

***STUDY EXPERIMENT* SUHU ASUSTENITE PADA  
BAJA KARBON SEDANG TERHADAP NILAI  
KEKUATAN TARIK, NILAI KEKERASAN, DAN  
MIKROSTRUKTUR**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Kepada**

**Universitas Muhammadiyah Malang**

**Untuk Memenuhi salah satu Persyaratan Memperoleh Gelar**

**Sarjana Teknik Mesin**



**OLEH**

**MUHAMMAD ILHAM MAULANA**

**NIM : 202010120311049**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

**2020**

# LEMBAR PENGESAHAN

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**STUDY EXPERIMENT SUHU AUSTENITE PADA BAJA KARBON**  
**SEDANG TERHADAP NILAI KEKUATAN TARIK, NILAI KEKERASAN,**  
**DAN MIKROSTRUKTUR**

Diajukan Kepada :

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)

Teknik Mesin

Program Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Mesin

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Ilham Maulana

NIM : 202010120311049


Diterima dan Disetujui :

Pada Tanggal : 29 November 2024

Dosen Pembimbing 1

  
Dini Kurniawati, ST., MT  
NIP : 10809070478

Dosen Pembimbing 2










  
Dr. Ir. Achamd Fauzan Hery Soegiharto, MT.  
NIP : 108920800279

  
Mengesahkan  
Jurusan Mesin  
  
Siti Aisyah, ST., MT., Ph.D  
NIP : 10815030572


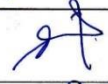

# LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Ilham Maulana  
NIM/NIRM : 202010120311049  
Dosen Pembimbing 1 : Dini Kurniawati, ST., MT.  
No SK dan Tanggal SK : NO:E.2/126/FT-Msn/UMM/II/2024  
Judul Tugas Akhir : *Study Experiment* Suhu Austenisasi  
Pada Baja Karbon Sedang Terhadap Nilai Kekuatan Tarik, Nilai Kekerasan, dan Mikrostruktur.

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Keterangan
1	04/03/24	- Menambahkan referensi jurnal internasional	
2	18/03/24	- Perubahan redaksi judul	
3	22/03/24	- Penambahan redaksi pada latar belakang - Perubahan rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan masalah	
4	28/03/24	- Perubahan redaksi pada referensi yang akan digunakan agar dapat di spesifikasikan pada penelitian yang dilakukan - Memperbaiki ukuran font	
5	03/07/24	- Perubahan penggunaan style sitasi - Penataan tempat sitasi	
6	27/07/24	- Merubah gambar dengan resolusi yang lebih baik - Menambahkan keterangan gambar dan tabel	
7	16/08/24	- Perubahan redaksi pada sub bab 3.1 tempat dan waktu penelitian - Penggunaan point pada sub bab 3.4 variabel penelitian.	
8	27/08/24	- Diagram alur dirubah ke sub bab 3.2 - 3.6 Tabulasi data	
9	02/09/24	- Perubahan redaksi pada judul "Baja karbon sedang" - Perubahan redaksi pada 3.1 waktu dan tempat penelitian - Penambahan alur pada diagram alir penelitian	
10	11/09/24	- Penambahan sub bab pada bab dua	



		<p>“Penjelasan variabel penelitian”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penggunaan point di ganti menjadi sub sub bab.</li> <li>- Lanjut penulisan Bab 4</li> </ul>	
11	28/09/24	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemilihan kata gunakan kata yang baku</li> <li>- Perubahan redaksi pada sub sub bab menjadi “hubungan antara”</li> </ul>	
12	01/10/24	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Referensi jurnal pada pembahasan dispesifikasikan dengan hasil yang didapat.</li> </ul>	
13	13/11/24	Persiapkan semhas dan sidang	

Malang, 13 November 2024  
Dosen Pembimbing I

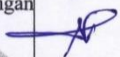
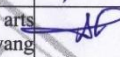
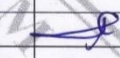
  
Dini Kurniawati, ST., MT  
NIP : 10809070478




MALANG

### LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Ilham Maulana  
NIM/NIRM : 202010120311049  
Dosen Pembimbing 2 : Dr. Ir. Achamd Fauzan Hery Soegiharto, MT  
No SK dan Tanggal SK : NO.E.2/126/FT-Msn/UMM/II/2024  
Judul Tugas Akhir : *Study Experiment* Suhu Austenisasi Pada Baja Karbon Sedang Terhadap Nilai Kekuatan Tarik, Nilai Kekerasan, dan Mikrostruktur.

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Keterangan
1	21/05/24	- Penulisan disesuaikan dengan template. - Pakai jurnal internasional	
2	02/10/24	- Gap Analisis, stage of the arts disesuaikan dengan penelitian yang akan dilakukan.	
3	14/10/24	- Segera semhas dan sidang	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

Malang, 14 November 2024  
Dosen Pembimbing 2

  
Dr. Ir. Achamd Fauzan Hery Soegiharto, MT.  
NIP : 108920800279

# SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Ilham Maulana  
NIM : 202010120311049  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa: Tugas akhir dengan judul: **STUDY EXPERIMENT SUHU AUSTENITE PADA BAJA KARBON SEDANG TERHADAP NILAI KEKUATAN TARIK, NILAI KEKERASAN, DAN MIKROSTRUKTUR.**

- Adalah hasil karya saya, dan dalam naskah tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, baik sebagian ataupun keseluruhan, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar Pustaka.
  1. Apabila ternyata di dalam naskah tugas akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TUGAS AKHIR ini DIGUGURKAN dan GELAR AKADEMIK YANG TELAH SAYA PEROLEH DIBATALKAN, serta diproses sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku.
  2. Tugas akhir ini dapat dijadikan sumber pustaka yang merupakan HAK BEBAS ROYALTI NON EKSKLUSIF.

