

**ANALISA PENGARUH PROSES VARIASI TEMPERATUR
TEMPERING SETELAH PROSES *HARDENING* PADA BAJA AISI
1040 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO**



TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti**

Oleh:

DANDY ARDYANSYAH

2202220006

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
2026**

UNIVERSITAS TRIDINANTI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH PROSES VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING*
SETELAH PROSES *HARDENING* PADA BAJA AISI 1040 TERHADAP
SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO

Oleh :

DANDY ARDYANSYAH

2202220006

Mengetahui, Diperiksa, dan Disetujui

Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin,

Herivanto Rusmarvadi, ST, PG.Dip., MT.

Pembimbing I,

Ir. Zulkarnain Fatoni, MT

Pembimbing II,

Imam Akbar, ST., MT.

Disahkan Oleh :

Dekan, FT Universitas Tridinanti

Dr. Ani Firda, ST. MT

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRPSI

Nama : DANDY ARDYANSYAH
NIP : 2202220006
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul :

“ANALISA PENGARUH PROSES VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING* SETELAH PROSES *HARDENING* PADA BAJA AISI 1040 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO” adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam skripsi tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

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

Palembang, 28 Juli 2026
Yang membuat pernyataan



Dandy Ardyansyah
NIM. 2202220006

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : DANDY ARDYANSYAH
NIP : 2202220006
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul :

“ANALISA PENGARUH PROSES VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING* SETELAH PROSES *HARDENING* PADA BAJA AISI 1040 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO” benar bebas dari plagiat dan publikasi ganda. Bila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku dari pihak prodi dan insitusi Universitas Tridinanti Palembang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat penuh kesadaran, dan tanpa paksaan dari pihak mana pun. Sehingga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mengetahui,
Verifikator Plagiat

Martin Luther King, ST., MT

Palembang, 28 Juli 2026
Mahasiswa



Dandy Ardyansyah

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : DANDY ARDYANSYAH
NIM : 2202220006
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Royalti Non eksklusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“ANALISA PENGARUH PROSES VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING* SETELAH PROSES *HARDENING* PADA BAJA AISI 1040 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini universitas tridinanti palembang berhak menyimpan, mengalih median, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

Dibuat di Palembang
Tanggal, 28 Juli 2026
Yang menyatakan,



The image shows a handwritten signature in black ink. Below the signature is a red rectangular stamp with the Garuda Pancasila emblem and the text 'METERAI TEMPEL' and '2BAOX142152241'. To the left of the red stamp is a yellow rectangular stamp with the text 'METERAI TEMPEL' and '2BAOX142152241'.

Dandy Ardyansyah

11

DANDY ARDYANSYAH 2202220006.docx

 Kesmas --- Task #1

 Kesmas 2026

 STIKes Cirebon

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3618315512

Submission Date

Jul 27, 2026, 11:26 PM GMT+7

Download Date

Jul 28, 2026, 12:42 AM GMT+7

File Name

DANDY_ARDYANSYAH_2202220006.docx

File Size

5.9 MB

58 Pages

6,262 Words

39,778 Characters

21% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Exclusions

72 Excluded Matches

Top Sources

20%  Internet sources

10%  Publications

12%  Submitted works (Student Papers)

Top Sources

20% Internet sources
10% Publications
12% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	www.coursehero.com	<1%
2	Internet	journal.literasisains.id	<1%
3	Internet	ejournal.uniramalang.ac.id	<1%
4	Internet	dergipark.org.tr	<1%
5	Publication	Akmal Barry, Zuraida Zuraida. "Kaji eksperimen pengaruh hardening dan temper...	<1%
6	Publication	Guojin Xiang, Zhengjun Yao, Jingfeng Lai, Changqin Shu, Chunda Song, Guihong ...	<1%
7	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
8	Internet	journal.tofedu.or.id	<1%
9	Internet	jmme.um.ac.ir	<1%
10	Internet	abyayala.ups.edu.ec	<1%
11	Student papers	Sriwijaya University	<1%

12	Internet	repository.uigm.ac.id	<1%
13	Internet	core.ac.uk	<1%
14	Student papers	Institut Teknologi Sumatera	<1%
15	Internet	repository.usd.ac.id	<1%
16	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta	<1%
17	Internet	etheses.uin-malang.ac.id	<1%
18	Internet	repository.ubpkarawang.ac.id	<1%
19	Internet	smart.stmikplk.ac.id	<1%
20	Internet	docplayer.info	<1%
21	Internet	ouci.dntb.gov.ua	<1%
22	Internet	www.researchsquare.com	<1%
23	Internet	repositoryperpus.poltekkesjayapura.ac.id	<1%
24	Internet	eprints.untlra.ac.id	<1%
25	Internet	eprints.uny.ac.id	<1%

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

"Bukan tentang seberapa keras kita ditempa, tetapi tentang seberapa tangguh kita setelah proses itu usai."

