

LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan Judul:

Pengaruh Proses *Hardening* Material SKD 61 Menggunakan Teknik *Single Quenching* dan *Double Quenching* Terhadap Sifat Mekanik

Telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan di depan Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Darma Persada, pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 26 Juni 2024
Disusun Oleh :
Nama : Stefanus Bagas
NIM : 2019250063
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Mahasiswa


Dr. Ir. Asy'ari, SE, SKom.I, MSc, MM, M.Ag


Stefanus Bagas

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan Judul:

Pengaruh Proses *Hardening* Material SKD 61 Menggunakan Teknik *Single Quenching* dan *Double Quenching* Terhadap Sifat Mekanik

Telah disidangkan pada Tanggal 29 Juli 2024 dihadapan
Dewan Penguji dan dinyatakan Lulus sebagai Sarjana Teknik Mesin
Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Mesin

Nama : Stefanus Bagas
NIM : 2019250063
Program Studi : Teknik Mesin

Mengesahkan

Dosen Penguji I



Dr. Ir. Erwin, S.T., M.T.
NIDN: 0430107902

Dosen Penguji II



Dr. Ir. Asy'ari, S.E., S.Kom.I., M.Sc., M.M., M.Ag.
NIDN: 0321106601

Dosen Penguji III



Herry Susanto, S.T., M.Si
NIDN: 0309107704

Dosen Penguji IV



Dr. Rolan Siregar, S.T., M.T.
NIDN: 032409003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Didik Sugiyanto, ST., M.Eng.
NIDN: 0625098201

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Stefanus Bagas
NIM : 2019250063
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik Universitas Darma Persada
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Proses *Hardening* Material SKD 61
Menggunakan Teknik *Single Quenching* dan
Double Quenching Terhadap Sifat Mekanik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini saya susun sendiri berdasarkan hasil penelitian, bimbingan dan panduan dari buku-buku referensi yang terkait tema Tugas Akhir ini dengan menuliskan citasinya. Selanjutnya laporan Tugas ini bebas dari Plagiasi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bertanggungjawab atas semua yang ditulis dalam laporan Tugas Akhir ini.

Jakarta, 22 Juli 2024

Penulis



Stefanus Bagas

2019250063

LAPORAN TUGAS AKHIR

Pengaruh Proses *Hardening* Material SKD 61 Menggunakan Teknik *Single Quenching* dan *Double Quenching* Terhadap Sifat Mekanik

Diajukan sebagai Syarat Kelulusan Mencapai Gelar Sarjana Teknik
pada Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Mesin

Universitas Darma Persada



Disusun Oleh:

Stefanus Bagas

NIM: 2019250063

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DARMA PERSADA JAKARTA

TAHUN 2024

LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan Judul:

Pengaruh Proses *Hardening* Material SKD 61 Menggunakan Teknik *Single Quenching* dan *Double Quenching* Terhadap Sifat Mekanik

Telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan di depan Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Darma Persada, pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 26 Juni 2024

Disusun Oleh :

Nama : Stefanus Bagas

NIM : 2019250063

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Mahasiswa

Dr. Ir. Asy'ari, SE, SKom.I, MSc, MM, M.Ag

NIK: 251001

Stefanus Bagas

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan Judul:

Pengaruh Proses *Hardening* Material SKD 61 Menggunakan Teknik *Single Quenching* dan *Double Quenching* Terhadap Sifat Mekanik

Telah disidangkan pada Tanggal tgl/ bulan/ tahun dihadapan
Dewan Penguji dan dinyatakan Lulus sebagai Sarjana Teknik Mesin
Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Mesin

Nama : Stefanus Bagas

NIM : 2019250063

Program Studi : Teknik Mesin

Mengesahkan

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dr. Ir. Erwin, S.T., M.T.

Dr. Ir. Asy'ari, S.E, S.Kom.I., M.Sc., M.M., M.Ag.

NIDN: 0430107902

NIDN: 0321106601

Dosen Penguji III

Dosen Penguji IV

Herry Susanto, S.T., M.Si

Dr. Rolan Siregar, S.T., M.T.

