

# Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Pembentukan Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja Skd 11 Untuk Tool Steel

Ihsan Saputra,<sup>1,\*</sup> Nugroho Pratomo Ariyanto,<sup>1</sup> Mikie Febri,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

Jalan Ahmad yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

\*Corresponding author: ihsan@polibatam.ac.id

## Article history

**Received:**

10-12-2019

**Accepted:**

30-06-2020

**Published:**

30-06-2020

Copyright © 2020

Jurnal Teknologi dan Riset Terapan

Open Access

## Abstrak

Baja SKD 11 merupakan baja perkakas yang sering diaplikasikan dalam industri manufaktur, diantaranya sebagai *cutting, stamping tools, punching, shear blades, dies* dan lain-lain. Tentunya dalam aplikasinya baja harus memiliki struktur yang keras, kuat dan tangguh dikarenakan terkena pengaruh gaya luar yang menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Untuk meningkatkan kualitas tersebut, diperlukan perlakuan panas pada baja dengan memberikan proses *austenitizing, quenching* dan variasi temperatur *tempering* 400 °C, 550 °C, dan 650 °C. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekerasan dan mikro struktur hasil variasi *tempering* tersebut. Langkah pertama pemotongan material baja SKD 11, dilanjutkan dengan proses *austenitizing* sampai dengan suhu 1050 °C lalu dilakukan proses *quenching* (pendinginan cepat) dengan medium air dan dilanjutkan proses variasi *tempering* 400 °C, 550 °C dan 650 °C. Setelah perlakuan panas selesai, dilakukan uji kekerasan dan melihat struktur mikro baja SKD 11. Dari hasil didapatkan Pada temperatur *tempering* 400 °C, 550 °C, dan 650 °C nilai kekerasan sebesar 56.5 HRC, 52.9 HRC, dan 39.1 HRC. Dapat disimpulkan semakin tinggi temperatur *tempering* maka tingkat kekerasan baja SKD 11 semakin rendah. Adapun Struktur mikro yang terbentuk *pearlite* dan *martensite*.

**Kata Kunci:** Baja SKD 11, Variasi Temperatur Tempering, Struktur Mikro, Kekerasan

## Abstract

*SKD 11 steel is a tool steel which is often applied in the manufacturing industry, such as cutting, stamping tools, punching, shear blades, dies and others. In it's application, of course steel must have a hard structure, strong and toughness affected due to external forces causing deformation or change in shape. To improve the quality, heat treatment is required on the steel by providing austenitizing, quenching and tempering temperature variations 400 °C, 550 °C and 650 °C. Which purpose to determine the hardness and microstructure of the tempering variation results. The first step of cutting material SKD 11 steel, followed by austenitizing process up to 1050 °C and then quenching process (fast cooling) with medium water and continue the process of tempering variation 400 °C, 550 °C and 650 °C. After the heat treatment was complete, then test of specimen hardness and view the microstructure of the SKD 11 steel. At temperatures tempering 400 °C, 550 °C, 650 °C showed the hardness value of 56.5 HRC, 52.9 HRC and 39.1 HRC. Then the higher temperature tempering then the declining value of steel hardness SKD 11. Microstructure formed pearlite and martensite.*

**Keywords:** SKD 11 Steel, Temperature Variation of Tempering, Microstructure, Hardness

## 1.0 PENDAHULUAN

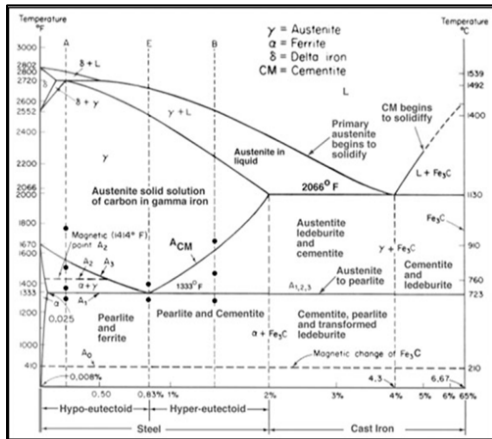
Baja SKD 11 adalah baja perkakas yang mempunyai kualitas atas dengan *hardenability* yang tinggi, kekuatan tekan yang tinggi, ketahanan aus yang baik, dan termasuk material yang tangguh. Baja SKD 11 ini termasuk jenis baja perkakas atau *tool steel* yaitu baja yang banyak digunakan pada bidang manufaktur sebagai

