

## ANALISA PROSES CARBURIZING BAJA AISI 4140 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR

YN Rohmat<sup>1)</sup>, T Endramawan<sup>2)</sup>, E Haris<sup>3)</sup>, I Basori<sup>4)</sup>, FB Susetyo<sup>5)</sup>,  
Dyah Ningjuang Ilmihaqie<sup>6)</sup>

<sup>1,2,3,6</sup> Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Jl. Lohbener Lama No.08, Legok, 45252

<sup>4,5</sup> Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta, Jl. R. Mangun Muka Raya No.11, 13220  
E-mail: yusupnurrohmat@polindra.ac.id

### Abstract

AISI 4140 is a type of steel product, this steel is often used in the use of the main material for shafts and *gears*, AISI 4140 type steel is generally able to withstand corrosion because AISI 4140 steel is an alloy steel of *chromium* (Cr) and *molybdenum* (Mo). In testing AISI 4140 type steel material, a carburizing process is carried out to test the hardness, ductility and toughness of the material, carburizing is surface hardening by heating AISI 4140 type steel metal in a carbon-containing environment. The gas used for the carburizing process is oxy-acetylene gas welding device. The best hardness value is obtained with a temperature variation of 850°C with a distance of 20mm in 90 seconds which has an increase of 120%. Where the average value of the base material before carburizing is 301.75 HV and after carburizing it increases to 688.34 HV. Micro testing resulted in a temperature variation of 850°C with a distance of 20mm in 90 seconds where the formation of more martensite increases the greater hardness.

**Keywords:** *Steel AISI 4140, Carburizing, test hardness, Welding oxygen acetilen, micro testing*

### PENDAHULUAN

Teknik *surface hardening* adalah suatu proses untuk meningkatkan kualitas kekerasan dan performa suatu komponen atau material kerusakan suatu elemen umumnya disebabkan oleh penggunaan yang berlebihan, sehingga mengakibatkan kegagalan element menjadi fail. Sifat permukaan logam sering disesuaikan dengan penambahan sejumlah elemen kecil untuk meningkatkan kekerasan permukaan, sifat keausan dan korosi yang lebih baik. Unsur paduan tambahan biasanya karbon dan/atau nitrogen.

Dalam dunia desain, material logam yang palingbanyak digunakan adalah baja, karena selain dari berbagai jenisnya juga kuat, memiliki ketahanan aus yang tinggi dan mampu bentuk yang tinggi sehingga dengan sendirinya akan meningkatkan umur pakai komponen. Baja memiliki sifat material tersendiri, beberapa sifat mekanik baja yang sering digunakan dalam pengujian adalah kekerasan material, daktilitas dan ketangguhan material. Pengujian bahan bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik

bahan atau cacat pada bahan atau produk. AISI 4140 merupakan salah satu jenis baja produk, baja ini sering digunakan dalam penggunaan bahan utama poros dan roda gigi (Mahardika, 2020), baja jenis AISI 4140 umumnya mampu menahan korosi karena baja AISI merupakan baja paduan dari kromium (Cr) dan molibdenum (Mo). Dalam pengujian material baja tipe AISI 4140 dilakukan proses karburasi untuk menguji kekerasan, keuletan dan ketangguhan material, metode karburasi adalah pengerasan permukaan dengan cara memanaskan logam baja tipe AISI 4140 dalam lingkungan yang mengandung karbon (Bahtiar, dkk. , 2017). Perlakuan panas itu sendiri merupakan proses khusus untuk mencapai sifat material yang dibutuhkan, karena proses karburasi adalah proses pemanasan material dengan menambahkan unsurkarbon dari daerah sekitarnya sehingga material atau bahan uji akan meningkatkan nilai sifat material, proses pemanasan merupakan tahap penyelesaian untuk memperbaiki suatu bahan produk (Saputro, et al 2019), agar proses karburasi mendapatkan nilai sifat bahan yang maksimal maka dilakukan proses quenching atau pendinginan dengan bantuan minyak dan air. media. Quenching merupakan proses pendinginan yang cepat pada media pendingin setelah perlakuan panas, proses quenching ini akan menghasilkan struktur mikro martensit, keberadaan martensit berguna untuk mengetahui bahwa bahan logam memiliki nilai kekerasan vickers yang tinggi.