NIDN: 0309107704

NIDN:032409003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Didik Sugiyanto, ST.,M.Eng.

NIDN: 0625098201

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Stefanus Bagus
NIM : 2019250063
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik Universitas Darma Persada
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Proses *Hardening* Material SKD 61
Menggunakan Teknik *Single Quenching* dan
Double Quenching Terhadap Sifat Mekanik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini saya susun sendiri berdasarkan hasil penelitian, bimbingan dan panduan dari buku-buku referensi yang terkait tema Tugas Akhir ini dengan menuliskan citasinya. Selanjutnya laporan Tugas ini bebas dari Plagiasi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bertanggungjawab atas semua yang ditulis dalam laporan Tugas Akhir ini.

Jakarta, 22 Juli 2024

Penulis

Stefanus Bagus

2019250063

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Proses *Hardening* Material SKD 61 Menggunakan Teknik *Single Quenching* dan *Double Quenching* Terhadap Sifat Mekanik” dapat terselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini dibuat dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Studi Sarjana Teknik Mesin di Universitas Darma Persada. Banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Didik Sugiyanto, ST., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Darma Persada, yang telah meluangkan waktu untuk mengarahkan selama penyusunan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Ir. Asy'ari, SE, SKom.I, MSc, MM, M.Ag, selaku Dosen Pembimbing saya, yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan selama penyusunan laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Alfonsus Roli, selaku Orang Tua yang telah memberikan *support* selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Rekan rekan Teknik Mesin Angkatan 2019 yang telah memberikan *support* selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh pihak yang telah meluangkan waktu dan membantu untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

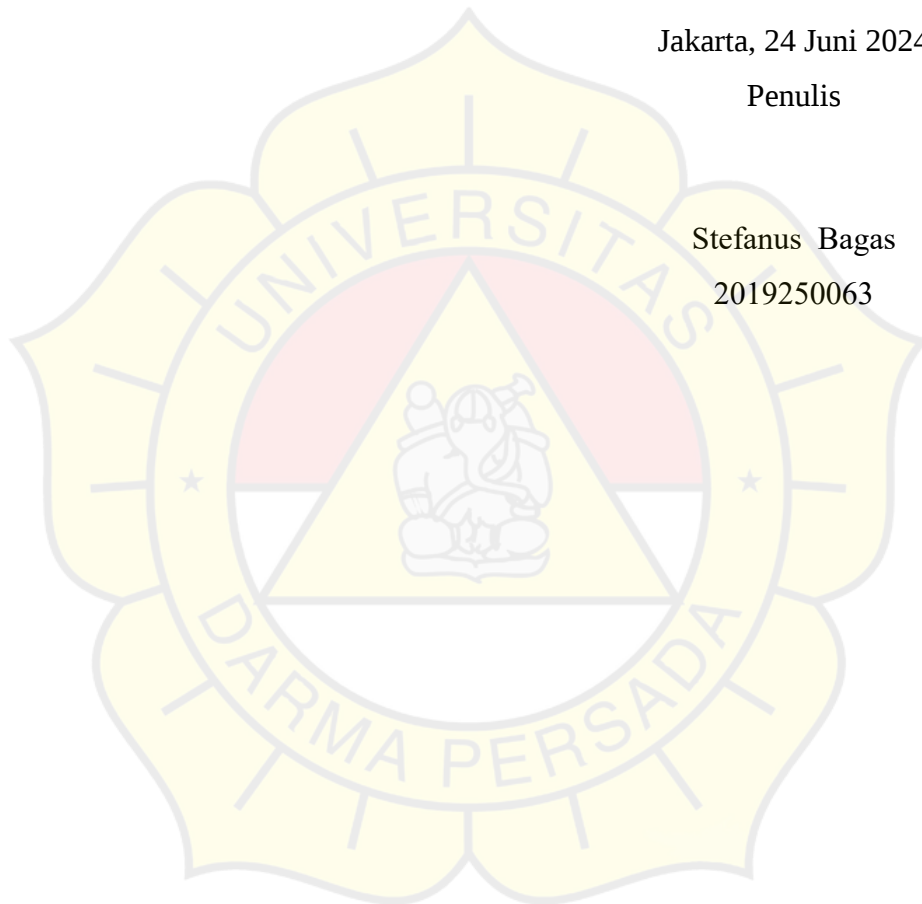
Menyadari laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembacanya.

