

**STUDI KEKERASAN BAJA PERKAKAS JIS SKD11  
DENGAN PERLAKUAN *DOUBLE TEMPERING***



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Strata I  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Tridinanti**

**Disusun Oleh:**

**Muhammad Alfattah Azhari Sujabad**

**1802220070**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

**2023**

UNIVERSITAS TRIDIPONEGORO  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN



SKRIPSI

STUDI KEKERASAN BAJA PERKAKAS JIS SKD 11  
DENGAN PERLAKUAN *DOUBLE TEMPERING*

Oleh :

Muhammad Alfattah Azhari Sujabad  
1802220070

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Ir. H. MUHAMMAD LAZIM, MT.

Diperiksa dan Disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing I,

Ir. R. KOHAR, MT.

Dosen Pembimbing II,

HJ. RITA MARIA VERANIKA, ST., MT.

Disahkan Oleh :

Dekan, Fakultas Teknik,



H. ZEIN NAIN FATONI, MT., MM.

SKRIPSI

STUDI KEKERASAN BAJA PERKAKAS JIS SKD 11  
DENGAN PERLAKUAN *DOUBLE TEMPERING*

Disusun Oleh :

Muhammad Alfatmih Azhari Sujabad

1802220070

Telah Diuji dan Dinyatakan Lulus Dalam Sidang Sarjana Pada

Tanggal 25 September 2023

Tim Penguji,

Nama :

tanda tangan :

1. Ketua penguji

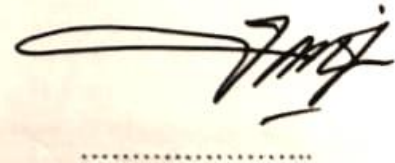
Ir. H. Suhardan MD, MS, Met. Ip



.....

2. Penguji 2


Ir. Muh Amin Fauzie, MT



.....

3. Penguji 3

Ir. H. M. Ali, MT



.....

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Alfattah Azhari Sujabad

NIM : 1802220070

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “**STUDI KEKERASAN BAJA PERKAKAS JIS SKD 11 DENGAN PERLAKUAN *DOUBLE TEMPERING***” adalah benar merupakan hasil karya sendiri. Hal – hal yang bukan karya saya dalam skripsi ini diberi tanda cetasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbeukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas skripsi ini, saya bersedia meneriam sanksi akademik berupa pencabutan skripsi dan gelar yang saya peroleh dari skripsi tersebut.

Palembang, Oktober 2023



10000  
REPUBLIK INDONESIA  
429ABAJX074979727

Muhammad Alfattah Azhari  
Nim. 1802220070

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

### SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Alfattah Azhari Sujabad

Nim : 1802220070

Jenis Karya : Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti hak bebas royalti nonesklusif (*ecslisive royalty right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

### STUDI KEKERASAN BAJA PERKAKAS JIS SKD 11 DENGAN PERLAKUAN *DOUBLE TEMPERING*

Beserta perangkat yang ada, dengan hal royalti eksklusif ini Universitas Tridinanti berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan memiliki hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengna sebenarnya tanpa ada paksaan tekanan dari pihak manapun.