Malang, 07 Januari 2025  
Penulis,



Muhammad Ilham Maulana  
202010120311049



# SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI

## SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Ilham Maulana  
NIM : 202010120311049  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Malang  
Judul Tugas Akhir : Study Experiment Suhu Austenite Pada Baja Karbon Sedang Terhadap Nilai Kekuatan Tarik, Nilai Kekerasan, Dan Mikrostruktur.


Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

- |   |
|---|
| 1. Naskah publikasi Tugas akhir tersebut Telah mengikuti format template JURNAL TURBINE |
| 2. Naskah tersebut TIDAK DIJINKAN oleh Pembimbing untuk diterbitkan di JURNAL TURBINE   |

Mengetahui  
Dosen Pembimbing 1

Yang menyatakan  
Penulis,

  
Dini Kurniawati, ST., MT  
NIDN : 0724018205

  
Muhammad Ilham Maulana  
202010120311049

## ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur *normalizing* baja karbon sedang terhadap nilai kekuatan tarik, kekerasan, dan mikrostruktur. Baja karbon sedang dibentuk menjadi spesimen pengujian diproses *heat treatment* hingga mencapai suhu austenite serta diberikan waktu penahanan selama 60 menit dan didinginkan dengan udara. Bahan dasar menggunakan baja karbon sedang yang mengandung 0,38% karbon, dimulai dengan membuat spesimen pengujian tarik (ASTM E8), kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode rockwell type B, dan dilakukan pengamatan mikrostruktur dengan mikroskop optik. Sebagai perbandingan dari masing-masing pengujian satu spesimen tidak diberikan proses *heat treatment*. Hasil pengujian tarik terdapat penurunan tingkat kekuatan spesimen pengujian, untuk spesimen pengujian *raw materials* nilai *yield strenght* dan *tensile strenght* mendapatkan nilai tertinggi yaitu 58,63 kgf/mm<sup>2</sup> dan 71,69 kgf/mm<sup>2</sup>, dan hasil pengujian terendah terdapat pada spesimen pengujian yang telah dilakukan proses *heat treatment* dengan nilai *yield strenght* dan *tensile strenght* yaitu 26,82 kgf/mm<sup>2</sup> dan 55,47 kgf/mm<sup>2</sup>. Presentasi *elongation* didapatkan bahwa persentase tertinggi pada spesimen *heat treatment* temperatur 900°C dengan nilai 28,93 % serta paling rendah pada spesimen *raw materials* dengan nilai 24,8 %, dan pada presentase *reduction area* persentase tertinggi didapat pada spesimen *heat treatment* temperatur 800°C dengan nilai 64,4 % dan nilai presentase paling rendah didapatkan pada spesimen *heat treatment* temperatur 900°C dengan nilai 50,77 %. Dari hasil pengujian kekerasan terdapat penurunan tingkat kekerasan dari hasil proses *heat treatment* dengan *raw materials*, dimana pada raw material nilai kekerasan yang didapat ialah 91,98 HRB serta pada spesimen proses *heat treatment* kekerasan tertinggi didapat pada temperatur 750°C dengan nilai kekerasan 89,03 HRB dan paling rendah pada temperatur 900°C dengan nilai 82,51 HRB. Serta pada pengamatan mikrostruktur dari keseluruhan pengujian yang dilakukan struktur fasa *ferrite* dan *pearlite*, akan tetapi dominasi pertumbuhan *pearlite* dan penurunan fasa *ferrite* pada spesimen *heat treatment* cukup signifikan, pada raw materials presentase fasa *ferrite* dan *pearlite* ialah 44,949% dan 55,051% serta pada spesimen proses *heat treatment* temperatur 750°C pertumbuhan persentase *pearlite* meningkat hingga 73,575% dan terjadi penurunan presentase *ferrite* sampai dengan 26,425% yang mengakibatkan tingkat kekerasannya lebih tinggi dari spesimen lainnya, dan pada temperatur 850°C terjadi peningkatan presentase *pearlite* hingga 69,657% dan penurunan fasa *ferrite* hingga 30,343% yang mengakibatkan terjadi peningkatan kekerasan pada temperatur 850°C. Spesimen pengujian yang telah diberikan proses *heat treatment* dengan variasi temperatur yang diberikan dapat menurunkan tingkat kekuatan tarik, kekerasan, dan mikrostruktur. Sesuai dengan hasil pengujian bahwa raw materials mendapatkan nilai lebih baik dibandingkan dengan spesimen yang telah diproses *heat treatment*.

Kata Kunci : Baja karbon sedang, perlakuan panas, *normalizing*, kekuatan tarik, kekerasan, mikrostruktur.



