

**PENGARUH VARIASI PERLAKUAN PANAS *TEMPERING*  
TERHADAP PROFIL KEDALAMAN KEKERASAN PADA  
BAJA SKD 11 UNTUK APLIKASI *DIES***

**TUGAS AKHIR**

**ENGGAR ARDANA WYNALDA  
12316004**



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
2020**

**PENGARUH VARIASI PERLAKUAN PANAS *TEMPERING*  
TERHADAP PROFIL KEDALAMAN KEKERASAN PADA  
BAJA SKD 11 UNTUK APLIKASI *DIES***

**TUGAS AKHIR**

**ENGGAR ARDANA WYNALDA  
12316004**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Metalurgi



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
2020**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Enggar Ardana Wynalda

NIM : 123.16.004

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'A' followed by a smaller, more complex set of strokes.

Tanggal : 20 Agustus 2020

**LEMBAR PENGESAHAN**

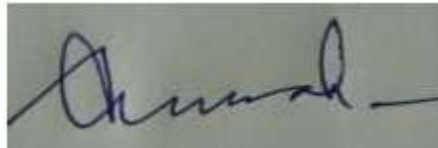
**“PENGARUH VARIASI PERLAKUAN PANAS *TEMPERING* TERHADAP  
PROFIL KEDALAMAN KEKERASAN PADA BAJA SKD 11 UNTUK  
APLIKASI DIES”**

**TUGAS AKHIR**

**ENGGAR ARDANA WYNALDA  
12316004**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Metalurgi

Menyetujui,  
Kota Deltamas,  
Pembimbing



**Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., Ph.D**  
NIP: 19520318976031001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Metalurgi



**Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T.**  
NIP: 198003242009121004

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'amiin, puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkat ramat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir dengan judul *PENGARUH VARIASI PERLAKUAN TEMPERING TERHADAP PROFIL KEDALAMAN KEKERASAN PADA BAJA SKD 11 UNTUK APLIKASI DIES* ini. Laporan ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik di program studi Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi dan Sains Bandung. Penulis menyadari bahwa laporan hasil penelitian ini tidak mungkin dapat terealisasi tanpa dukungan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc.,Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam mengarahkan, membimbing, maupun memberikan motivasi dan pengalaman berharga bagi penulis mulai dari awal sampai akhir.
2. Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T selaku ketua program studi Teknik Metalurgi ITSB yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
3. Dosen-dosen yang mengajar Teknik Metalurgi dan Teknik Material yang selama ini telah berkenan meluangkan waktunya untuk memberi ilmu kepada kami.
4. Untung Sugiharto dan Suminar selaku orang tua penulis atas jasanya yang tak terhingga, atas dukungan baik moril maupun materil, serta do'a yang dipanjatkan selama ini untuk keberhasilan penulis untuk mencapai apa yang dicita-citakannya.dan juga kedua adik penulis.
5. Kawan-kawan Himatama ITSB yang telah banyak memberikan cerita selama di masa kuliah ini serta atas do'a dan dukungannya selama penulis mengerjakan tugas akhir ini.
6. Teman-teman TMM ITSB Angkatan 2016 yang telah memberikan banyak cerita selama masa perkuliahan serta do`a dan dukungannya selama penulisan Tugas Akhir.

7. Teman seperjuangan mengerjakan tugas akhir yaitu Afa Imannisya Noor dan Tara Lydwina yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penulisan tugas akhir.
8. Mas Dede dan Anggota KFJ yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis selama penulisan tugas akhir.
9. Pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Akhir kata semoga Allah SWT berkenan memberikan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah membantu. Besar harapan penulis agar hasil penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Kota Deltamas, 20 Agustus 2020



Penulis

## LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai civitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Enggar Ardana Wynalda

NIM : 12316004

Program Studi : Teknik Metalurgi

Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Pengaruh Variasi Perlakuan Panas *Tempering* Terhadap Profil Kedalaman Kekerasan Pada Baja SKD 11 Unruk Aplikasi Dies”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi

Pada tanggal : 20 Agustus 2020

Yang menyatakan



( Enggar Ardana Wynalda )

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Ruang Lingkup Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Metodologi Penelitian.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Sistematika Penulisan .....</b>	<b>5</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Klasifikasi Material Baja .....</b>	<b>6</b>
2.1.1 Karakteristik Baja SKD 11 .....	11
<b>2.2 Perlakuan Panas Baja .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Diagram TTT (Time Temperature Transformation) Baja SKD 11 .....</b>	<b>27</b>
<b>2.4 Diagram CCT (Continuous Cooling Transformation) Baja SKD 11 .....</b>	<b>29</b>
<b>2.5 Hardenability Baja SKD 11 .....</b>	<b>30</b>
<b>BAB III PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN .....</b>	<b>32</b>



