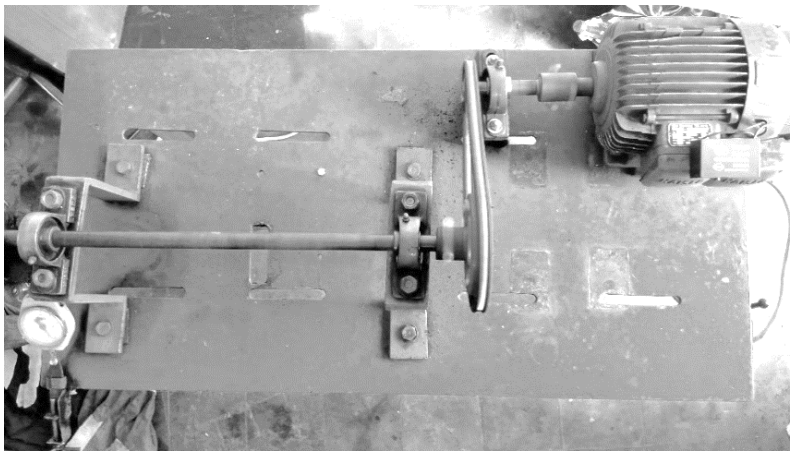
media padat yang mengandung karbon tinggi seperti arang, serbuk karbon atau skrap besi, kemudian dipanaskan dalam oven selama 2-72 jam pada suhu 900°C. Komponen karburasi panas akan menghasilkan gas CO, yang akan menghasilkan gas CO. bereaksi dengan logam, melepaskan karbon yang kemudian diserap oleh austenit panas. Ketika jumlah karbon yang menyebar ke kedalaman tertentu cukup, komponen yang dibungkus dikeluarkan dari oven [8]. Pada penelitian ini, carburizing divariasikan pada suhu 850℃ dan 900℃. Penahanan dilakukan selama 3 jam. Karbon yang digunakan dalam penelitian ini merupakan karbon aktif yang berasal dari arang.



Gambar 3. Skema Pack Carburizing

3. Uji Ketahanan Aus

Mesin uji aus adalah salah satu alat untuk melihat uji keausan suatu sproket yang dimana suatu sproket terkikis pada permukaannya. Beberapa bagian mesin pada mesin uji aus adalah: motor listrik, poros, pasak, bantalan, sproket, alat pengatur beban, rantai. Tujuan pada pengujian laju keausan spesimen ini adalah untuk mengetahui keausan spesimen.



Gambar 4. Alat Uji Keausan

Laju keausan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\Psi t = \frac{Vt}{t}$$

Dimana:

Ψt = Laju keausan teoritik

Vt = Volume keausan teoritik

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi
Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

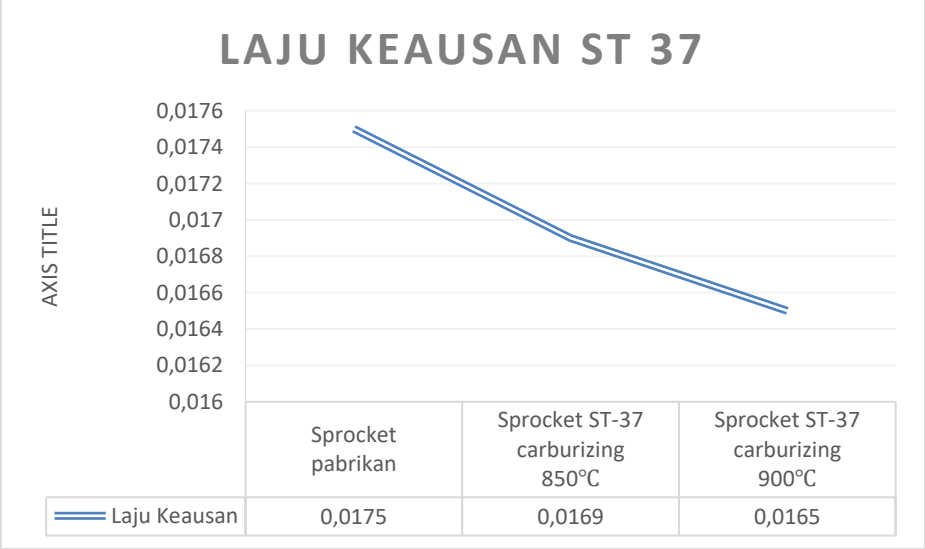
t = Waktu keausan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesimen dengan laju keausan rendah maka dapat diartikan ia memiliki ketahanan aus yang tinggi. Berikut disajikan data hasil pengujian laju keausan.