## ABSTRACT

*This research uses an experimental method, aiming to determine the effect of variations in the normalizing temperature of medium carbon steel on tensile strength, hardness and microstructure values. Carbon steel being formed into test specimens is heat treated until it reaches austenite temperature and is given a holding time of 60 minutes and cooled with air. The basic material uses medium carbon steel containing 0.38% carbon, starting with making tensile test specimens (ASTM E8), hardness is carried out using the Rockwell type B method, and microstructure observations are carried out using an optical microscope. As a comparison, for each test, one specimen was not subjected to a heat treatment process. The tensile test results showed a decrease in the strength level of the test specimens, for the raw materials test specimens the yield strength and tensile strength values obtained the highest values, namely 58.63 kgf/mm<sup>2</sup> and 71.69 kgf/mm<sup>2</sup>, and the lowest test results were found on the test specimens that had been carried out. heat treatment process with yield strength and tensile strength values of 26.82 kgf/mm<sup>2</sup> and 55.47 kgf/mm<sup>2</sup>. It was found that the highest percentage of elongation was in the heat treated specimen at a temperature of 900oC with a value of 28.93% and the lowest was in the raw materials specimen with a value of 24.8%, and in the reduction area percentage the highest percentage was obtained in the heat treated specimen at a temperature of 800oC with a value of 64. 4% and the lowest percentage value was obtained for the heat treated specimen at a temperature of 900oC with a value of 50.77%. From the hardness test results, there is a decrease in the level of hardness from the results of the heat treatment process with raw materials, where for raw materials the hardness value obtained is 91.98 HRB and for the heat treatment process specimens the highest hardness is obtained at a temperature of 750oC with a hardness value of 89.03 HRB and The lowest was at a temperature of 900oC with a value of 82.51 HRB. As well as observing the microstructure of all tests carried out on the structure of the ferrite and pearlite phases, however, the dominance of pearlite growth and decrease in the ferrite phase in heat treated specimens is quite significant, in raw materials the percentage of ferrite and pearlite phases is 44.949% and 55.051% as well as in heat treated specimens. treatment temperature 750oC, the growth of the pearlite percentage increased to 73.575% and there was a decrease in the ferrite percentage to 26.425% which resulted in a higher level of hardness than other specimens, and at a temperature of 850oC there was an increase in the pearlite percentage up to 69.657% and a decrease in the ferrite phase up to 30.343% which resulted in an increase in hardness at a temperature of 850oC. Test specimens that have been given a heat treatment process with variations in temperature can reduce the level of tensile strength, hardness and microstructure. In accordance with the test results, raw materials get better scores compared to specimens that have been heat treated.*

*Keywords : Medium carbon steel, heat treatment, normalizing, tensile strenght, hardness, microstructure*

# KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wasallam, kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga para umatnya hingga akhir zaman.

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar Sarjana pada Program Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang. Judul yang diajukan adalah Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar Sarjana pada Program Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang. Judul yang diajukan adalah **“STUDY EXPERIMENT SUHU AUSTENITE PADA BAJA KARBON SEDANG TERHADAP NILAI KEKUATAN TARIK, NILAI KEKERASAN, DAN MIKROSTRUKTUR”**

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Selaku orang tua yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, materi, serta keharmonisan suasana rumah selama proses studi hingga penyusunan Tugas Akhir saya di Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang.
2. Bapak Prof.Ir. Ilyas Masudin, MlogSCM., ph. D. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan izin dalam penulisan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Iis Siti Aisyah ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin UMM yang telah memberikan kelancaran pelayanan dan urusan Akademik.

4. Ibu Dini Kurniawati, ST., MT selaku dosen Pembimbing I yang selalu memberikan ilmu, waktu bimbingan dan arahan selama menyusun tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. Achmad Fauzan Hery Soegiarto, MT. selaku dosen Pembimbing II yang selalu memberikan ilmu, waktu bimbingan, dan arahan selama penyusunan tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen, staff laboratorium dan staff TU Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Terima kasih saya ucapkan kepada sicantik, simanis, siimut, pujaan hati tercinta pemilik nama Umi Sofiatul Jannah, yang bersedia untuk setia menemani perjalanan studi ini, orang yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas ahir ini dan telah menjadi sumber kekuatan serta inspirasi terbesar dalam perjalanan saya ini. Terima kasih atas segala pengertian, kesabaran, dan cinta yang tiada henti, yang selalu mendampingi saya di setiap langkah. Dukungan moral yang selalu Anda berikan, baik di saat-saat sulit maupun saat-saat penuh kebahagiaan, sangat berharga dan tidak ternilai. Anda adalah motivasi yang luar biasa bagi saya untuk tetap semangat dan terus maju.
8. Terima kasih teman – teman Qobrutality terdekat saya Kevien Syafi Indra P.P, Ahmad Habibi, Ilham Al Basri, Sigit Pambudi, Daffa Abdilah, Novan Prasetya, Fransinata, Rico syafir, Arif Rahman Al-farizi, Riky Wukir yang selalu memeberi saya semangat, support, yang sangat bermanfaat bagi penulis.
9. Seluruh rekan seperjuangan Teknik Mesin UMM, khususnya rekan Teknik Mesin B angkatan 2020 yang telah menghibur, menemani, memberikan pendewasaan, dan tanpa pamrih membantu kala ada masalah.



10. Saya ucapkan terimakasih sebesar besarnya terhadap klub sepak bola saya tercinta Persebaya Surabaya yang telah mengajarkan rasa cinta kasih sayang, pengorbanan, keringat, air mata dan harapan dalam mencapai satu tujuan. Dari klub ini penulis belajar untuk memotivasi diri untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan menikmati semua proses dan belajar untuk memperbaiki diri untuk mencapai tujuan. Ratakan keluh kesah cerita jungkir balik dan problema lalui derasnya ombak realita jalani roda peristiwa. IS OUR HOME!!!

