

KARAKTERISTIK MATERIAL BAJA SKD 11 HASIL TEMPERING TERHADAP KEKERASAN DAN KEAUSAN

Muhammad Ilham Setiyaji¹⁾, Catur Pramono²⁾, Nani Mulyaningsih³⁾

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jalan Kapten Suparman 39 Potrobangsang, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116

Email: ¹ilhamsetiyaji@gmail.com, ²caturpramono@untidar.ac.id,

³nani_mulyaningsih@untidar.ac.id.

ABSTRAK

Pada akhir-akhir ini terdapat berbagai jenis bahan yang digunakan dalam dunia industri, salah satunya baja SKD 11 bisa digunakan untuk *thread rolling dies*. *Thread rolling dies* adalah alat yang digunakan untuk proses pembentukan ulir pada logam. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi suhu *tempering* terhadap kekerasan dan keausan material baja SKD11. Proses pemanasan dengan suhu austenisasi yaitu 900°C dengan waktu tahan 60 menit kemudian diquenching ke dalam media air, lalu dilanjut *tempering* dengan variasi suhu 200°C, 300°C, 400°C, dan 500°C dengan waktu tahan 60 menit, kemudian didinginkan menggunakan pendinginan udara. Pengujian kekerasan mengacu standar ASTM E384, pengujian keausan menggunakan metode Ogoshi. Hasil pengujian spesimen baja SKD 11 variasi suhu *tempering* didapatkan nilai kekerasan tertinggi pada *raw material* setelah diquenching non *tempering* yaitu sebesar 788.70VHN namun mempunyai nilai laju keausan sebesar 0.00212 mm³/kg.m. Hasil pengujian keausan diperoleh nilai laju keausan terbaik setelah spesimen ditempering pada suhu 400°C yaitu 0.00141 mm³/kg.m. Hasil pengujian yang paling mendekati standar dari data sheet untuk bahan *thread rolling dies* yaitu pada suhu 300°C dengan laju keausan sebesar 0.00142 mm³/kg.m dan mempunyai tingkat kekerasan 654.38VHN sesuai rekomendasi data sheet baja SKD 11 untuk pembuatan *thread rolling dies*.

Kata kunci : *tempering, variasi suhu, baja SKD 11, kekerasan, keausan*

ABSTRACT

In recent years, a variety of materials have been used in industry, including SKD 11 steel, which can be used for thread rolling dies. Thread rolling dies are tools that are used to produce threads on metal. The goal of this research was to see how different tempering temperatures affected the hardness and wear of SKD 11 steel. Heating method with an austenizing temperature of 900°C for 60 minutes, then quenching into water media, tempering with temperature fluctuations of 200°C, 300°C, 400°C, and 500°C for 60 minutes, then cooled by air cooling. The ASTM E384 standard is used for the hardness test, the Ogoshi method is used for the wear test. The results of testing the SKD 11 steel specimen with various tempering temperatures yielded the greatest raw material hardness value of 788.70VHN after non-tempering quenching, although it has a wear rate of 0.00212 mm³/kg.m. The wear test yielded the minimum wear rate value, 0.00141 mm³/kg.m, when the specimen was tempered at 400°C. According to the recommendation of SKD 11 steel datasheet for the manufacture of thread rolling dies, the test results that are closest to the standard from the datasheet are at a temperature of 300°C with a wear rate level of 0.00142 mm³/kg.m and a hardness level of 654.38VHN.

Keyword: *tempering, temperature variation, SKD 11 steel, hardness, wear-tear*

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri terdapat banyak jenis pilihan material yang dapat digunakan, dari sekian banyak material yang ada, baja masih menjadi pilihan utama, salah satunya adalah baja SKD 11 yang merupakan *Japan International Standards* (JIS) dan termasuk dalam jenis baja perkakas dan secara umum masuk kedalam kelompok baja dengan karbon dan chromium tinggi yang banyak digunakan untuk proses *cold working* seperti dalam pembuatan *thread rolling dies* dan beberapa proses permesinan lainnya, namun ada kalanya dalam dunia industri masih membutuhkan tingkat kekerasan yang lebih dari baja SKD 11 *raw* sehingga perlu dilakukan proses lagi yaitu dengan melakukan *quenching* dan *tempering* dengan harapan baja SKD 11 yang dihasilkan mempunyai sifat mekanis yang lebih baik dari baja SKD 11 *raw*.