Tujuan penelitian untuk menganalisis proses karburasi pada baja AISI 4140 dengan media quenching menggunakan oli, dan untuk mengetahui pengaruh sifat mekanik dan struktur mikro pada baja AISI 4140.

## **METODE PENELITIAN**

Tahapan yang kami lakukan dalam penelitian ini adalah:

### **1. Persiapan spesimen uji**

Pada penelitian ini digunakan benda uji baja karbon medium AISI 4140, kemudian dibentuk material sesuai standar dan kebutuhan pengujian. Untuk benda uji tarik dibentuk sesuai standar ASTM E8/E8M-16a. Spesimen uji mikro dan kekerasan menggunakan spesimen yang telah dibentuk padat, berdiameter 12 mm dan tebal 20mm.

## 2. Proses Karburasi

Proses karburasi dilakukan dengan beberapa variasi yaitu variasi waktu; 60 detik, 90 detik dan 120 detik, variasi suhu; 400 °C, 600 °C dan 850 °C, variasi jarak; 10 mm, 15 mm dan 20 mm.

## 3. Proses Vickers

Hasil pengujian kekerasan *vickers* dengan pembebanan 40 kg dan waktu indentasi 10 detik.

### a. Proses Mikro

Untuk memperoleh permukaan yang rata maka dilakukan proses pengamplasan pada salah satu sisi yang akan diamati. Setelah rata dan halus, Langkah berikutnya yaitu melakukan polishing menggunakan pasta korosif (*autosol*). Pengetsaan dilakukan menggunakan campuran HNO<sub>3</sub> 2,5% dan alkohol 97.5% dengan waktu pencelupan 60 detik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### • Uji Kekerasan

Pada pengujian kekerasan ini, inovasi alat uji kekerasan mikro milik Politeknik Negeri Indramayu. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Vickers dengan pembebanan 40 kg dengan beberapa titik pada setiap benda uji. Material baja AISI 4140 yang belum dikarburasi setelah diuji oleh Vickers memiliki nilai kekerasan rata-rata adalah 301.75 HV. Kemudian dilakukan proses pengujian dengan variasi suhu, variasi waktu dan variasi jarak.



Gambar 1. Variasi suhu hasil uji Vickers

Sedangkan dari variasi perbandingan suhu dengan waktu 60 detik, 90 detik dan 120 detik, kekerasan Vickers dengan nilai kekerasan maksimum didapat pada variasi suhu waktu 90 detik dan nilai maksimum tertinggi yaitu pada suhu 850 °C pada 638.59 HV.



Gambar 2. Variasi waktu hasil tes Vickers

Parameter yang digunakan adalah variasi waktu, baja dipanaskan sampai suhu 400 °C, 600 °C, dan 850 °C, jadi dari variasi waktu 60 detik, 90 detik dan 120 detik. Kekerasan Vickers pada suhu 600°C menghasilkan nilai yang maksimum pada variasi waktu 120 detik yaitu sebesar 680.19 HV.



Gambar 3. Variasi Jarak Hasil Uji Vickers

Hasil variasi variasi jarak 10 mm, 15 mm dan 20 mm, dengan waktu 60 detik, 90 detik dan 120 detik. Sedangkan variasi jarak untuk nilai kekerasan yang paling

maksimal 90 detik dengan waktu suhu 600 °C mendapatkan nilai maksimum atau tertinggi pada jarak 20 mm yaitu sebesar 727.71 HV.