Saya sebagai penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Malang, 23 November 2024

Penulis,

(Muhammad Ilham Maulana)

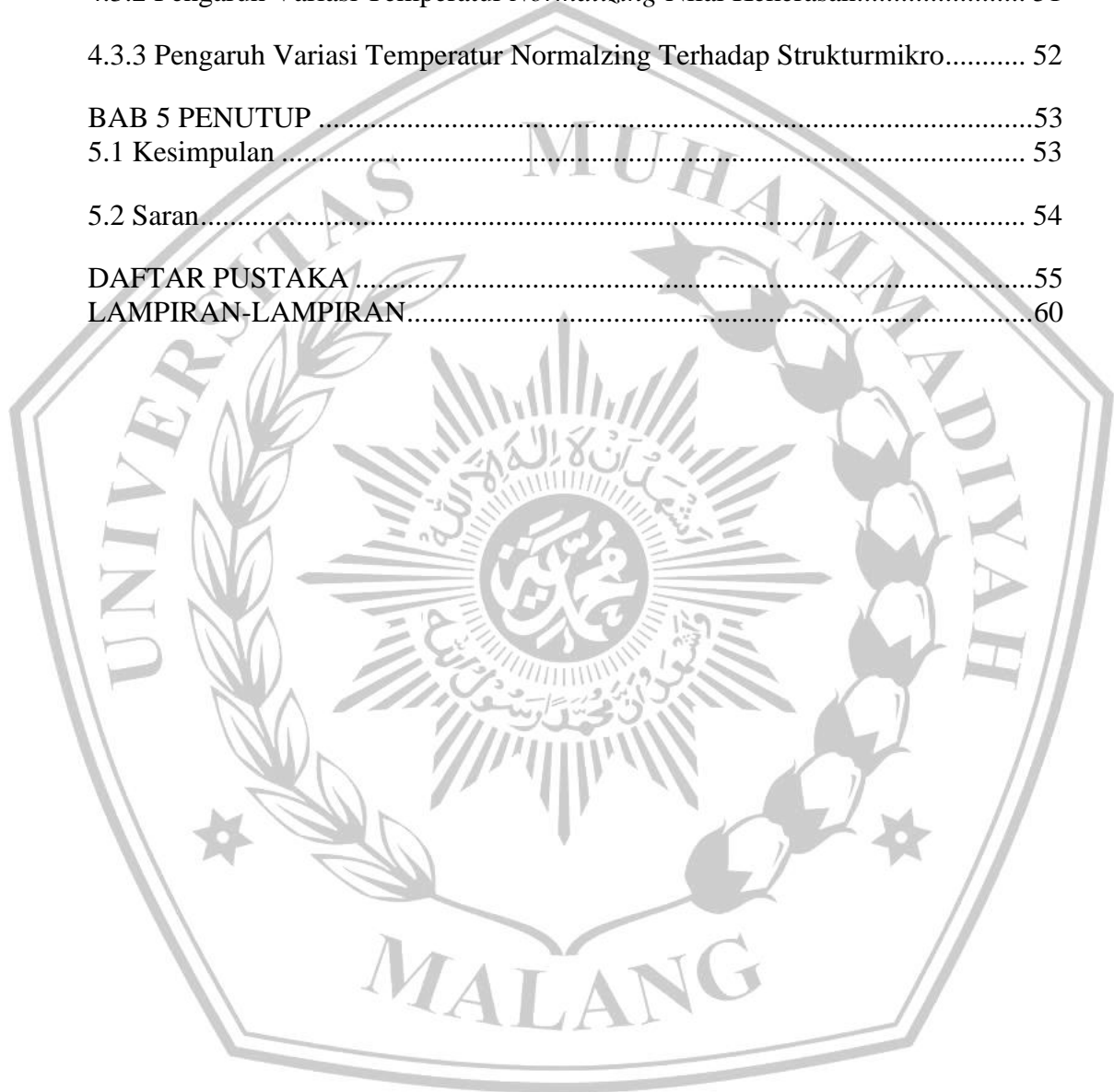
# DAFTAR ISI

POSTER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR .....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	vi
SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5. Batasan Masalah .....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Riset Terdahulu .....	7
2.2 Variabel Penelitian.....	8
2.3 Baja .....	9
2.3.1 Baja Karbon ( <i>carbon steel</i> ) .....	9
2.3.2 Baja paduan ( <i>Alloy steel</i> ) .....	10
2.4 Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ).....	10
2.5 Diagram Fasa .....	13
2.6 Diagram Pendinginan.....	17
2.6.1 Diagram CCT (Continuous Cooling Transformation) .....	17
2.6.2 Diagram TTT (Time Temperature Transformation).....	18
2.7 Metode Pendinginan.....	20

2.8 Pengujian Tarik .....	21
2.9 Pengujian Kekerasan .....	22
2.10 Pengujian Mikro Struktur .....	23
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	24
3.2 Tahapan Penelitian .....	24
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	26
3.3.1 Alat .....	26
3.3.2 Bahan .....	30
3.4 Variabel Penelitian .....	32
3.5 Prosedur Penelitian.....	32
3.5.1 Persiapan Bahan Spesimen .....	32
3.5.2 Perlakuan Panas Spesimen Penelitian .....	32
3.5.3 Pengujian Tarik .....	33
3.5.4 Pengujian Kekerasan .....	35
3.5.5 Pengujian <i>Microstructure</i> .....	36
3.6 Tabulasi Data .....	37
3.6.1 Pengujian Tarik (Tensile Strenght) .....	37
3.6.2 Pengujian Kekerasan ( <i>Hardeness Testing</i> ) .....	38
3.6.3 Pengujian Mikrostruktur ( <i>Microstructure</i> ) .....	38
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	39
4.1.1 Hasil Pengujian Tarik.....	39
4.1.2 Hasil Pengujian Kekerasan .....	39
4.1.3 Hasil Pengujian Mikro Struktur .....	40
4.2 Analisa Data Penelitian .....	41
4.2.1 Pengaruh Varisi Temperatur <i>Normalizing</i> Terhadap Nilai Kekuatan Tarik	41