Napitupulu, dkk (2013) melakukan penelitian tentang baja SKD 11 yang dilakukan pemanasan dengan suhu 1050°C dan di *holding* selama 2 jam lalu dilanjut *quenching* dengan air dan oli SAE 20, setelah itu di lakukan *tempering* dengan variasi suhu 350°C, 450°C dan 550°C dan ditahan selama 90 menit. Hasil uji kekerasan pada *hardening* dengan media pendingin air dan oli adalah 251 HV dan 307 HV. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kekerasan yang signifikan pada pada baja SKD 11 yang mengalami proses temper.

Saputra, dkk (2020) telah melakukan penelitian tentang *quenching* lalu *tempering* dengan hasil penelitian didapat nilai kekerasan *raw* material sebesar 16 HRC. Spesimen yang dilakukan *tempering* dengan suhu 400°C mempunyai kekerasan tertinggi sebesar 56,5 HRC. Kekerasan 52,9 HRC pada suhu *tempering* 550°C, lalu nilai kekerasan terendah ada pada suhu *tempering* sebesar 650°C yaitu sebesar 39,1 HRC. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi suhu

tempering, maka nilai kekerasan yang akan dihasilkan semakin menurun.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan nilai kekerasan dan ketahanan aus baja SKD 11 serta meneliti seberapa besar perubahan nilai kekerasan dan keausan baja SKD 11 yang telah dilakukan *quenching* dengan air sebagai media pendingin lalu dilakukan *tempering* dengan variasi suhu 200°C, 300°C, 400°C, dan 500°C dengan waktu tahan 60 menit.

TINJAUAN PUSTAKA

Baja Karbon

Baja karbon adalah perpaduan dari besi karbon yang dimana kandungan unsur karbon didalamnya akan sangat menentukan sifat dari baja tersebut, sedangkan unsur paduan lain yang ada dan terkandung didalam baja terjadi karena akibat dari proses pembuatannya. Baja karbon dapat diketahui sifatnya dengan melihat kadar karbon dan mikrostruktur (Arifin dkk, 2017).

Baja SKD 11 termasuk kedalam kelompok baja perkakas dengan kandungan unsur karbon dan chromium yang tinggi, dan terdapat unsur paduan lain yaitu molybdenum dan vanadium. Dalam aplikasinya baja SKD 11 diaplikasikan untuk perkakas yang membutuhkan sifat daya tahan aus yang tinggi dan dengan ketangguhan yang sedang (Kusuma dkk, 2013).

Quenching

Quenching merupakan proses pelakuan panas yang dilakukan pada spesimen dengan cara memanaskan spesimen hingga mencapai batas suhu austenisasi yang kemudian dilanjutkan dengan proses pendinginan secara mendadak kedalam cairan pendingin dengan tujuan mencapai sifat mekanis sesuai dengan yang diinginkan.

Tempering

Tempering merupakan proses pemanasan ulang spesimen yang sebelumnya telah dikeraskan pada suhu austenisasi dengan tujuan untuk mengurangi tegangan sisa, meningkatkan ketangguhan dan keuletan dari baja yang sebelumnya telah mengalami proses *quenching* dan mendapatkan sifat mekanis baja yang lebih baik.

Uji Kekerasan

Kekerasan bahan adalah kemampuan suatu material untuk tahan terhadap deformasi ataupun suatu penetrasi, kekerasan merupakan sifat mekanis dari material baja dan banyak dipengaruhi oleh unsur paduan yang terkandung didalamnya, salah satu cara untuk meningkatkan kekerasan suatu baja adalah dengan proses perlakuan panas. Berikut ini merupakan persamaan nilai kekerasan yang menggunakan metode pengujian *vickers*:

$$VHN = 1,854 \times \frac{P}{d^2}$$

$$d^2 = \left(\frac{d1 + d2}{2} \right)^2$$

Dimana:

VHN = *Vickers hardness number* atau nilai kekerasan (Kgf/mm²)

P = Beban tekan (Kgf)

d = Panjang diagonal rata-rata (mm²)

d1 = Panjang diagonal 1 (mm²)

d2 = Panjang diagonal 2 (mm²)

Uji Keausan

Uji keausan merupakan pemakanan material dari permukaan sebagai hasil dari suatu pegerakan antara permukaan tersebut dengan permukaan lainnya (Primaningtyas, 2018). Berikut ini merupakan persamaan untuk menghitung volume tergores dan laju keausan.