Jakarta, 24 Juni 2024

Penulis

Stefanus Bagas

2019250063



ABSTRAK

Penelitian ini difokuskan untuk menginvestigasi pengaruh teknik *Single Quenching* dan *Double Quenching* terhadap sifat mekanis material SKD 61, terutama dalam konteks kekuatan pada uji bending dan kekerasan pada uji *Brinell*. Metode penelitian melibatkan pemanasan spesimen SKD 61 hingga 1000°C selama 15 menit, kemudian didinginkan menggunakan media oli dan udara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik *Single Quenching* dengan media oli meningkatkan kekuatan bending dari 406,89 N/mm² menjadi 435,84 N/mm² dan kekerasan dari 255 HB menjadi 315 HB. Teknik *Single Quenching* dengan udara meningkatkan kekuatan bending menjadi 410,88 N/mm² dan kekerasan menjadi 290 HB. Sementara itu, teknik *Double Quenching* dengan kombinasi media oli dan udara menghasilkan kekuatan bending sebesar 430,08 N/mm² dan kekerasan sebesar 305 HB. Temuan ini mengimplikasikan bahwa pemilihan media *quenching* yang tepat dapat mengoptimalkan sifat mekanis SKD 61, yang sangat penting untuk aplikasi industri yang membutuhkan kombinasi ketangguhan dan kekuatan yang tinggi.

Kata Kunci: SKD 61, *Single Quenching*, *Double Quenching*, uji bending, kekerasan Brinell, sifat mekanis, perlakuan panas, media pendingin.

ABSTRACT

This study focuses on investigating the effects of Single Quenching and Double Quenching techniques on the mechanical properties of SKD 61 material, particularly in the context of bending strength and Brinell hardness tests. The research methodology involved heating SKD 61 specimens to 1000°C for 15 minutes, followed by cooling using oil and air media. The results indicated that the Single Quenching technique with oil increased the bending strength from 406.89 N/mm² to 435.84 N/mm² and the hardness from 255 HB to 315 HB. The Single Quenching technique with air increased the bending strength to 410.88 N/mm² and the hardness to 290 HB. Meanwhile, the Double Quenching technique with a combination of oil and air media resulted in a bending strength of 430.08 N/mm² and a hardness of 305 HB. These findings imply that the appropriate selection of quenching media can optimize the mechanical properties of SKD 61, which is crucial for industrial applications requiring a combination of toughness and high strength.

Keywords: SKD 61, Single Quenching, Double Quenching, bending test, Brinell hardness, mechanical properties, heat treatment, cooling media.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR SYMBOL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6.Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Baja SKD 61	6
2.2. Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	7
2.2.1. <i>Hardening</i>	8
2.2.2. <i>Quenching</i>	8