4.2.2 Pengaruh Variasi Temperatur <i>Normalizing</i> Terhadap Nilai Kekerasan .....	44
4.2.3 Pengaruh Variasi Temperatur <i>Normalizing</i> Terhadap Microstructure .....	45
4.3 Pembahasan.....	49
4.3.1 Pengaruh Variasi Temperatur <i>Normalizing</i> Terhadap Nilai Kekuatan Tarik .....	49
4.3.2 Pengaruh Variasi Temperatur <i>Normalizing</i> Nilai Kekerasan.....	51
4.3.3 Pengaruh Variasi Temperatur <i>Normalizing</i> Terhadap Strukturmikro.....	52
BAB 5 PENUTUP .....	53
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA .....	55
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	60

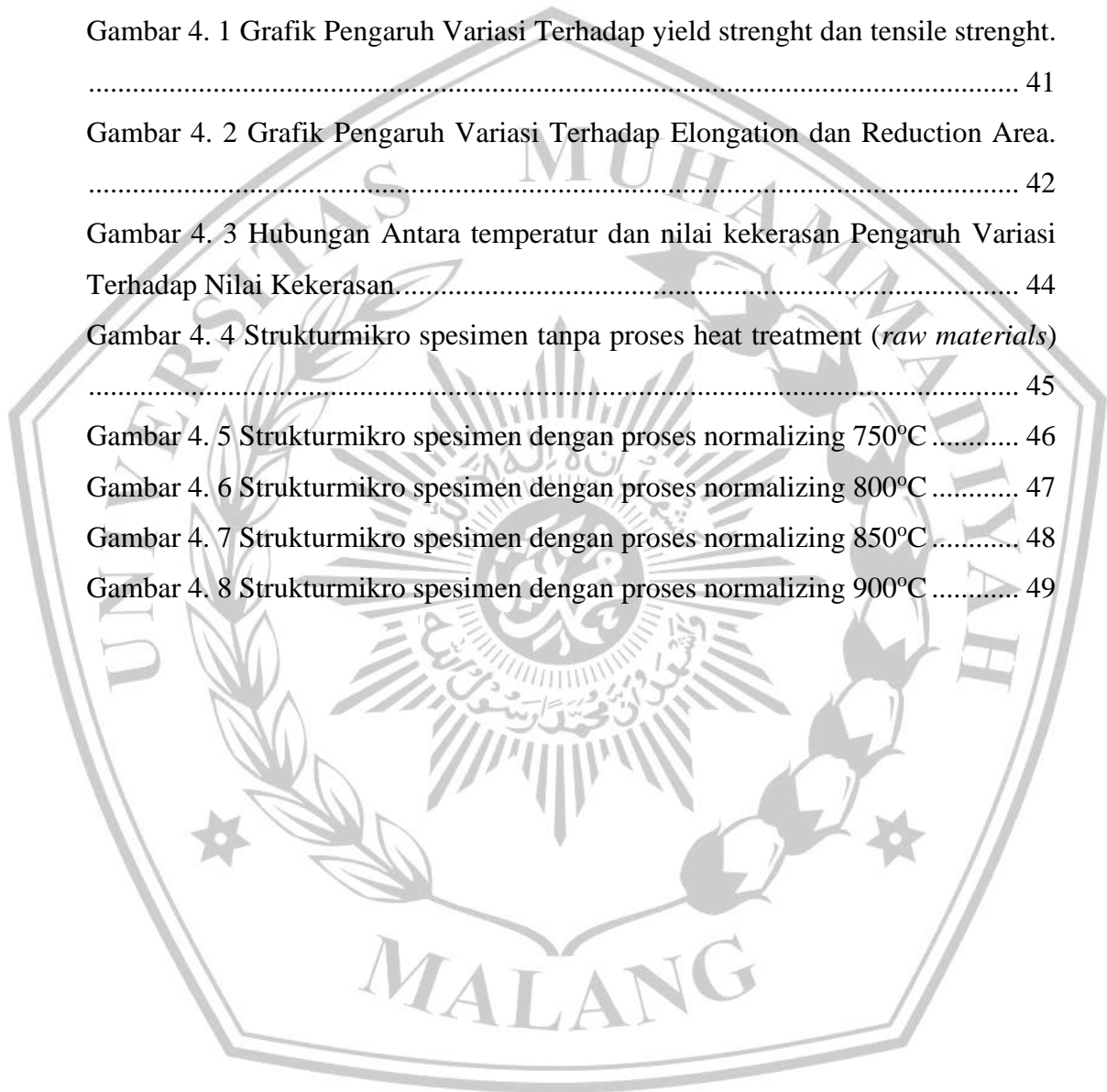


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses <i>Anealing</i> (Anom Yogantoro, 2010). .....	11
Gambar 2. 2 Proses <i>Normalizing</i> (Anom Yogantoro, 2010). .....	12
Gambar 2. 3 Proses <i>Quenching</i> (Anom Yogantoro, 2010). .....	12
Gambar 2. 4 Proses <i>Tempering</i> (Anom Yogantoro, 2010). .....	13
Gambar 2. 5 Diagram Fasa Fe – Fe <sub>3</sub> C (Mujaddedy et al., 2020). .....	14
Gambar 2. 6 Penentuan temperatur normalizing yang digunakan (Chipman, 1972) .....	15
Gambar 2. 7 Diagram CTT ( <i>Continoun Cooling Transformation</i> ) (Fathoni, 2016). .....	18
Gambar 2. 8 Diagram TTT ( <i>Time Temperature Transformation</i> ) (Fathoni, 2016). .....	19
Gambar 2. 9 Kurva tegangan-regangan (Jasman, Syahrul, et al., 2018). .....	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian. ....	25
Gambar 3. 2 Gambar Gerinda (Sumber Pribadi) .....	26
Gambar 3. 3 Gambar Meteran (Sumber Pribadi) .....	26
Gambar 3. 4 Gambar Jangka Sorong (Sumber Pribadi) .....	27
Gambar 3. 5 Gambar <i>Naberthrem P300</i> (Sumber Pribadi) .....	27
Gambar 3. 6 Gambar Mesin Bubut (Sumber Pribadi) .....	28
Gambar 3. 7 Gambar Amplas Duduk (Sumber Pribadi) .....	28
Gambar 3. 8 Gambar <i>Universal Tensile Traction Testing Machine - V.T.S</i> (Sumber Pribadi) .....	29
Gambar 3. 9 Gambar Alat Pengujian Kekerasan (Sumber Pribadi) .....	29
Gambar 3. 10 Gambar Alat Pengujian <i>Microstructure Olympus BH-2</i> (Sumber Pribadi) .....	30
Gambar 3. 11 Gambar Amplas .....	31
Gambar 3. 12 Gambar Etsa .....	31
Gambar 3. 13 Gambar Autosol .....	31
Gambar 3. 14 Spesimen Pengujian Mentah (Sumber Pribadi) .....	32
Gambar 3. 15 Diagram Skematik Proses <i>Heat Treatment</i> .....	33
Gambar 3. 16 pesimen Pengujian Tarik (Purnomo et al., 2019) .....	33

Gambar 3. 17 <i>Universal Tensile Traction Testing Machine - V.T.S</i> (Sumber pribadi)	34
.....	
Gambar 3. 18 Spesimen Pengujian Kekerasan (Purnomo et al., 2019).	35
Gambar 3. 19 Spesimen Pengujian Microstructure (Purnomo et al., 2019)	36

Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Variasi Terhadap yield strenght dan tensile strenght.	41
.....	
Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Variasi Terhadap Elongation dan Reduction Area.	42
.....	
Gambar 4. 3 Hubungan Antara temperatur dan nilai kekerasan Pengaruh Variasi Terhadap Nilai Kekerasan.	44
Gambar 4. 4 Strukturmikro spesimen tanpa proses heat treatment ( <i>raw materials</i> )	45
.....	
Gambar 4. 5 Strukturmikro spesimen dengan proses normalizing 750°C	46
Gambar 4. 6 Strukturmikro spesimen dengan proses normalizing 800°C	47
Gambar 4. 7 Strukturmikro spesimen dengan proses normalizing 850°C	48
Gambar 4. 8 Strukturmikro spesimen dengan proses normalizing 900°C	49





## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Chemical Composition</i> .....	9
Tabel 3. 1 <i>Chemical Compotition</i> .....	30
Tabel 3. 2 Dimensi Uji Tarik. ....	34
Tabel 3. 3 Spesifikasi alat pengujian kekerasan.....	35
Tabel 3. 4 Dimensi Uji Kekerasan. ....	35
Tabel 3. 5 Dimensi Spesimen Uji Mikrostruktur. ....	37
Tabel 3. 6 Nilai <i>Yield Strenght</i> dan <i>tensil strenght</i> dari <i>raw material</i> dan setelah proses <i>heat treatment</i> pada baja 1xx35xTI. ....	37
Tabel 3. 7 Persentase <i>elongation</i> dan <i>reduction area</i> dari <i>raw material</i> dan setelah proses <i>heat treatmen</i> pada baja 1xx35xTI. ....	38
Tabel 3. 8 Nilai kekerasan spesimen pengujian <i>raw material</i> dan setelah proses <i>heat treatment</i> pada baja1xx35xTI. ....	38
Tabel 3. 9 Presentase fasa pada spesimen raw materials dan setelah proses heat treatment pada baja 1xx35xTI.....	38
Tabel 4. 1 Nilai <i>yield strenght</i> dan <i>tensile strenght</i> dari <i>raw material</i> dan setelah proses <i>heat treatment</i> pada baja 1xx35xTI. ....	39
Tabel 4. 2 Persentase <i>elongation</i> dan <i>reduction area</i> dari <i>raw material</i> dan setelah proses <i>heat treatmen</i> pada baja 1xx35xTI. ....	39
Tabel 4. 3 Nilai kekerasan spesimen pengujian <i>raw material</i> dan setelah proses <i>heat treatment</i> pada baja1xx35xTI.....	40
Tabel 4. 4 Presentase fasa pada spesimen raw materials dan setelah proses heat treatment pada baja 1xx35xTI.....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Curriculum Vitae .....	60
Lampiran 3 Data Penelitian.....	61
Lampiran 4 Dokumentasi .....	69
Lampiran 5 Publikasi .....	74





**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. (0341)464318 Psw. 128 Malang

**LEMBAR HASIL DETEKSI PLAGIASI SKRIPSI MAHASISWA**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

Lembar hasil deteksi plagiasi ini menyatakan bahwa mahasiswa berikut:

**Nama: Muhammad Ilham Maulana**

**NIM : 202010120311049**

Telah melalui cek kesamaan karya ilmiah (Skripsi) mahasiswa dengan hasil sebagai berikut

<b>SKRIPSI</b>	<b>PERSENTASE KESAMAAN</b>
BAB I (PENDAHULUAN)	8 %
BAB II (TINJAUAN PUSTAKA)	19 %
BAB III (METODE PENELITIAN)	25 %
BAB IV (HASIL DAN PEMBAHASAN)	9 %
BAB V (KESIMPULAN DAN SARAN)	4 %
NASKAH PUBLIKASI	20 %

Dengan hasil ini dapat disimpulkan bahwa hasil deteksi plagiasi ini telah memenuhi syarat ketentuan yang diatur pada peraturan Rektor No. 2 tahun 2017 dan berhak mengikuti ujian skripsi

Malang, 18 Desember 2024

Tim Plagiasi Teknik Mesin

M. Irkham Mamungkas ST., MT

## DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, H., Marynowski, P., dan Jędrzejczyk, D. (2015). Calculation of the Fe-Fe<sub>3</sub>C phase equilibrium diagram. *Computer Methods in Materials Science*, 15(1), 179–184.
- Anom Yogantoro. (2010). Low Tempering, Medium Tempering and High Tempering Heating Temperatures in Medium Carbon Steel Batur-Klaten Casting Production on Microstructure, Hardness. *Thesis*, 1–91.
- Barry, A., dan Zuraida, Z. (2022). Experimental study of the effect of hardening and tempering on the tensile strength and hardness of medium carbon steel. *ARMATUR: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.24127/armatur.v3i1.1905>
- Biswas, P., Kundu, A., dan Mondal, D. (2017). An Experimental Investigation on Hardness and Microstructure of Heat Treated en 9 Steel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 225(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/225/1/012055>
- Biswas, P., Kundu, A., Mondal, D., dan Kumar Bardhan, P. (2018). Effect of heat treatment on microstructure behavior and hardness of en 8 steel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 377(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/377/1/012065>
- Budiarto, Dikki, A. H., Adiman, dan Fajar, O. D. (2020). The heat treatment of austenisation analysis of medium carbon steel to the hardness, microstructure, and tensile strength. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 725(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012036>
- Chipman, J. (1972). Thermodynamics and phase diagram of the Fe-C system. *Metallurgical Transactions*, 3(1), 55–64. <https://doi.org/10.1007/BF02680585>
- Dwivedi, D., Lepková, K., dan Becker, T. (2017). Carbon steel corrosion: a review of key surface properties and characterization methods. *RSC Advances*, 7(8), 4580–4610. <https://doi.org/10.1039/C6RA25094G>
- Espinoza-Pajuelo, L. Á., dan Ochoa-Pachas, J. M. (2024). Levels, Objectives and Variables in Scientific Research. *International Journal of Religion*, 5(10), 225–232. <https://doi.org/10.61707/7hyc4c60>

- Fakhriansyah, F. (2019). *Study of the Effect of Holding Time and Cooling in the Pack Carburizing Process on Hardness Values and Microstructure of St.41 Steel*. 1–23.
- Fathoni, A. I. (2016). *Superbolt Component Failure Analysis*. <https://doi.org///repository.its.ac.id/71475/1/2712100054-undergraduate-theses.pdf>
- Fauzi K. P., Ikhwansyah Isranuri, M. Sabri, Marragi M, Tugiman, Mahadi, dan Bustami Syam. (2016). Analysis of the Effect of Composition Variations on the Static and Impact Tensile Strength of Rockwool Fiber Reinforced Composites in Unmanned Aircraft. *Dinamis*, 4(4), 11. <https://doi.org/10.32734/dinamis.v4i4.7114>
- Gao, R. Q., Huang, Y. R., Liu, D., dan Li, G. T. (2021). Effect of Heat Treatment Process on the Structure and Properties of Nano-TiO<sub>2</sub>. *Nature Environment and Pollution Technology*, 20(1), 405–410. <https://doi.org/10.46488/NEPT.2021.V20I01.048>
- Gebriil, M. A., Aldlemey, M. S., dan Haider, F. I. (2014). Heat treatment recycling of dual phase region and its effect on hardness, microstructure and corrosion rate of medium carbon steel. *Advanced Materials Research*, 909, 100–104. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.909.100>
- Gebriil, M. A., Aldlemey, M. S., dan Kablan, A. F. (2014). Effect of austenization temperatures and times on hardness, microstructure and corrosion rate of high carbon steel. *Advanced Structured Materials*, 54(November), 421–428. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07383-5\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07383-5_30)
- GÖKMEŞE, H., KARADAĞ, H. B., dan BÜLBÜL, Ş. (2018). Effect on Ductile Iron Microstructure and Mechanical Properties of Normalization Heat Treatment Conditions Applied at Different Temperatures. *Uluslararası Muhendislik Arastirma ve Gelistirme Dergisi*, June, 193–201. <https://doi.org/10.29137/umagd.396342>
- Harrison, P. L., dan Farrar, R. A. (1989). Application of continuous cooling transformation diagrams for welding of steels. *International Materials Reviews*, 34(1), 35–51. <https://doi.org/10.1179/imr.1989.34.1.35>
- Jasman, dan Dkk. (2018). Analysis of the Mechanical Properties and Microstructure