Tabel 1. Data Hasil Perhitungan

No	Spesimen	Jarak luncur (l) (mm)	Daya (Pd) (kW)	Kecepatan keliling (v) (m/s)	Beban kerja (F) (Kg)	Volume keausan (Vt) (mm^3)	Laju keausan teoritik (Ψt) (mm^3/jam)
1	Sprocket pabrikan	8,32	0,75	5,747	13,311	0,0087	0,0174
2	Sprocket ST-37 carburizing 850℃	8,45	0,75	5,762	13,277	0,0084	0,0169
3	Sprocket ST-37 carburizing 900℃	8,20	0,75	5,707	13,404	0,0083	0,0165



Gambar 5. Laju Keausan ST 37 dengan Perlakuan *Carburizing*

Berdasarkan tabel 1 dan gambar 5, maka dapat diketahui bahwa perlakuan panas pada baja ST 37 yang mendapatkan perlakuan carburizing dengan variasi suhu memiliki laju keausan yang lebih rendah dibandingkan dengan sprocket pabrikan yang dijual di pasaran. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan carburizing ini dapat meningkatkan ketahanan aus baja ST 37. Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu carburizing, maka akan semakin tinggi ketahanan aus baja ST 37 meskipun pengaruh tersebut tidak terlalu signifikan. Hasil penelitian ini hampir sama dengan hasil peneliti lain yang menunjukkan bahwa ketahanan aus tertinggi baja karbon rendah didapatkan pada variasi carburizing dengan suhu yang lebih tinggi [8]. Mekanisme utama yang berperan dalam peningkatan ketahanan aus adalah difusi atom karbon ke permukaan baja selama proses carburizing. Pada suhu yang lebih tinggi, laju difusi karbon meningkat, sehingga konsentrasi karbon pada lapisan permukaan menjadi lebih tinggi. Hal ini menyebabkan terbentuknya lapisan keras (*case hardening*) pada permukaan baja, yang membuatnya lebih tahan terhadap gesekan dan keausan. Namun, seperti yang ditunjukkan dalam hasil penelitian, peningkatan ketahanan aus seiring kenaikan suhu carburizing cenderung tidak terlalu signifikan pada titik tertentu [9][10].

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi
Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada ST-37 melalui variasi suhu pada proses carburizing, didapatkan ketahanan aus tertinggi pada spesimen dengan variasi suhu carburizing 900℃ sebesar 1,65 x10-2 mm3/jam. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa laju keausan yang lebih rendah menujukkan ketahanan aus yang baik, semakin tinggi suhu carburizing maka ketahanan aus semakin tinggi. Laju keausan yang lebih rendah mengindikasikan ketahanan aus yang lebih baik. Hal ini disebabkan oleh pembentukan lapisan keras pada permukaan baja akibat difusi karbon yang optimal pada suhu tinggi, yang membuat baja lebih tahan terhadap gesekan dan keausan. Perlakuan panas *carburizing* pada suhu optimal dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan sifat mekanik baja ST-37, khususnya dalam aplikasi yang membutuhkan ketahanan aus tinggi seperti komponen *sprocket* sepeda motor atau komponen mekanis lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

[1] D. I. Tsamroh, "Comparison finite element analysis on duralium strength against multistage artificial aging process," *Arch. Mater. Sci. Eng.*, vol. 109, no. 1, pp. 29–34, 2021, doi: 10.5604/01.3001.0015.0512.

[2] A. Wisnujati, "Analisis Perlakuan Carburizing Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Pada Bahan Sprocket Imitasi Sepeda Motor," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 127–134, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i1.844.

[3] E. Sundari, R. Fahlevi, and B. Besar, "Mekanis Sprocket Imitasi Sepeda Motor Menggunakan Katalisator," *J. Austenit*, vol. 10, no. 2, pp. 72–78, 2018.

[4] R. N. Fattah, S. Sugiyanto, B. H. Priyambodo, A. Nurhidayat, and R. I. Yaqin, "Rekayasa Peningkatan Kekerasan Permukaan Gear Sprocket Sepeda Motor dengan Metode Quenching Variasi Media Pendingin," *Quantum Tek. J. Tek. Mesin Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 8–13, 2023, doi: 10.18196/jqt.v5i1.19418.

[5] N. Mohan and S. Arul, "Effect of Cryogenic Treatment on the Mechanical Properties of Alloy Steel 16MnCr5," *Mater. Today Proc.*, vol. 5, no. 11, pp. 25265–25275, 2018, doi: 10.1016/j.matpr.2018.10.329.

[6] D. I. Tsamroh, P. Puspitasari, A. Andoko, A. A. Permanasari, and P. E. Setyawan, "Optimization of multistage artificial aging parameters on Al-Cu alloy mechanical properties," *J. Achiev. Mater. Manuf. Eng.*, vol. 87, no. 2, pp. 62–67, 2018, doi: 10.5604/01.3001.0012.2828.

[7] D. N. K. P. Negara and I. D. M. K. Muku, "Kekerasan dan Ketahanan Aus Baja Karbon Rendah Setelah Surface Hardening," *Pros. Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin XV (SNTTM XV)*, no. Snttm Xv, pp. 5–6, 2016.

[8] N. Nurlina, R. M. Bisono, and D. Irawan, "Carburizing Menggunakan Media Arang Serbuk Gergaji Kayu Untuk Material Pisau," *JTech*, vol. 8, no. 2, pp. 129–134, 2020.

[9] T. Dobson, N. Larrosa, M. Reid, K. Rajamudili, S. Ganguly, and H. Coules, "Corrosion mechanisms of plasma welded Nickel aluminium bronze immersed in seawater," *Corros. Sci.*, vol. 232, no. January, p. 112004, 2024, doi: 10.1016/j.corsci.2024.112004.

[10] R. Liu *et al.*, "Influence of grain size and crystallographic orientation on microbially influenced corrosion of low-carbon steel in artificial seawater," *Mater. Des.*, vol. 234, 2023.

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi
Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.