*cutting, shear blades, stamping tools, punching, dies* dan sebagainya. Dalam penggunaannya baja ini akan terkena pengaruh gaya luar sehingga menimbulkan perubahan bentuk (deformasi) sehingga baja ini harus memiliki struktur yang kuat. Untuk menjaga ketangguhan dan kekuatan baja ini perlu dilakukan perlakuan panas yaitu proses kombinasi antara proses pemanasan dan pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam

keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu. [1] Setelah dikeraskan (*quenched*), baja akan bersifat rapuh sehingga perlu dilakukan proses tempering untuk menurunkan tingkat kekerasan dan kerapuhan baja sampai memenuhi syarat penggunaannya. Proses *tempering* terdiri dari pemanasan kembali baja yang telah dipanaskan atau dikeraskan pada suhu di bawah suhu kritis lalu disusul dengan pendinginan bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa (*residual stress*) dari proses *quenching* [2]. *Tempering* dimungkinkan oleh karena sifat struktur *martensite* yang tidak stabil [3]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses variasi *tempering* terhadap kekerasan dan mikro struktur pada baja SKD 11.

## 2.0 METODE

Penelitian ini menggunakan temperatur *austenitizing* 1050 °C dengan *holding time* 30 menit dan menggunakan media pendinginan pada proses *quenching* berupa air karena air memiliki laju pendinginan yang cepat dari jenis media pendingin lain. Sedangkan proses *tempering* menggunakan variasi temperatur 400 °C, 550 °C, dan 650 °C dengan *holding time* 45 menit. Berdasarkan uraian diatas, maka diadakan pengujian untuk memberikan informasi tentang analisa struktur mikro dan kekerasan baja SKD 11. Dalam penentuan temperatur *austenitizing* dan variasi *tempering* dapat kita lihat pada gambar diagram fasa Fe-Fe<sub>3</sub>C dibawah [4]



Gambar 1. Diagram Fasa Fe-Fe<sub>3</sub>C

### Variabel Penelitian

Dalam eksperimen ini ada beberapa variabel yang harus diperhatikan diantaranya, Variasi temperatur *tempering* (400 °C, 550 °C dan 650 °C). Pengujian kekerasan (*Rockwell*) dengan beban pengujian kekerasan *Rockwell* sama untuk tiap spesimen uji, pengujian struktur mikro pada baja SKD 11. Dimensi spesimen adalah Ø 20 mm, tebal 10 mm. *Holding time* pada proses *tempering* selama 45 menit. Suhu *austenitizing* yang digunakan adalah 1050 °C dengan *holding time* 30 menit menggunakan media pendingin air.

### Alat dan Bahan Penelitian

- **Alat :**
  - Furnace (*Carbolite CWF-1300*)
  - *Rockwell Hardness Tesrtng Machine (HR-400)*

- *Microscope/Metallograph* (*Buehler-ViewMetLaboratory Metallograph*)