- of Aisi 4140 Steel Due to Temperature Differences in Tempering Heat Treatment. *Jurnal Research Gate*, 3(October), 37–47.
- Jasman, Hotmartua, dan Syahrul. (2018). Effect Tempering And Normalizing On Steel Spring Leaf. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, October.
- Jasman, Syahrul, Darmawi, dan Fendri, R. (2018). Analysis of the Mechanical Properties and Microstructure of Aisi 4140 Steel Due to Temperature Differences in Tempering Heat Treatment. *Jurnal Research Gate*, 3(October), 37–47.
- Jordi, M., Yudo, H., dan Jokosisworo, S. (2017). Analysis of the Effect of the Quenching Process with Different Media on the Tensile Strength and Hardness of St 36 Steel with SMAW Welding. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(4), 785. <https://doi.org///ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/16295>
- Karmin. (2009). Controlling the Steel Hardening Process Using the Quenching Method. *Jurnal Austenit*, 1(2), 17–25.
- Krishna, A. R. S., Krishna, B. V., Sashank, T., Harshith, D., dan Subbiah, R. (2020). Influence and assessment of mechanical properties on treated p91 steel with normalizing processes. *Materials Today: Proceedings*, 27, 1555–1558. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.201>
- Lawal, S. L., Afolalu, S. A., Jen, T. C., dan Akinlabi, E. T. (2024). Emerging Behaviour of Alloy Steel Microstructure in Hydrogen Sulphide Environment - A Review. *Solid State Phenomena*, 355(February), 49–60. <https://doi.org/10.4028/p-kyn9at>
- M. Mahaya, A., Milad, M. M., dan .M.Salem, M. (2021). *The Influence of Temperature and Soaking time on the Microstructure and Mechanical Properties of annealed AISI 1045 Steel*. 6(2), 77–90. <https://doi.org/10.59743/aujas.v6i2.764>
- Margono, M., Priyambodo, B. H., dan Nugroho, K. C. (2021). Effect of Cooling Rate in the Heat Treatment Process on Hardness and Microstructure of S45C Carbon Steel. *Creative Research in Engineering*, 1(2), 60. <https://doi.org/10.30595/erie.v1i2.10848>
- Marthiana, W., Mahyoedin, Y., Duskiardi, D., dan Rahim, A. (2020). Analysis of the Effect of Welding Electric Current Variations on the Strength of MIG

- Welded Joints on ST 37 Material. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 5(2), 140–144.  
<https://doi.org/10.52447/jktm.v5i2.4217>
- Minamoto, S., Tsukamoto, S., Kasuya, T., Watanabe, M., dan Demura, M. (2022). *Prediction of continuous cooling transformation diagram for weld heat affected zone by machine learning*. 2(1), 402–415.  
<https://doi.org/10.1080/27660400.2022.2123262>
- Mujaddedy, M. N., Jufriadi, J., dan Ibrahim, A. (2020). Analysis of the Effect of Quenching and Tempering on the Mechanical Properties of Aisi 1050 Steel. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 4(2), 125.  
<https://doi.org/10.30811/jmst.v4i2.2020>
- Murmu, S., Chaudhary, S. K., dan Rajak, A. K. (2022). Effect of heat treatment on mechanical properties of medium carbon steel welds. *Materials Today: Proceedings*, 56(2), 964–970. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.646>
- Purnomo, D. J., Jokosisworo, S., dan Budiarto, U. (2019). Analysis of the Effect of Holding Time Tempering on Hardness, Ductility, Toughness and Microstructure in ST 70 Steel. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(1), 49–58.
- Qiao, Z., Zhang, D., Liu, Y., dan Yan, Z. (2011). Effect of austenization holding time on the martensitic transformation in 30CrNi3MoV ultra-high-strength steel. *Advanced Materials Research*, 228–229, 1107–1111.  
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.228-229.1107>
- R. Suresh. (2021). Investigation of Heat Treatment on Mechanical Properties of Medium Carbon Steel. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 4099, 90–95.  
<https://doi.org/10.32628/ijrsrset21868>
- Senthilkumar, T., dan Ajiyo, T. K. (2012). Effect of Heat Treatment Processes on the Mechanical Properties of Medium Carbon Steel. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 11(02), 143–152.  
<https://doi.org/10.4236/jmmce.2012.112011>
- Singh, S., Samir, S., Kumar, K., dan Thapa, S. (2021). Effect of heat treatment processes on the mechanical properties of AISI 1045 steel. *Materials Today: Proceedings*, 45, 5097–5101. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.590>
- Taha Abdullah., Abdulhakeem B., M. A. A.-M. (2022). The Effect of Quenching

Media on the Hardness of Low Carbon Steel. *Journal of Pure & Applied Sciences*, 21(4), 199–205. <https://doi.org/10.51984/jopas.v21i4.2152>

Vetter, T. R. (2017). Fundamentals of Research Data and Variables: The Devil Is in the Details. *Anesthesia and Analgesia*, 125(4), 1375–1380. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002370>

Vol, S. J., Waas, K., dan Waas, V. D. (2020). *Influence holding time and variations of media quenching to low carbon steel hardness value st 42 in solid carbonation process using mutuce charcoal (Myristica fragrans)*. 10(1), 269–278.

Widya, R. A. (2016). *Material identification, tube high pressure economizer HRSG unit 2.3 PLTGU UP Semarang*. 4(2).

Zayadi, A., Sungkono, Masyhudi, dan Setyawan T, E. (2022). Effect of Tempering Time on the Characteristics of s45c Steel Post Quenching at 950oc and Tempering 500 C. *Jurnal Teknologi Kedirgantaraan*, 7(1), 34–65. <https://doi.org/10.35894/jtk.v7i1.53>