(Penulis)

"Tidak semua perjalanan harus ditempuh dengan tergesa-gesa. Yang terpenting bukan seberapa cepat mencapai tujuan, melainkan seberapa kuat bertahan hingga setiap usaha menemukan hasil terbaiknya."

(Perunggu - 33x)

"Keberanian yang menyelamatkan, dan ketakutanlah yang menenggelamkan"

(FSTVLST -Hujan Mata Pisau)

PERSEMBAHAN :

Kupersembahkan skripsi untuk Orang tua dan Saudaraku. Doa-doa kalian yang meluncur dari bibir adalah bahan bakar yang melancarkan upayaku di setiap langkah, dan beban yang berbekas di bahuiku selalu kukenang sebagai tanda perjuangan yang bercampur bangga.

Terima kasih telah mengajarkanku disiplin dan ketepatan waktu, serta menanamkan kepala batu yang menjadi pertahanan diri di tengah badai. Semoga tumbuhku kini menjadi kebul jalan yang kuterjang sesuai impian

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“ANALISA PENGARUH PROSES VARIASI TEMPERATUR *TEMPERING* SETELAH PROSES *HARDENING* PADA BAJA AISI 1040 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO”**.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata I pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis memperoleh banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik dalam pengumpulan data maupun dalam penyusunan skripsi. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Edizal, AE, Ms. Selaku Rektor Universitas Tridianti.
2. Ibu Dr. Ani Firda, ST. MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti.
3. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, ST. PG.Dip., MT. Selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridianti.
4. Bapak Martin Luther King, ST. MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridianti.
5. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, MT. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan dan nasehat pada penulis.

6. Bapak Imam Akbar, ST. MT. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan dan nasehat pada penulis.
7. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
8. Orang Tua dan Saudara Penulis Yang Tak Pernah Henti Mendoakan dan meringankan biaya skripsi penulis.
9. Serta Teman-teman Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Angkatan 2022 yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna yang tak lepas dari kesalahan. Penulis mengharapkan kritik dan saran. Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berguna bagi Mahasiswa, khususnya Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti.

Palembang, 28 Juli 2026

Penulis

Dandy Ardyansyah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRPSI....Error! Bookmark not defined.	
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6

2.1 <i>Tempering</i>	6
2.2 Baja Karbon.....	6
2.3 Baja AISI 1040	7
2.4 Perlakuan Panas.....	8
2.5 Media Pendingin (Air Garam).....	10
2.6 Diagram Fasa Kestimbangan Besi Karbon (Fe-Fe ₃ C).....	10
2.7 Diagram TTT (<i>Time Temperature Transformation</i>)	11
2.8 Struktur Mikro	12
2.9 Sifat Mekanik	14
2.10 Pengujian Sifat Mekanik	15
2.11 Pengujian Kekerasan	16
2.12 Pengamatan Struktur Mikro (Metalografi).....	16
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Metode Penelitian.....	18
3.2 Metode Pengumpulan Data	18
3.3 Komposisi Baja AISI 1040.....	19
3.4 Alat dan Bahan	19
3.5 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	20
3.6 Pemeriksaan dan Pengujian.....	20
3.6.1 Metalografi.....	20

3.6.2 Pengujian Kekerasan.....	21
3.7 Diagram Alir.....	22
BAB IV DATA HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan	23
4.2 Hasil Pemeriksaan Metalografi	24
4.3 Pembahasan	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSAKA.....	32
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Fasa.....	11
Gambar 2. 2 Diagram TTT.....	11
Gambar 4. 1 Hubungan Temperatur Terhadap Nilai Kekerasan Rata – rata Pada Baja AISI 1040.	24
Gambar 4. 2 Struktur Mikro Tanpa Perlakuan Panas (<i>raw materialss</i>).	24
Gambar 4. 3 Struktur mikro dengan proses <i>Hardening</i> 835°C di Quenching ke air garam.....	25
Gambar 4. 4 Struktur mikro dengan proses Tempering 400°C Pendinginan Udara.	25
Gambar 4. 5 Struktur mikro dengan proses Tempering 450°C Pendinginan Udara.	26
Gambar 4. 6 Struktur mikro dengan proses Tempering 500°C Pendinginan Udara.	26
Gambar 4. 7 Struktur mikro dengan proses Tempering 550°C Pendinginan Udara.	27
Gambar 4. 8 Struktur mikro dengan proses Tempering 600°C Pendinginan Udara.	27