Dibuat di Palembang

Tanggal Oktober 2023

Yang menyatakan,



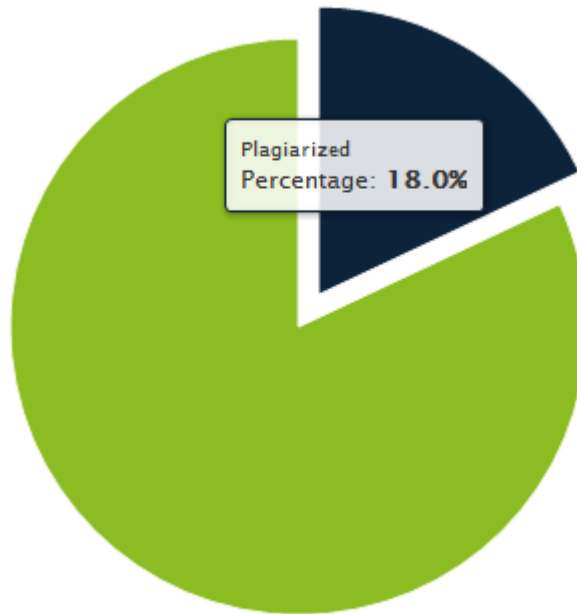
Muhammad Alfattah Azhari

Nim : 1802220070



# Plagiarism Checker X Originality Report

## PlagiarismCheckerX Summary Report



■ Plagiarized ■ Unique

Date	Tuesday, October 17, 2023
Words	960 Plagiarized Words / Total 5327 Words
Sources	More than 115 Sources Identified.
Remarks	Low Plagiarism Detected – Your Document needs Optional Improvement.



# Plagiarism Checker X Originality Report

**Similarity Found: 18%**

Date: Tuesday, October 17, 2023

Statistics: 960 words Plagiarized / 5327 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

---

1 **BAB 1 PENDAHULUAN 1.1 Latar Belakang** JIS SKD11 terkait dengan sejarah dan perkembangan industri baja perkakas di Jepang. SKD11 adalah salah satu dari berbagai jenis baja perkakas yang telah diatur oleh Japanese Industrial Standards (JIS), yang merupakan badan standar industri Jepang. Baja perkakas ini memiliki sejarah dan latar belakang yang terkait dengan permintaan akan material yang memiliki ketahanan aus, kekerasan, dan kekuatan yang tinggi untuk aplikasi industri yang khusus.

Pada awal abad ke-20, industri manufaktur dan rekayasa di Jepang berkembang pesat, dan kebutuhan akan material yang dapat tahan terhadap kondisi operasional yang berat juga meningkat. Ini termasuk kebutuhan akan alat pemotong, cetakan, dan komponen lainnya yang bisa bertahan lama dalam lingkungan produksi yang menuntut. Sebagai tanggapan atas permintaan ini, berbagai jenis baja perkakas dikembangkan, diuji, dan disesuaikan dengan kebutuhan industri.

Baja JIS SKD11 telah diolah dengan perlakuan panas yang cermat untuk mencapai struktur mikro yang optimal. Proses pemanasan dan pendinginan yang dikendalikan secara tepat memungkinkan transformasi struktur kristal dalam material, menghasilkan kekerasan dan ketahanan aus yang diperlukan.

Standar seperti JIS SKD11 (Japanese Industrial Standards - SKD11) merupakan hasil dari kolaborasi dan upaya berbagai ahli dan organisasi industri di Jepang untuk merumuskan spesifikasi dan standar yang sesuai dengan kebutuhan industri pada saat itu. 1.2 Rumusan Masalah Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan permasalahan permasalahan sebagai berikut : 1.

## MOTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTO :

*“hidup itu harus ada rencana, ada target, dan ada sasaran yang harus di capai”*

*“ jika kamu tidak tahan dengan lelahnya belajar maka kamu harus tahan dengan perihnya kebodohan “*

### Kupersembahkan untuk :

- Ayah dan Ibu tercinta, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan kepada saya
- Dosen fakultas teknik
- Teman-teman angkatan
- Syafiya Rahmatilah, yang turut membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
- Almamaterku.



## ABSTRAK

Baja JIS SKD 11 adalah baja perkakas paduan karbon tinggi dan kromium tinggi yang digunakan untuk membuat cetakan kerja dingin, presisi tinggi yang tahan lama, baja SKD11 memiliki ketahanan yang baik dan kemampuan menjaga ukuran setelah perlakuan panas digunakan untuk membuat pekerjaan panas pembentuk tabung baja, mata bor, mata gergaji, dll

Proses pemanasan *hardening* dilakukan dengan memanaskan baja SKD11 pada temperatur austenite 850 °C dan waktu tahan 15 menit, kemudian pendinginan cepat dengan media air dan oli. Sedangkan untuk proses *hardening – double tempering* dengan temperature 350 °C dengan waktu tahan 15 menit dan tempering kedua pada temperatur 250 °C dengan waktu tahan 15 menit.