<b>3.1 Alat dan Bahan .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2 Diagram Alir Percobaan.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Prosedur Percobaan .....</b>	<b>36</b>
3.3.1 Preparasi Sampel.....	36
3.3.2 Proses Perlakuan Panas.....	37
3.3.3 Metalografi.....	38
3.3.4 Pengamatan Mikrostruktur .....	40
3.3.5 Pengujian Kekerasan.....	41
<b>3.4 Hasil Uji Kekerasan .....</b>	<b>42</b>
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1 Pengaruh Variasi Tempering Terhadap Kekerasan Rata-Rata Baja     SKD 11 .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2 Pengaruh Jarak Terhadap Kekerasan Baja SKD 11 .....</b>	<b>45</b>
<b>4.3 Pengaruh Sturuktur Mikro Terhadap Kekerasan Baja SKD 11.....</b>	<b>46</b>
<b>4.4 Perbandingan Hardenability Baja SKD 11 Dengan Penelitian     Sebelumnya .....</b>	<b>49</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>50</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>50</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>50</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik temperature austenisasi vs nilai kekerasan SKD 11 .....	12
Gambar 2. 2 Diagram fasa Iron-Carbon.....	12
Gambar 2. 3 Diagram fasa Carbon Steels .....	14
Gambar 2. 4 Microstructural constituents of slowly cooled carbon steels .....	16
Gambar 2. 5 Rekomendasi temperature untuk heat treating carbon steels .....	19
Gambar 2. 6 Representative microstructure of carbon steels.....	21
Gambar 2. 7 Relation of maximum attainable hardness of quenched steels to carbon content .....	22
Gambar 2. 8 Variasi kekerasan pada ukuran rounds yang berbeda .....	24
Gambar 2. 9 Microstructure and corresponding hardness of heat treated high carbon steel.....	25
Gambar 2. 10 Efek temperatur tempering terhadap kekerasan carbon steels .....	26
Gambar 2. 11 Efek waktu tempering terhadap kekerasan carbon steels.....	27
Gambar 2. 12 Diagram TTT Baja SKD 11 .....	29
Gambar 2. 13 Diagram CCT Baja SKD 11 .....	30
Gambar 3. 1 Furnace .....	32
Gambar 3. 2 Rockwell Hardness Test .....	33
Gambar 3. 3 Water Jet Cutting.....	33
Gambar 3. 4 Mikroskop Optik .....	34
Gambar 3. 5 Prosedur Percobaan Penelitian .....	35
Gambar 3. 6 Sampel Baja SKD 11.....	36
Gambar 3. 7 Proses Heat Treatment .....	38
Gambar 3. 8 Tahap Per Grit Pengampalsan .....	39
Gambar 3. 9 Titik-titik Pengujian Kekerasan .....	41
Gambar 4. 1 Grafik pengaruh temperature tempering terhadap kekerasan .....	44
Gambar 4. 2 Grafik kedalaman terhadap kekerasan .....	45
Gambar 4. 3 Struktur Mikro Awal Baja SKD 11 Perbesaran 500x .....	46
Gambar 4. 4 Struktur Mikro Baja SKD 11 Temp Tempering 300°C Perbesaran 500x.....	47
Gambar 4. 5 Struktur Mikro Baja SKD 11 Temp Tempering 350°C Perbesaran 500x.....	47
Gambar 4. 6 Struktur Mikro Baja SKD 11 Temp Tempering 400°C Perbesaran 500x.....	48
Gambar 4. 7 Struktur Mikro Baja SKD 11 Temp Tempering 450°C Perbesaran 500x.....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Compositions of 5 plain low carbon, 3 high strength, low alloy steels .	6
Tabel 2. 2 Sifat mekanik hot rolled material dan aplikasi dari low carbon dan high strength, low alloy steels .....	7
Tabel 2. 3 AISI/SAE dan UNS design system dan komposisi rata-rata carbon steel dan low alloy steel.....	9
Tabel 2. 4 Aplikasi dan sifat mekanik rata-rata untuk oil quenched dan tempered carbon steel dan low alloy steels .....	10
Tabel 2. 5 Designations, komposisi, dan aplikasi untuk 6 tool steels.....	10
Tabel 2. 6 Komposisi SKD 11 Menurut JIS .....	11
Tabel 3. 1 Jumlah Sampel .....	37
Tabel 3. 2 Detail Titik Pengujian Kekerasan .....	41
Tabel 3. 3 Hasil Uji Kekerasan .....	42

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Ukuran Sampel Baja SKD 11 .....	53
Lampiran 2 Tabel Hasil Kekerasan HRc .....	53
Lampiran 3 Struktur Mikro Sampel awal Perbesaran 50x .....	54
Lampiran 4 Struktur Mikro Sampel awal Perbesaran 100x .....	54
Lampiran 5 Struktur Mikro Sampel Temperatur Tempering 300°C Perbesaran 50x .....	55
Lampiran 6 Struktur Mikro Sampel Temperatur Tempering 300°C Perbesaran 100x.....	55
Lampiran 7 Struktur Mikro Sampel Temperatur Tempering 350°C Perbesaran 50x .....	56
Lampiran 8 Struktur Mikro Sampel Temperatur Tempering 350°C Perbesaran 100x.....	56
Lampiran 9 Struktur Mikro Sampel Temperatur Tempering 400°C Perbesaran 50x .....	57
Lampiran 10 Struktur Mikro Sampel Temperatur Tempering 400°C Perbesaran 100x.....	57
Lampiran 11 Struktur Mikro Sampel Temperatur Tempering 450°C Perbesaran 50x.....	58
Lampiran 12 Struktur Mikro Sampel Temperatur Tempering 450°C Perbesaran 100x.....	58