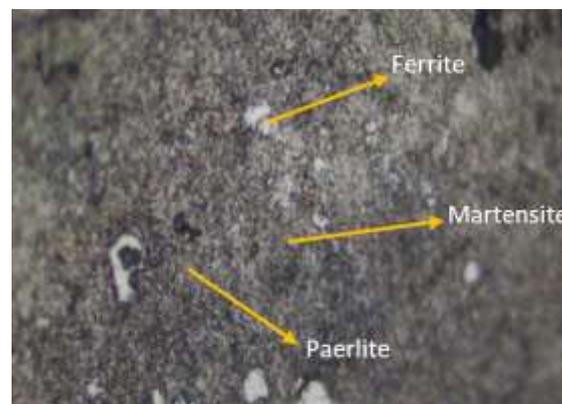
- Uji Mikro



Gambar 4. Baja AISI sebelum di etsa

Pada gambar 4. dapat dilihat bahwa struktur baja AISI 4140 setelah dikarburasi sebelum etsa, belum dapat terlihat karena baja AISI 4140 belum direndam dalam cairan etsa.

Dari pengujian pemanasan karburasi baja AISI 4140 yang telah dilakukan dari perbandingan 120 detik, jarak 10 mm dan suhu 600 °C. Sebelum dilakukan uji mikro baja AISI 4140, material baja karburasi direndam dalam cairan etsa yang terdiri dari campuran 2,5% (HNO<sub>3</sub>) dan metil alkohol 97,5% dalam waktu 10 sampai 30 detik dan dinetralkan dengan air mengalir (Yustinus, 2021). Menghasilkan struktur mikro berikut:



Gambar 5. Hasil tes Mikro 120 detik

Gambar 5. menunjukkan struktur mikro baja AISI 4140 setelah dikarburasi dengan variasi waktu 120 detik, temperatur 600 °C dan jarak sentuh 10m serta proses quenching menggunakan media oli, dan pengambilan untuk struktur mikro peneliti mengambil 120 detik karena nilai kekerasan yang lebih maksimal. Martensit yang terbentuk merupakan jenis martensit plat karena memiliki ukuran yang cukup besar dan terlihat sangat tajam seperti jarum. Jika dibandingkan dengan ferit, perlit dan martensit, ferit tampaknya mendominasi. Variasi ini masih memiliki jumlah martensit yang sedikit dibandingkan dengan variasi waktu 120 detik. Martensit yang sedikit menyebabkan nilai kekerasan diantara variasi lainnya, yaitu 669.89 HV.



Gambar 6. Hasil uji mikro suhu 850 °C

Variasi perbandingan menghasilkan struktur mikro berupa martensit, perlit dan ferit. Jika dibandingkan dengan variasi 400 °C, 600 °C, dan 850 °C jarak konstan 10 mm, dan waktu penahanan 90 detik hasilnya tidak jauh berbeda, ferit pada suhu 850 °C masih mendominasi. Hasil data mikrostruktur menghasilkan nilai kekerasan sebesar 624,99 HV.

## SIMPULAN

1. Hasil uji kekerasan Vickers dengan pembebanan 40 kg dan waktu lekukan 10 detik setelah proses perlakuan panas karburasi dengan variasi suhu 400 °C sampai suhu 850 °C dengan jarak 10 mm, 15 mm dan 20 mm pada waktu

penahanan dengan variasi 60 detik, 90 detik, dan 120 detik. Nilai kekerasan terbaik diperoleh pada variasi temperatur 850 °C dengan jarak 20 mm dalam waktu 90 detik yang mengalami peningkatan sebesar 120%, setelah karburisasi meningkat menjadi 688.34 HV.