- Mesin amplas/polish

- *Spectrometer (Oxford Instrument – Foundy Master Pro)*

- **Bahan :**

- Baja SKD 11

- Amplas no. 400 cw, 800 cw, 1200 cw

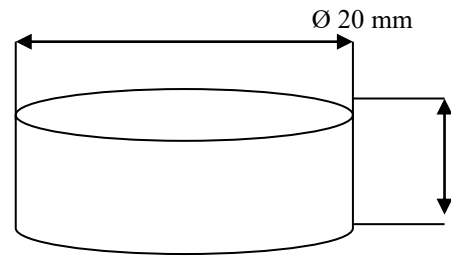
- Autosol / Alumina

- Kain Bludru

- Larutan Nital 3%

### Spesifikasi Bahan Penelitian

Bahan dalam penelitian ini menggunakan bahan baja perkakas SKD 11 yang telah di uji kandungannya menggunakan alat *spectrometer* dan menunjukkan kandungan C = 1.72%, Mn = 0.29%, Si = 0.28%, Cr = 11.3%, Ni = 0.16%, Mo = 0.68%, V = 1.06%, Fe = 84.3%, dengan spesifikasi bahan uji coba sebagai berikut :



Gambar 2: Dimensi Spesimen

## 3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

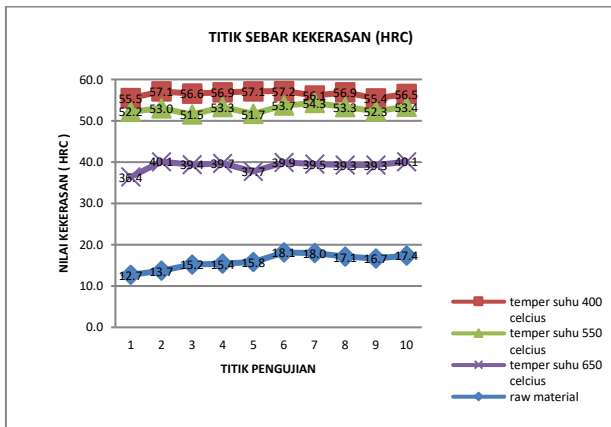
### Hasil Pengujian Kekerasan

Hasil uji kekerasan spesimen setelah dilakukan proses *quenching* dengan temperatur *austenitizing* 1050 °C menggunakan media pendingin air secara cepat dan dilanjutkan proses *tempering* dengan variasi temperatur 400°C, 550°C dan 650°C dan juga melakukan uji kekerasan terhadap *raw material* sebagai pembanding. Pengujian menggunakan *Rockwell Hardness Testing machine* dengan beban 150 kg menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel.1 : Data Kekerasan dengan variasi temperatur tempering pada baja SKD 11.

Spesimen	Raw Material	Sampel A	Sampel B	Sampel C	
Temperatur (°C)	-	400	550	650	
Nilai Kekerasan Rockwell 10 Titik (HRC)	Titik 1	12.7	55.5	52.2	36.4
	Titik 2	13.7	57.1	53.0	40.1
	Titik 3	15.2	56.6	51.5	39.4
	Titik 4	15.4	56.9	53.3	39.7
	Titik 5	15.8	57.1	51.7	37.7
	Titik 6	18.1	57.2	53.7	39.9
	Titik 7	18.0	56.1	54.3	39.5
	Titik 8	17.1	56.9	53.3	39.3
	Titik 9	16.7	55.4	52.3	39.3
	Titik 10	17.4	56.5	53.4	40.1
Rata-Rata (HRC)	16.0	56.5	52.9	39.1	

Adapun titik-titik penyebaran kekerasan pada 10 titik menggunakan alat uji *rockwell* dengan satuan HRC sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Sebar Nilai Kekerasan

Pada titik penyebaran kekerasan berdasarkan Tabel.1 dan Gambar.3, terdapat 4 spesimen hasil pengujian kekerasan, yang mana terdapat 1 spesimen *raw material* dan 3 spesimen setelah proses *quenching* dan dilanjutkan *tempering* dengan variasi temperatur *tempering* 400 °C, 550 °C dan 650 °C dengan semuanya menggunakan media pendingin air.