2.2.3. Penahanan Suhu Stabil (<i>Holding Time</i>)	10
2.3. Pengujian Bending	11
2.3.1 Uji Bending Tiga Titik (<i>Three Point Bending Test</i>)	12
2.4. Pengujian Kekerasan (<i>Brinell</i>)	12
2.5. Standar Pengujian	13
2.5.1 ASTM E290	13
2.5.2 ASTM E10	14
2.6. Hipotesis Penelitian	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1. Diagram Alir Penelitian	16
3.2. Variabel Penelitian	19
3.2.1. Variabel bebas	19
3.2.2. Variabel Terikat	19
3.3. Bahan dan Alat	19
3.3.1 Bahan	20
3.3.2 Alat	20
3.4. Desain Spesimen Penelitian	22
3.4.1 Spesimen Uji Bending	22
3.4.2 Spesimen Uji <i>Brinell</i>	23
3.4.3 Pembagian Spesimen Pengujian	23
3.5. Langkah – Langkah Pengujian	24
3.6. <i>Design of Experiment</i>	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Pengujian Bending	29
4.2 Hasil Pengujian <i>Brinell</i>	38
4.3 Pembahasan	47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.1 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Uji Bending 3 Titik	12
Gambar 2.2 Kekerasan (<i>Brinell</i>).....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.2 Alat Uji Bending Test	20
Gambar 3.3 Alat Uji Kekerasan (<i>Brinell</i>).....	21
Gambar 3.4 Maple Furnace (Oven).....	22
Gambar 3.5 Spesimen Uji Bending	23
Gambar 3.6 Spesimen Uji <i>Brinell</i>	23
Gambar 3.8 Proses Pemotongan Spesimen Uji	24
Gambar 3.9 Hasil Pemotongan Spesimen	24
Gambar 3.10 Pemanasan <i>Maple Furnace</i>	25
Gambar 3.11 Proses <i>Quenching</i>	25
Gambar 3.12 Persiapan Mesin Bending	26
Gambar 3.13 Proses Pengujian Bending	26
Gambar 3.14 Persiapan Mesin Uji Kekerasan (<i>Brinell</i>)	27
Gambar 3.15 Proses Pembersihan Permukaan Material.....	27
Gambar 3.16 Proses Pengujian Kekerasan (<i>Brinell</i>)	27
Gambar 4.1 Hasil Bending Spesimen <i>Non-Heat Treatment</i>	31
Gambar 4.2 Hasil Bending Spesimen <i>Single Quenching</i> dengan Media Oli	32
Gambar 4.3 Hasil Bending Spesimen <i>Single Quenching</i> dengan Media Udara..	33
Gambar 4.4 Hasil Bending Spesimen <i>Double Quenching</i> Media Oli dan Udara	35
Gambar 4. 5 Hasil Bending Spesimen <i>Double Quenching</i> Kedua Media Oli.....	36
Gambar 4.6 Hasil <i>Brinell</i> Spesimen <i>Non Heat Treatment</i>	39
Gambar 4.7 Hasil <i>Brinell Single Quenching</i> Media Oli	41
Gambar 4.8 Hasil <i>Brinell Single Quenching</i> Media Udara	42
Gambar 4.9 Hasil <i>Brinell Double Quenching</i> Media Oli dan Udara.....	44
Gambar 4. 10 Hasil <i>Brinell Double Quenching</i> Kedua Media Oli.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Material Properties SKD 61	7
Tabel 3. 1 <i>Design Of Experiment</i>	27
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Bending Non-Heat Treatment	30
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Bending Single Quenching Media Oli	31
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Bending Single Quenching Media Udara.....	32
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Bending Double Quenching Media Oli dan Udara	34
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Bending Double Quenching Kedua Media Oli	35
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Brinell Non Heat Treatment	38
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Brinell Single Quenching Media Oli.....	40
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Brinell Single Quenching Media Udara	41
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Brinell Double Quenching Media Oli dan Udara.....	43
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Brinell Double Quenching Kedua Media Oli.....	44
Tabel 4.11 Design of Experiment	47

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik Hasil Pengujian Bending <i>Test</i>	37
Grafik 4.2 Grafik Hasil Pengujian <i>Brinell</i>	46



DAFTAR SYMBOL

Symbol	Keterangan	Satuan
σ	Kekuatan Bending	N/mm ²
P	Beban Tekan atau Gaya	N
L	Jarak dua titik tumpuan	mm
W	Lebar spesimen	mm
T	Tebal spesimen	mm
BHN	<i>Brinell Hardness Number</i>	
P	Beban yang diberikan	Kg atau Kgf
D	Diamter indentor	mm
d	Diameter bekas lekukan	-
E	Modulus Elastisitas	N/mm ²
M	Momen Lentur	Nmm
I	Momen Inersia	N/mm ⁴
b	Lebar	mm
h	Tinggi	Mm
F	Gaya	N
c	Jarak dari Sumbu Netral ke Permukaan Terluar	mm