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Komposisi Baja AISI 1040.....	19
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Nilai Kekerasan (HRC) Baja AISI 1040	23

ABSTRAK

Baja AISI 1040 adalah baja karbon menengah yang banyak digunakan pada komponen teknik karena memiliki kekuatan dan ketangguhan yang baik. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi temperatur *Tempering* terhadap kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1040 setelah *Hardening*. Spesimen berbentuk *round bar* 25 mm × 20 mm di-*Hardening* pada 835°C selama 15 menit dengan pendinginan air garam 5%, kemudian di-*Tempering* pada 400°C, 450°C, 500°C, 550°C, dan 600°C selama 15 menit dengan pendinginan udara. Pengujian dilakukan menggunakan uji kekerasan Rockwell C dan pengamatan struktur mikro dengan mikroskop optik 400×. Hasil menunjukkan kekerasan meningkat dari 24,8 HRC menjadi 37,5 HRC setelah *Hardening*. Setelah *Tempering*, kekerasan menurun berturut-turut menjadi 35,1 HRC, 33,3 HRC, 32,4 HRC, 31,2 HRC, dan 29,5 HRC seiring kenaikan temperatur. Penurunan ini terjadi karena *martensit* terurai menjadi *martensit* temper, ferrit, dan karbida. Struktur mikro juga berubah dari dominasi *martensit* temper pada 400°C menjadi ferrit dan karbida pada 600°C. Dengan demikian, semakin tinggi temperatur *Tempering*, semakin rendah kekerasan baja AISI 1040.

Kata kunci : *Baja AISI 1040, Hardening, Tempering, kekerasan, struktur mikro*

ABSTRACT

AISI 1040 steel is a medium-carbon steel widely used in engineering components because it has good strength and toughness. This study aims to determine the effect of Tempering temperature variations on the hardness and microstructure of AISI 1040 steel after Hardening. Round bar specimens measuring 25 mm × 20 mm were hardened at 835°C for 15 minutes with 5% saltwater Quenching, then tempered at 400°C, 450°C, 500°C, 550°C, and 600°C for 15 minutes with air cooling. Testing was carried out using the Rockwell C hardness test and microstructure observation with a 400× optical microscope. The results showed that hardness increased from 24.8 HRC to 37.5 HRC after Hardening. After Tempering, hardness decreased successively to 35.1 HRC, 33.3 HRC, 32.4 HRC, 31.2 HRC, and 29.5 HRC as the temperature increased. This decrease occurred because Martensite decomposed into Tempered Martensite, ferrite, and carbides. The microstructure also changed from a dominance of Tempered Martensite at 400°C to ferrite and carbides at 600°C. Thus, the higher the Tempering temperature, the lower the hardness of AISI 1040 steel.

Keywords : *AISI 1040 steel, Hardening, Tempering, hardness, microstructure*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material baja karbon termasuk jenis logam yang banyak dimanfaatkan, khususnya dalam pembuatan perkakas, peralatan pertanian, bagian otomotif, konstruksi, sistem perpipaan, serta berbagai perlengkapan rumah tangga. Pada proses penggunaannya, setiap jenis baja akan mengalami pengaruh gaya dari luar seperti gesekan, tekanan, maupun kekerasan yang dapat menyebabkan deformasi atau terjadinya perubahan bentuk. Upaya agar baja memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap gesekan, tekanan, maupun kekerasan dilakukan dengan penerapan perlakuan panas (heat treatment) (Wahyudi et al., 2021)

Komponen yang digunakan memerlukan tingkat ketangguhan tinggi agar tidak mengalami patah mendadak. Oleh karena itu, dilakukan perlakuan panas pada baja dengan metode *Tempering* pada suhu di bawah titik kritis. Proses ini bertujuan untuk mengurangi tegangan sisa sekaligus meningkatkan karakteristik ketangguhan pada baja AISI 1040.

Penelitian yang dilakukan oleh (Pangestu & Rosidah, 2024) mengenai pengaruh temperatur austenitisasi dan media *Quenching* terhadap kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1040 menunjukkan bahwa penggunaan media pendingin air garam menghasilkan nilai kekerasan tertinggi sebesar 416,22 HB dibandingkan media pendingin lainnya. Selain itu, terjadi perubahan struktur mikro dari ferrit-*perlit* menjadi *martensit* setelah proses *hardening*. Namun, penelitian tersebut

hanya berfokus pada proses *hardening* sehingga belum menjelaskan bagaimana perubahan sifat mekanik dan struktur mikro setelah material mengalami proses *Tempering*.