Kekerasan baja SKD 11 tanpa perlakuan awal adalah 25,9 HRc. Setelah *hardening*, nilai kekerasan meningkat menjadi 51,8 HRc dengan pendinginan air dan 41 HRc dengan pendinginan oli. Melalui proses *hardening* dan *double tempering*, tempering pertama pada 350°C menghasilkan 49,8 HRc (air) dan 40,56 HRc (oli), sedangkan tempering kedua pada 250°C menghasilkan 48,3 HRc (air) dan 38,2 HRc (oli). Media pendinginan berpengaruh pada kekerasan baja, dan *double tempering* digunakan untuk meningkatkan keuletan dan mengurangi kekerasan pada baja SKD 11. Selama proses *quenching*, struktur mikro yang terbentuk adalah martensit dan sisa austenite yang tidak berubah. Melalui perlakuan *double tempering*, martensit mengalami transformasi menjadi martensit temper yang terdiri dari ferrit dan karbida sementit. Selain itu, *double tempering* pada suhu yang berbeda mengurangi volume sebaran karbida dan menghasilkan bentuk yang lebih halus. Dengan berkurangnya volume karbida dan konsistensi struktur ferrit, keuletan baja meningkat, sementara kekerasan turun.

**Kata Kunci :** Baja SKD11, *double tempering*, *struktur mikro*, kekerasan

## ABSTRACT

*JIS SKD 11 steel is a high carbon and high chromium alloy tool steel used to make durable, high precision cold work molds, SKD11 steel has good durability and size keeping ability after heat treatment is used to make hot work steel tube forming, drill bits, saw blades, etc.*

*The hardening heating process is carried out by heating SKD11 steel to an austenite temperature of 850 °C and a holding time of 15 minutes, then cooling quickly with water and oil. Meanwhile, for the hardening process - double tempering at a temperature of 350 °C with a holding time of 15 minutes and second tempering at a temperature of 250 °C with a holding time of 15 minutes.*

*The hardness of SKD 11 steel without pretreatment is 25.9 HRc. After hardening, the hardness value increases to 51.8 HRc with water cooling and 41 HRc with oil cooling. Through the hardening and double tempering process, the first tempering at 350°C produces 49.8 HRc (water) and 40.56 HRc (oil), while the second tempering at 250°C produces 48.3 HRc (water) and 38.2 HRc (oil). The cooling medium affects the hardness of the steel, and double tempering is used to increase ductility and reduce hardness in SKD 11 steel. During the quenching process, the microstructure formed is martensite and the remaining austenite remains unchanged. Through double tempering treatment, martensite undergoes transformation into tempered martensite which consists of ferrite and cementite carbide. In addition, double tempering at different temperatures reduces the distribution volume of the carbide and produces a smoother shape. As the carbide volume and ferrite structure consistency decrease, the ductility of the steel increases, while the hardness decreases.*

**Keywords :** *SKD11 steel, double tempering, microstructure, hardness*

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT tak henti-hentinya diucapkan, karena atas Rahmat dan hidayah-Nya Skripsi ini dapat selesai dengan baik. Banyak hambatan dan rintangan yang terjadi selama Menyusun skripsi ini. Walaupun demikian semua merupakan tantangan yang harus dihadapi. Skripsi yang berjudul **”STUDI KEKERASAN BAJA JIS SKD 11 DENGAN PERLAKUAN *DOUBLE TEMPERING*”** dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Strata Satu di Universitas Tridianti. Meskipun penyusunan skripsi ini telah selesai, tetap disadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi materi, penyajian maupun bahasannya. Oleh karena itu sangat diharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, perkenankanlah untuk menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu didalam penyusunan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Khususnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE, MS, selaku Rektor UNANTI.
2. Ir. Zulkarnain Fatoni, MT Selaku Dekan Falkultas Teknik UNANTI.
3. Ir. H. Muhammad Lazim, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin UNANTI.
4. Martin Luther King, ST,.MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin UNANTI.
5. Ir. R Kohar, MT. selaku dosen pembimbing I.
6. Hj. Rita Maria Veranika, ST,. MT. selaku dosen pembimbing II.