2. Mikro dengan perbesaran 100 x setelah proses perlakuan panas karburasi dengan variasi temperatur 400 °C sampai 850°C dengan jarak 10mm, 15mm dan 20mm pada waktu penahanan dengan variasi 60 detik, 90 detik, dan 120 detik. Struktur mikro terbaik diperoleh dengan variasi temperatur 850 °C dengan jarak 20 mm dalam waktu 90 detik dimana pembentukan struktur martensit lebih banyak jika dibandingkan dengan variasi pembanding lainnya. Semakin banyak martensit yang terbentuk semakin besar kekerasannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahtiar, Muhammad Iqbal, and Defri Arisandi. 2017. "Analisis Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja Komersil Yang Mendapatkan Proses Pack Carburizing Dengan Arang Cangkang Kelapa Sawit." *Jurnal Mekanikal* 8 (1):686–96.
- AB Sengül dan A. elik , "Pengaruh nitridasi plasma terhadap pertumbuhan retak lelah pada Baja AISI 4140 di bawah pembebanan amplitudo variabel," *Surf. Teknologi Pelapisan.*, jilid 205, tidak. 21–22, hlm. 5172–5177, 2011.
- Avner, SH (1974). Pengantar Metalurgi Fisik. Dalam *Buku McGraw Hill Perusahaan* (edisi ke-2). McGraw-Hill, 1964
- Saputro, Danel, Gery Setiadi, And Supriyanto Wibowo. 2019. "Analisis Pengaruh Waktu Tahan ( Holding Time ) Terhadap Kekerasan Baja Aisi 4140 Dengan Metode Pack Carburizing Media" 7 (1): 48–54.
- Standar ASTM E92-16. (1987). *Metode Uji Standar ASTM E92-16 untuk Viker Kekerasan dari Metalik Bahan*. Di Tahunan Buku dari ASTM Standar 4 (Jil. 82, Masalah Disetujui kembali). ASTM Internasional. <https://doi.org/10.1520/E0092-16>. Hak Cipta
- Standar ASTM E92-82. (1997). *Metode Uji Standar ASTM E92-82 untuk Vickers Kekerasan dari Metalik Bahan*. Di *Tahunan Buku dari ASTM Standar 4* (Jil. 82, Masalah Disetujui kembali). ASTM Internasional.
- E. Wang, H. Yang, and L. Wang, "The thicker compound layer formed by different NH<sub>3</sub>-N<sub>2</sub> mixtures for plasma nitriding AISI 5140 steel," *J. Alloys Compd.*, vol. 725, pp. 1320–1323, 2017.

LXWYSJZXM hongzhou , “Pemanfaatan Tailing dari Roasting-Cyaniding Proses, ” *Jurnal Langka Cina logam* , jilid 2, 2014.

Mahardika , Shultoni.2020 “Analisis Teknik Sifat Mekanik Baja AISI 4140 Dengan Variasi Temperatur Tempering untuk Meningkatkan Keuletan dan Kekerasan Material. “*Jurnal Mekanova : Mekanik, Inovasi dan Teknologi* 6 (1):64

Yustinus Akas Wibisono, 2021. “Pengaruh Temperatur dan Ukuran Karbon Pada Karburasi Pack Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja JIS S45C”.

Fredy Utomo. (2021). “Pengaruh Variasi Temperature Quenching dan Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Baja AISI 1045”

Noor, Adityo, Setyo Hadi, Jurusan Teknik, Mesin Fakultas, and Universitas Tidar. 2019. “Pengaruh Proses Pack Carburising Terhadap Kekerasan Baja.” *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Snst*, no. 2: 73–78.

Pangestu, Ilham, Agus Suprpto, Ike Widyastuti, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Merdeka, Malang Jalan, Taman Agung, Malang Jawa, and TimurIndonesia. 2019. “Analisis Nilai Kekerasan Pada Baja ST37 Pasca Proses Pack Carburizing Sebagai Material Dasar Sprocket,” 105–12.

Gunawan, E. (2017). Analisa Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Rendah (St41) Dengan Metode Pack Carburizing. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 1(2), 11

Muhammad Noor Fitrianto. 2014. Penyambungan Stainless Steel Austenitik Seri 316 Dengan Metode Friction Welding Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro. Yogyakarta. Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.