Penelitian lain yang dipublikasikan dalam (Çoban, 2025) meneliti pengaruh berbagai proses perlakuan panas pada baja AISI 1040. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *Tempering* pada rentang temperatur 250°C–600°C mampu mengurangi kerapuhan *martensit* dan meningkatkan ketangguhan material melalui perubahan struktur mikro yang lebih stabil. Meskipun demikian, penelitian tersebut lebih menitikberatkan pada perbandingan berbagai jenis perlakuan panas dan belum mengkaji secara khusus pengaruh variasi temperatur *Tempering* terhadap nilai kekerasan baja AISI 1040.

Penelitian yang dilakukan oleh (Maissara et al., 2025) mengenai pengaruh *Tempering* terhadap struktur mikro dan sifat tarik baja berkekuatan ultra tinggi menunjukkan bahwa peningkatan temperatur *Tempering* menyebabkan penurunan kekerasan dan kekuatan tarik akibat proses relaksasi tegangan serta pembentukan karbida pada matriks *martensit*. Namun, penelitian tersebut menggunakan material jenis press *Hardening* steel (PHS1500 dan PHS2000) sehingga karakteristik materialnya berbeda dengan baja karbon menengah AISI 1040 yang digunakan pada penelitian ini.

Selain itu, (Mudda et al., 2025) dalam penelitian eksperimentalnya melakukan optimasi parameter perlakuan panas pada baja AISI 1040 menggunakan metode statistik ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa oil quenched *Hardening* menghasilkan kekerasan tertinggi (245 HV) akibat pembentukan

martensit, sedangkan *Annealing* memberikan ketangguhan superior (38 J), dan *Normalizing* menawarkan sifat yang seimbang. Penelitian ini juga menegaskan bahwa optimasi parameter perlakuan panas (suhu austenitisasi, waktu tahan, dan media pendingin) masih menjadi tantangan untuk memperoleh kombinasi kekerasan dan ketangguhan yang ideal pada baja AISI 1040, karena setiap metode perlakuan panas memberikan karakteristik mekanik yang berbeda-beda.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa sebagian besar penelitian hanya berfokus pada pengaruh temperatur austenitisasi dan media pendingin terhadap proses *Hardening*, membandingkan berbagai metode perlakuan panas secara umum, atau menggunakan material selain baja AISI 1040. Penelitian yang secara khusus mengkaji pengaruh variasi temperatur *Tempering* setelah proses *Hardening* dengan media pendingin air garam terhadap perubahan nilai kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1040 masih sangat terbatas. Selain itu, hubungan antara kenaikan temperatur *Tempering* dengan transformasi struktur mikro serta penurunan kekerasan pada baja AISI 1040 belum banyak dibahas secara mendalam.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur *Tempering* 400°C, 450°C, 500°C, 550°C dan 600°C setelah proses *Hardening* terhadap sifat mekanik dan struktur mikro baja AISI 1040. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai temperatur *Tempering* yang optimum dalam menghasilkan kombinasi kekerasan dan struktur mikro yang sesuai untuk kebutuhan aplikasi teknik serta menjadi referensi bagi pengembangan proses perlakuan panas pada baja karbon menengah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana Pengaruh Variasi Temperatur Proses *Tempering* Setelah Proses *Hardening* Terhadap Nilai Kekerasan Baja AISI 1040 ?
2. Bagaimana Perubahan Struktur Mikro Baja AISI 1040 Akibat Variasi Temperatur Proses *Tempering* Setelah Proses *Hardening* ?

1.3 Batasan Masalah

1. Material yang digunakan baja AISI 1040.
2. Proses *Hardening* dilakukan pada temperatur 835°C dengan waktu tahan 15 menit dan *Quenching* air garam.
3. Proses *Tempering* dilakukan pada temperatur 400°C, 450°C, 500°C, 550°C dan 600°C, dengan waktu tahan 15 menit dan pendinginan udara.
4. Pengujian difokuskan hanya kekerasan dan struktur mikro.
5. Penelitian dilakukan di laboratorium *Metallurgy* Teknik Mesin Fakultas Teknik Tridinanti.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa hasil dari proses *Tempering* pada baja AISI 1040 dengan variasi temperatur 400°C, 450°C, 500°C, 550°C dan 600°C, dibandingkan benda asal tanpa perlakuan panas dan benda setelah proses *Hardening*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan pemahaman mengenai variasi temperatur poses *Tempering* terhadap sifat mekanik dan struktur mikro pada baja AISI 1040.
2. Memberikan tambahan data pada bidang proses *Tempering* dalam hal analisa pengujian sifat mekanik dan struktur mikro.
3. Menjadi acuan dalam menentukan parameter perlakuan panas pada baja AISI 1040.