7. Seluruh Staff Dosen dilingkungan Prodi Teknik Mesin UTP yang tidak bisa disebut satu persatu.
8. Orang tua dan keluarga dirumah.
9. Serta teman-teman yang telah memberikan dorongan dan semangat.

Akhir kata dengan kerendahan hati, semoga skripsi dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Palembang, Oktober 2023

Muhammad Alfattah Azhari

## DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
MOTO DAN PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Metodologi Penulisan.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Pengertian Baja Paduan .....	6
2.2 Baja perkakas JIS SKD 11 ( <i>Heat Treatment</i> ).....	7
2.3 Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ).....	8
2.4 Diagram <i>Time Tranformation-temperatur</i> (TTT) .....	9

2.5 Diagram Fasa Fe-3C.....	10
2.6 Perlakuan panas ( <i>Heat Treatment</i> ).....	11
2.7 Jenis-Jenis Perlakuan panas .....	11
2.7.1 <i>Hardening</i> .....	11
2.7.2 <i>Tempering</i> .....	12
2.8 Metode <i>Tempering</i> .....	12
2.8.1 Mekanisme <i>Tempering</i> .....	13
2.9 Pengujian Kekerasan .....	14
2.10 Martensit .....	15
2.11 Struktur Mikro Ferrit dan Perlit.....	16
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	 17
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan Uji Kekerasan yang digunakan .....	18
3.2.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.2.2 Bahan – bahan Peneliatian.....	19
3.3 Prosedur Pengujian .....	20
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	 22
4.1 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	22
4.2 Pengamatan Struktur Mikro.....	24
4.2.1 Hasil Penelitian Struktur Mikro.....	24
4.3 pembahasan .....	28
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	 33
5.1 KESIMPULAN .....	33
5.2 SARAN .....	33
 DAFTAR PUTAKA .....	 34
 LAMPIRAN .....	 

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Komposisi kimia Baja Perkakas JIS SKD11 .....	8
Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian Pengujian Kekeerasan.....	22

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Diagram TTT.....	10
2.2 Diagram Fasa Fe <sub>3</sub> C .....	10
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	17
3.2 Tungku Pemanas ( <i>Furnace</i> ).....	18
3.3 Alat uji Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	19
3.4 Alat uji Mikroskop .....	19
3.5 Bahan uji spesimen Baja JIS SKD11 .....	20
3.6 Media Pendinginan Air Garam dan Oli .....	20
4.1 Grafik Hasil Rata-rata Uji kekerasan <i>Rockwell</i> .....	23
4.2 Struktur Mikro Baja JIS SKD11 Tanpa Perlakuan panas (Etsa Nital 3% pembesaran 400x).....	24
4.3 Struktur Mikro Baja JIS SKD11 dengan perlakuan pertama pada temperatur 850°C dan didinginkan dalam media air laut. (Etsa Nital 3% pembesaran 400x).....	25
4.4 Struktur Mikro Baja JIS SKD11 dengan perlakuan hardening pada temperatur 850°C dan didinginkan dalam media oli.(Etsa Nital 3% pembesaran 400x).....	26



- 4.5 Struktur Mikro Baja JIS SKD11 *hardening* air laut dan oli dengan perlakuan kedua tempering pada temperatur 350°c lalu ditahan selama 15 menit. (Etsa Nital 3% pembesaran 400x)..... 27
- 4.6 Struktur Mikro Baja JIS SKD11 *hardening* air laut dan oli dengan perlakuan ketiga tempering pada temperatur 250°c lalu ditahan selama 15 menit dengan pendinginan udara terbuka. (Etsa Nital 3% pembesaran 400x)..... 28

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

JIS SKD11 terkait dengan sejarah dan perkembangan industri baja perkakas di Jepang. SKD11 adalah salah satu dari berbagai jenis baja perkakas yang telah diatur oleh *Japanese Industrial Standards* (JIS), yang merupakan badan standar industri Jepang. Baja perkakas ini memiliki sejarah dan latar belakang yang terkait dengan permintaan akan material yang memiliki ketahanan aus, kekerasan, dan kekuatan yang tinggi untuk aplikasi industri yang khusus.