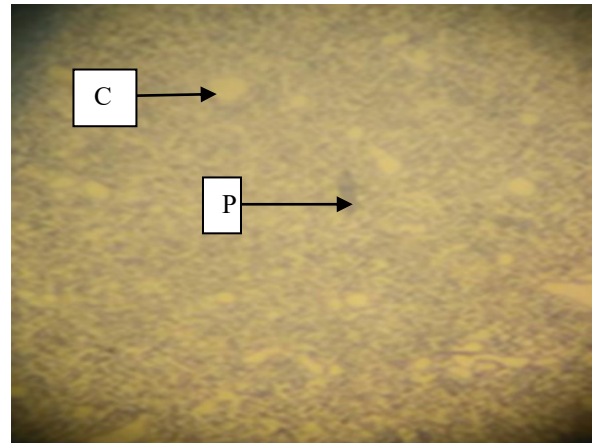
Hasil nilai kekerasan rata-rata *raw material* didapat sebesar 16 HRC. Untuk spesimen dengan nilai kekerasan tertinggi terjadi pada temperatur *tempering* 400 °C sebesar 56.5 HRC atau naik 253.1% terhadap *raw material*. Pada temperatur *tempering* 550°C mempunyai nilai kekerasan 52.9 HRC, sedangkan untuk nilai kekerasan terendah terjadi pada temperatur *tempering* 650 °C, yang menunjukkan nilai kekerasan rata-rata sebesar 39.1 HRC.

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur *tempering*, maka nilai kekerasan dihasilkan menurun.

**Hasil Analisa Foto Mikro Spesimen**

Setiap spesimen memiliki struktur yang berbeda, tergantung jenis perlakuan yang diberikan. Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur yang terkandung dalam spesimen penelitian dalam bentuk foto mikro. Struktur mikro pada hasil penelitian ini diambil dengan menggunakan mikroskop merk *buehler*. Bentuk penampang mikro dengan pembesaran 500 kali adalah sebagai berikut:

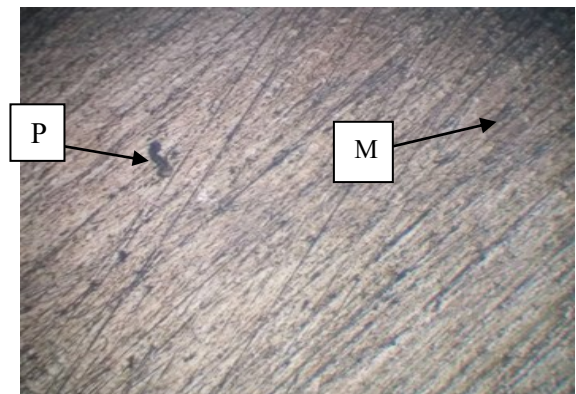
• Foto Struktur Mikro SKD 11 *Raw Material*



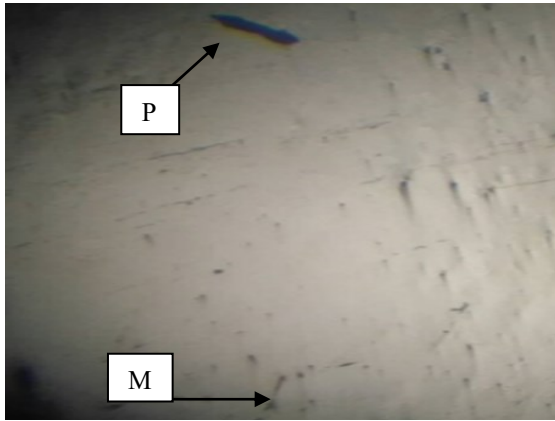
Gambar 4. Struktur mikro SKD 11 Perbesaran 500 X

Pada Gambar.4 dapat dilihat foto struktur mikro spesimen awal (*raw material*) dari baja SKD 11. Bentuk yang terlihat pada foto tersebut hasil dari pembesaran 500 kali. Pada gambar terlihat terdapat *cementite* (C) dan *pearlite* (P). Struktur yang berwarna terang atau putih adalah struktur *cementite*, mempunyai sifat yang keras akan tetapi juga memiliki sifat getas, sedangkan struktur yang berwarna gelap atau hitam adalah struktur *pearlite*. Struktur *pearlite* merupakan gabungan struktur *cementite* dan *ferrite* yang mempunyai sifat lunak akan tetapi ulet. *Raw material* mempunyai nilai kekerasan rata-rata 16 HRC.