Berikut merupakan persamaan volume tergores :

$$W = \frac{B \times b^3}{12 \times r}$$

Kemudian berikut merupakan persamaan laju keausan :

$$Ws = \frac{B \cdot b^3}{8 \cdot r \cdot P_0 l_0}$$

Keterangan:

Ws = Laju keausan (mm³/kg.m)

B = Tebal cakram abrasi (mm)

b = Panjang jejak terabrasi (mm)

r = Jari-jari cakram abrasi (mm)

P₀ = Besar gaya tekan (kgf)

l₀ = Panjang luncuran (mm)

METODE

Alat dan Bahan yang digunakan:

- Alat uji kekerasan vickers
- Alat uji keausan
- Dapur pemanas elektrik
- Ampelas
- Gergaji
- Jangka sorong
- Baja SKD 11
- Cairan pendingin yaitu air
- Air aquades
- Alkohol

Dalam penelitian kali ini material yang diuji adalah baja SKD 11. Pembuatan spesimen mengacu pada standar ASTM E3 dengan ukuran 10 x 25 mm. Dalam penelitian ini baja SKD 11 yang telah dipotong sesuai ukuran terdapat 5 buah spesimen yang akan dilakukan pemanasan dan 1 buah spesimen *raw* tanpa dilakukan pemanasan.

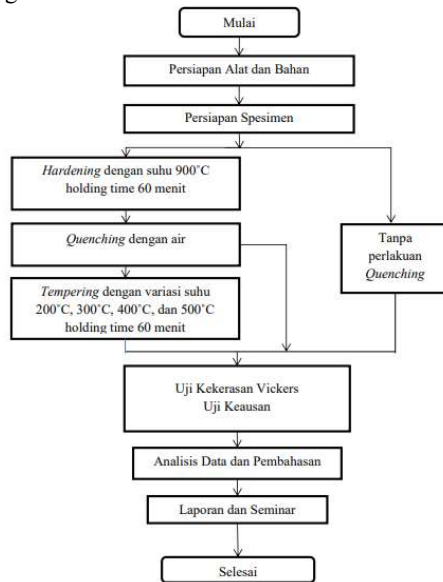
Spesimen kemudian dilakukan pemanasan dengan suhu 900°C dan ditahan selama 60 menit, kemudian dilakukan pendinginan secara mendadak dengan dicelupkan ke media pendingin berupa air.

Selanjutnya spesimen dilakukan *tempering* dengan variasi suhu 200°C, 300°C, 400°C, dan 500°C dengan waktu tahan 60 menit dan media pendingin berupa udara dengan suhu ruangan.

Tahap selanjutnya spesimen dipreparasi dengan diampelas sampai tingkat kehalusan 1500. Lalu dilakukan pengujian kekerasan dengan metode *vickers* menggunakan standar pengujian ASTM E384 dan uji keausan menggunakan metode ogoshi.

Proses pembuatan spesimen sesuai ukuran yang telah ditentukan di bengkel mesin Universitas Tidar Magelang. Proses perlakuan panas, uji kekerasan dan uji keausan dilakukan di laboratorium mesin UGM.

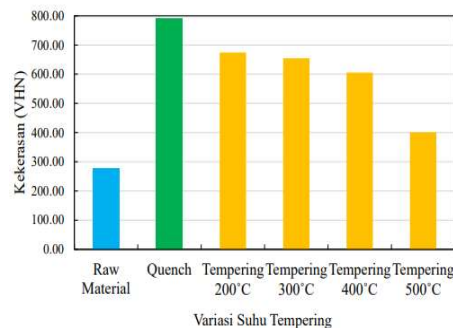
Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kekerasan

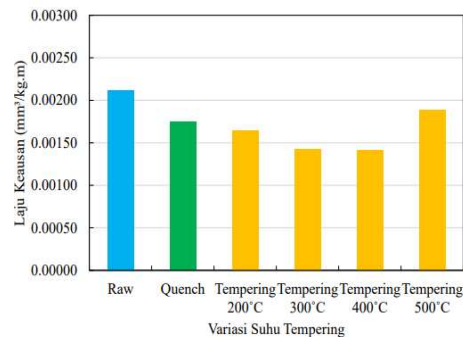


Gambar 2. Grafik hasil uji kekerasan Berdasarkan gambar 2 sumbu horizontal menunjukkan variasi suhu saat perlakuan panas pada spesimen dan sumbu vertikal menunjukkan kekerasan vickers. Variasi suhu pada saat proses *tempering* bertujuan untuk

mengetahui seberapa besar perbedaan nilai kekerasan yang didapat pada spesimen.