Pada awal abad ke-20, industri manufaktur dan rekayasa di Jepang berkembang pesat, dan kebutuhan akan material yang dapat tahan terhadap kondisi operasional yang berat juga meningkat. Ini termasuk kebutuhan akan alat pemotong, cetakan, dan komponen lainnya yang bisa bertahan lama dalam lingkungan produksi yang menuntut. Sebagai tanggapan atas permintaan ini, berbagai jenis baja perkakas dikembangkan, diuji, dan disesuaikan dengan kebutuhan industri.

Baja JIS SKD11 telah diolah dengan perlakuan panas yang cermat untuk mencapai struktur mikro yang optimal. Proses pemanasan dan pendinginan yang dikendalikan secara tepat memungkinkan transformasi struktur kristal dalam material, menghasilkan kekerasan dan ketahanan aus yang diperlukan.

Standar seperti JIS SKD11 (*Japanese Industrial Standards - SKD11*) merupakan hasil dari kolaborasi dan upaya berbagai ahli dan organisasi industri di Jepang untuk merumuskan spesifikasi dan standar yang sesuai dengan kebutuhan industri pada saat itu.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana perbedaan nilai kekerasan pada baja perkakas JIS SKD11 tanpa perlakuan, dengan setelah perlakuan *Hardening* dan *Doubletempering*?
2. Bagaimana pengamatanstruktur mikro baja perkakas JIS SKD11 akibat proses *Hardening* pendinginan media air laut dan Oli SAE40 lalu di *Double tempering* dengan waktu tahan 15 menit?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang di bahas pada penelitian ini tidak keluar dari topik pembahasan ini yang akan di bahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perbedaan nilai kekerasan pada baja perkakas JIS SKD11 tanpa perlakuan, dengan setelah perlakuan *Hardening* dan *Doubletempering*.
2. Bagaimana pengmatan struktur mikro baja perkakas JIS SKD11 akibat proses *Hardening* pendinginan media air laut dan Oli SAE40 lalu di *Double tempering* dengan waktu tahan 15menit.

#### 1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang di ambil dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui perbedaan nilai kekerasan pada baja perkakas JIS SKD11 tanpa perlakuan, dengan setelah perlakuan *Hardening* dan *Doubletempering*.
2. Untuk mengamati perubahan struktur mikro baja perkakas JIS SKD11 akibat proses *Hardening* pendinginan media air laut dan Oli SAE40 lalu di *Double tempering* dengan waktu tahan 15menit.

#### 1.5 Manfaat

Dari Hasil penelitian ini akan memberikan wawasan mendalam tentang efek suhu dan waktu tempering pada baja SKD 11. Ini memungkinkan produsen untuk mengoptimalkan perlakuan panas untuk mencapai kombinasi yang optimal antara kekerasan dan keuletan sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariobimo, Rianti Dewi Sulamet. 2006. Pengaruh Suhu Tempering Terhadap SKD 11 Mod. Jurnal Fakultas Teknologi Industri - Universitas Trisakti.
- Aryabrata, dkk. 2018. Analisis Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Tahan Tempering pada Proses *Hardening* Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Material Hammer Crusher. Jurnal Fakultas Technology Industry - ITS.
- Digital Meter, 2019, di akses dari : <https://trijinx.com/tujuan-melakukan-uji-kekerasan/>. Diakses pada 13 Agustus 2023
- Khan, Mochammad Ghulam Isaq. 2015. Analisa Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Pada Baja Aar-M201 Grade E. Surabaya : Teknik Material Dan Metalurgi – ITS.
- Kurnia Widhi, A. (2017). Pengaruh perubahan temperatur pada proses quenching partitioning terhadap mikrostruktur dan kekerasan baja JIS SKD 11. Machine : Jurnal Teknik Mesin,
- No            Name,            2022,            di            akses            dari            :  
[https://id.wikipedia.org/wiki/Baja\\_paduan](https://id.wikipedia.org/wiki/Baja_paduan). Diakses pada 16 Agustus 2023
- Metaextra, 2020, di akses dari : <https://www.metaextra.com/jis-japanese-industrial-standards-itu-apa-sih/>. Diakses pada 25 Juli 2023