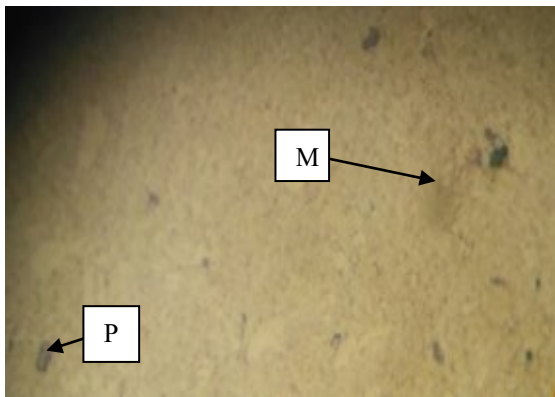
• Foto Mikro SKD 11 setelah proses *Quench-Temper*



Gambar 5. *Tempering* 400°C Perbesaran 500 X



Gambar 6. Tempering 550°C Perbesaran 500 X



Gambar 7. Tempering 650°C Perbesaran 500 X

Pada Gambar.5, Gambar.6, dan Gambar.7 didapat foto mikro spesimen setelah proses *quench-temper* dengan temperatur *tempering* 400°C, 550°C dan 650°C. Foto mikro merupakan hasil pembesaran 500 kali. Struktur yang terbentuk adalah *pearlite* dan *martensite* (M). Struktur *pearlite* berwarna gelap, sedangkan yang berwarna hitam bentuknya menyerupai jarum adalah struktur *martensite*. *Martensite* mempunyai sifat yang sangat keras dan getas, tetapi *martensite* disini sudah mendapatkan perlakuan tempering yang bertujuan mengurai sifat getas menjadi ulet, dan bentuknya yang seperti jarum menjadi tumpul. Sehingga dapat digunakan dalam dunia industri. Foto mikro ini sesuai dengan uji kekerasan yang sudah dilakukan, dimana nilai kekerasan tertinggi ada pada temperatur *tempering* 400°C dengan nilai kekerasan 56.5 HRC dengan banyaknya struktur *martensite* yang dihasilkan. untuk temperatur 550°C mempunyai nilai kekerasan 52.9 HRC dan pada temperatur *tempering* 650 °C nilai kekerasan rata-rata sebesar 39.1 HRC

#### 4.0 KESIMPULAN

Pada pengujian kekerasan dengan beberapa variasi temperatur *tempering* maka didapatkan nilai tertinggi pada suhu *temper* 400 °C dengan nilai kekerasan 56.5 HRC dimana dari foto struktur mikro didapat pembentukan *martensite* yang berupa jarum berwarna hitam banyak terbentuk pada temperatur ini. Nilai kekerasan terendah pada suhu *temper* 650°C dengan nilai kekerasan 39.1 HRC. Maka semakin tinggi suhu *tempering* pada baja SKD 11 maka kekerasan akan menurun.

Dari hasil foto struktur mikro *raw material*, didapat struktur *pearlite* dan *cementite*. Namun, setelah dilakukan proses *quench-temper* dengan temperatur *tempering* 400°C, 550°C dan 650°C, struktur yang terbentuk adalah *pearlite* dan *martensite* (M)

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arief, Murtiano. 2012. *Pengaruh Quenching dan Tempering terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang untuk Mata Pisau Pemanen Sawit*, Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara
- [2] Gunawan, Dwi Haryadi. 2005. *Pengaruh Suhu Tempering terhadap Kekerasan Struktur Mikro dan Kekuatan Tarik pada Baja K-460*, Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP
- [3] Sumidi., Respati, Bondan. 2014. *Analisis Proses Tempering pada Baja dengan Kandungan Karbon 0.46% Hasil Spray Quench*, Program Studi Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang
- [4] Callister, William. 1996. *Material Science and Engineering*, Department of Metallurgical Engineering The University of Utah