Merujuk gambar 2 terlihat bahwa spesimen yang mengalami perlakuan *quenching* dengan media air mengalami kenaikan nilai kekerasan paling tinggi yaitu 788.70 VHN bila dibanding dengan spesimen *raw* dan spesimen mengalami perlakuan *tempering* ulang. Nilai kekerasan yang paling rendah yaitu 276.04 VHN pada spesimen yang tidak mengalami perlakuan panas sama sekali. Semakin tinggi suhu *tempering* akan menyebabkan menurunnya nilai kekerasan logam. Hal ini dikarenakan jika suhu *tempering* yang di gunakan semakin tinggi maka material logam akan menjadi semakin ulet dan tangguh namun mengakibatkan penurunan tingkat kekerasan dan kekuatannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Saputra, dkk. 2020) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu *tempering* pada baja SKD 11 maka kekerasan akan semakin menurun.

Uji Keausan



Gambar 3. Grafik hasil uji keausan

Gambar 3 diketahui bahwa nilai laju keausan rata-rata pada spesimen mengalami penurunan keausan bila dibandingkan dengan spesimen logam SKD 11 *raw*, sehingga spesimen baja SKD 11 yang telah mengalami proses *quenching* dan *tempering* memiliki laju keausan yang lebih baik dibandingkan dengan baja SKD 11 *raw* (*raw material*).

Nilai laju keausan rata-rata mengalami penurunan setelah dilakukan *quenching* dan *tempering*, kemudian titik nilai laju keausan

rata-rata yang rendah dan paling baik terdapat pada baja SKD 11 yang telah mengalami *tempering* dengan suhu 400°C, yaitu 0.00141 mm³/kg.m lalu mengalami kenaikan tingkat laju keausan kembali setelah dilakukan *tempering* dengan suhu 500°C yaitu sebesar 0.00189 mm³/kg.m. Hal ini berarti suhu *tempering* yang optimal untuk memperoleh tingkat laju keausan rata-rata yang terbaik dapat digambarkan seperti pada diagram batang yang mana dalam penelitian ini titik laju keausan rata-rata terendah ada pada suhu *tempering* sebesar 300°C-400°C. Nilai laju keausan yang didapat lebih rendah yang mengindikasikan hasil ini lebih baik dari nilai laju keausan material baja AISI D2/SKD 11 dimana menurut hasil penelitian Khamda (2019) tingkat laju keausan baja AISI D2 yang digunakan dalam material *thread rolling* tanpa adanya perlakuan panas adalah 0.00278 mm³/kg.m.

KESIMPULAN

1. Hasil uji kekerasan pada material baja SKD 11 *raw* sebesar 276.04 VHN, nilai kekerasan yang mendekati standar data sheet diperoleh pada baja SKD 11 setelah *ditempering* pada suhu 300°C sebesar 654.38 VHN dan nilai kekerasan yang terendah diperoleh pada spesimen setelah dilakukan *tempering* dengan suhu 500°C sebesar 401.19 VHN.
2. Hasil uji keausan didapatkan nilai laju keausan paling tinggi ada di material baja SKD 11 *raw* sebesar 0.00212 mm³/kg.m sedangkan nilai laju keausan yang paling rendah ada pada baja SKD 11 setelah *ditempering* dengan suhu 400°C yaitu sebesar 0.00141 mm³/kg.m.

SARAN

1. Rekomendasi untuk aplikasi *thread rolling dies* sebaiknya menggunakan baja SKD 11 yang telah *diquenching* dan *ditempering* pada suhu 300°C selama 60 menit

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Purwanto, dkk. (2017). Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan SMAW Baja ASTM A36. *Momentum*. 13(1):27-31.
- Khamda, Izdada. (2019). Analisa Kegagalan Pembentukan Lapisan NBVC Pada Baja Perkakas AISI D2 Selama *Thermo Reactive Diffusion* Menggunakan Metode Pack.
- Kusuma, dkk. (2013). Perbedaan Nilai Kekerasan Pada Proses *Hardening* Dan Double *Tempering* Baja Perkakas SKD 11.
- Napitupulu, dkk. (2013). Pengaruh Media Pendingin Dan Temperatur Terhadap Nilai Kekerasan Pada Proses *Hardening* *Tempering* Baja Perkakas SKD 11. *Majalah Ilmiah Politeknik Mandiri Bina Prestasi Medan*. 2(1):46-54
- Primaningtyas, W, E. (2018). Pengaruh Ukuran Partikel Serbuk Bonggol Jagung Terhadap Sintesis Komposit Kampas Rem Non-Asbestos. *Jurnal Iptek*. 22(1):45-52.
- Saputra, dkk. (2020). Pengaruh Temperatur *Tempering* Terhadap Pembentukan Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja SKD 11 Untuk Tool Steel. *Jurnal Teknologi Dan Riset Terapan*. 2(1):10-13.