DAFTAR PUSAKA

- Akujärvi, V., Cedell, T., Gutnichenko, O., Jaskari, M., & Andersson, M. (2022). Evolution of magnetic properties during *Tempering*. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119(3–4), 2329–2339.
<https://doi.org/10.1007/s00170-021-08464-7>
- ASTM A29/A29M-20. (2020). Standard Specification for General Requirements for Steel Bars, Carbon and Alloy, Hot-Wrought. In *Astm a29 / a29M-20: Vol. 01.05*. ASTM Internasional.
- Callister Jr, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). Characteristics, Application, and Processing of Polymers. In *Materials Science and Engineering - An Introduction* (10th ed.).
- Çoban, O. (2025). Heat treatment of AISI 1040 and AISI 4140 steels: microstructure-mechanical property relationships for normalization, spheroidization and *Quenching-Tempering*. *Journal of Innovative Engineering and Natural Science*, 5(2), 556–567.
<https://doi.org/10.61112/jiens.1634515>
- Dobrota, D. (2020). Optimizing the shape of welded constructions made through the technique “temper bead welding.” *Metals*, 10(12), 1–22.
<https://doi.org/10.3390/met10121655>
- M Yusuf, P Helmy, D. D. (2020). *Yusuf Musthafa_143010001_Teknik_Tenik Mesin*. 2, 1–9.
- Maissara, K., Forouzan, F., Åkerfeldt, P., Timokhina, I., Åkerström, P., Vuorinen,

- E., & Antti, M. L. (2025). Effect of *Tempering* on Microstructure and Tensile Properties of Ultra-High Strength Steels for Press *Hardening* Applications. *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*, 56(7), 2570–2585. <https://doi.org/10.1007/s11661-025-07805-5>
- Mudda, S., Hegde, A., Sharma, S., & Gurumurthy, B. M. (2025). Optimization of various heat treatment parameters for superior combination of hardness and impact energy of AISI 1040 steel. *Journal of Materials Research and Technology*, 38(June), 3900–3908. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2025.08.228>
- Pangestu, M. A., & Rosidah, A. A. (2024). Austenitizing Temperature and *Quenching* Media Effects on Hardness and Microstructure in *Hardening* of AISI 1040 Steel. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 3(2), 54–59. <https://doi.org/10.33379/metrotech.v3i2.4178>
- Paupler, P. (1988). G. E. Dieter. Mechanical Metallurgy. 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Co., New York 1986. XXIII + 751 p., DM 138.50, ISBN 0–07–016893–8. In *Crystal Research and Technology* (Vol. 23, Issue 2). ASTM Internasional. <https://doi.org/10.1002/crat.2170230211>
- PUTRA, R. H. S. (2018). *Karakteristik Pada Logam Baja Paduan Dengan Menggunakan Metoda X-RAY Fluorosense (XRF)*. 306–317.
- Require-, G., Re-, G., Bar, R., Vessels, P., & Plate, N. A. (2020). *Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials 1 , 2*. 1–38. <https://doi.org/10.1520/E0018-14.2>
- Santoso, E., & Ismail. (2021). Studi Eksperimental Pengaruh Perlakuan Panas

Hardening Pada Baja ST-41 Terhadap Sifat Mekanik. Mekanika : Jurnal Teknik Mesin, 7(2), 64–71.

Setiawan, A., & Pamungkas, B. Y. (2022). Pengaruh Temperatur Dan Holding Time Dalam Proses *Tempering* Terhadap Sifat Mekanik Pipa Low Carbon Steel Low Alloy Grade X65Q. *Journal of Metallurgical Engineering and Processing Technology*, 3(1), 53. <https://doi.org/10.31315/jmept.v3i1.6538>

Suyatno, & Anwar. (2020). Corresponding Author : Suyatno, Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin Universitas Sains dan Teknologi. *Jurnal Teknik Mesin*, 9 No 1, 4.

Wahyudi, T. C., Nugroho, E., Budiyanto, E., & Maktum, M. F. (2021). Kaji Eksperimen Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan dan Media Pendingin pada Proses *Quenching* terhadap Perubahan Kekerasan Sprocket Gear Sepeda Motor Non Original. *Teknika Sains : Jurnal Ilmu Teknik*, 6(1), 17–23. <https://doi.org/10.24967/teksis.v6i1.1232>