

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS *HARDENING* DAN DI
LANJUTKAN DENGAN DOUBEL TEMPERING PADA
BAJA AISI 1045 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN
STRUKTUR MIKRO**



TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Skripsi dalam Pendidikan Strata 1
pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti*

Oleh:

M RISKI SAPUTRA

2202220079

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

2026

**UNIVERSITAS TRIDINANTI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**



TUGAS AKHIR

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS *HARDENING* DAN DI
LANJUTKAN DENGAN DOUBEL TEMPERING PADA BAJA AISI 1045
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO**

Disusun :

M RISKI SAPUTRA

Mengetahui, Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT

Dosen Pembimbing I

Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T.

Dosen Pembimbing II

Hj. Rita Maria Veraniak, ST., MT

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ani Firda, ST., MT

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M RISKI SAPUTRA
NIP 2202220079
Fakultas : TEKNIK Program
Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul **Pengaruh perlakuan panas hardeing dan di lanjutkan dengan doubel tempering pada baja AISI 1045 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 keasadaran, dan tanpa paksaan dari pihak mana pun. Sehingga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Palembang, Oktober 2026

ahasiswa

M RISKI SAPUTRA

Lampiran :
Print Out Hasil Plagiat

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M RISKI SAPUTRA
NIP : 2202220079
Fakultas : TEKNIK Program
Studi : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul : **Pengaruh perlakuan panas hardeing dan di lanjutkan dengan doubel tempering pada baja AISI 1045 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, Oktober 2026

Yang membuat pernyataan



M RISKI SAPUTRA
NIM. 2202220079

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 : M RISKI SAPUTRA
NIP : 2202220079
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 :

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS *HARDENING* DAN DI
LANJUTKAN DENGAN DOUBEL TEMPERING PADA
BAJA AISI 1045 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN
STRUKTUR MIKRO**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini universitas tridinanti palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, 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,

10 Oktober 2020 Yang
menyatakan,



M RISKI SAPUTRA



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: 1 1
Assignment title: IAIN PTK THESIS
Submission title: M RISKI SAPUTRA 2202220079.docx
File name: M_RISKI_SAPUTRA_2202220079.docx
File size: 3.92M
Page count: 76
Word count: 5,769
Character count: 37,960
Submission date: 05-Oct-2026 09:38PM (UTC+0700)
Submission ID: 3051199782

BAB I PENDA HULUA N

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi manufaktur yang semakin pesat menuntut penggunaan material dengan karakteristik mekanik yang sesuai terhadap kondisi kerja komponen. Material yang digunakan pada mesin umumnya harus mampu menahan beban, gesekan, tahanan, serta kondisi operasi yang dapat menyebabkan keausan. Baja menjadi salah satu material yang banyak digunakan dalam bidang teknik karena mempunyai kombinasi sifat kekuatan, keuletan, kemampuan dikerjakan, dan kemudahan dalam proses manufaktur. (Prabowo, Waluyo & Yudhi 2025)

Salah satu jenis baja yang banyak digunakan pada komponen mesin adalah baja karbon sedang AISI 1045. Material ini memiliki kandungan karbon sekitar 0,45% sehingga dapat mengalami peningkatan sifat mekanik melalui berbagai metode perlakuan panas. Dalam penerapannya, AISI 1045 digunakan pada sejumlah komponen seperti poros, roda gigi, connecting rod, bearing, dan komponen mesin lainnya yang menerima beban serta mengalami gesekan selama beroperasi.

1 1

M RISKI SAPUTRA 2202220079.docx

 IAIN PTK THESIS Thesis IAIN Pontianak

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3669997966

Submission Date

Oct 5, 2026, 9:37 PM GMT+7

Download Date

Oct 5, 2026, 9:40 PM GMT+7

File Name

M_RISKI_SAPUTRA_2202220079.docx

File Size

3.9 MB

76 Pages**5,769 Words****37,960 Characters**

22% Overall Similarity

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

Top Sources

- 21%  Internet sources
 - 9%  Publications
 - 9%  Submitted works (Student Papers)
-

Top Sources

- 21% Internet sources
- 9% Publications
- 9% 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	repository.univ-tridinanti.ac.id	3%
2	Internet	repository.its.ac.id	3%
3	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta	1%
4	Internet	www.scribd.com	<1%
5	Internet	repository.usd.ac.id	<1%
6	Internet	docplayer.info	<1%
7	Internet	123dok.com	<1%
8	Student papers	Universitas Pamulang	<1%
9	Internet	ejournal.poltekbangsby.ac.id	<1%
10	Internet	digilib.unila.ac.id	<1%
11	Internet	repository.unmuhjember.ac.id	<1%

12	Student papers	Universitas Islam Riau	<1%
13	Student papers	Sriwijaya University	<1%
14	Internet	jurnalnasional.ump.ac.id	<1%
15	Internet	text-id.123dok.com	<1%
16	Internet	id.123dok.com	<1%
17	Publication	Asman Asman, Mochamad Saleh, Bambang Triono. "Analisis Pengaruh Variasi Te...	<1%
18	Internet	eprints.untirta.ac.id	<1%
19	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
20	Student papers	Universitas Pertamina	<1%
21	Student papers	Institut Teknologi Nasional Malang	<1%
22	Internet	journal.itny.ac.id	<1%
23	Internet	jurnal.unismabekasi.ac.id	<1%
24	Internet	repository.unkris.ac.id	<1%
25	Publication	Hariningsih Hariningsih, Tri Daryanto, Lutiyaatmi Lutiyaatmi. "Pengaruh Variasi Me...	<1%

26	Internet	ejurnalmaterialmetalurgi.com	<1%
27	Internet	repository.pnj.ac.id	<1%
28	Internet	diajeng.ildikti6.id	<1%
29	Internet	www.smsperkasa.com	<1%
30	Internet	blog.ub.ac.id	<1%
31	Internet	jurnal.polines.ac.id	<1%
32	Internet	ojs.ummetro.ac.id	<1%
33	Internet	publishing-widyagama.ac.id	<1%
34	Internet	www.neliti.com	<1%
35	Internet	eprints.ums.ac.id	<1%
36	Internet	repository.ummat.ac.id	<1%
37	Internet	repository.umi.ac.id:8080	<1%
38	Publication	Hanif Mustofa, Harnowo Supriadi, Zulhanif Zulhanif. "PENGARUH TEMPERATUR T...	<1%
39	Internet	dspace.uui.ac.id	<1%

40	Internet	repository.unmul.ac.id	<1%
41	Internet	repository.upstegal.ac.id	<1%
42	Internet	www.grafiati.com	<1%
43	Internet	adoc.pub	<1%
44	Internet	eprints.undip.ac.id	<1%
45	Internet	pdfcoffee.com	<1%
46	Internet	repository.uir.ac.id	<1%
47	Internet	sisfo.itp.ac.id	<1%

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Biarkan waktu mengajarkan kesabaran, proses mengajarkan ketangguhan, dan pengalaman membentuk diri menjadi lebih kuat.”

(Penulis)

“Tumbuh perlahan, berjalan pasti, sampai akhirnya menjadi seseorang yang dulu hanya saya impikan.”

(Penulis)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap“

(Q.S. 94: 6-8).

PERSEMBAHAN

Ku persembahkan skripsi ini kepada

- 1. Terimakasih kepada ALLAH SWT. Yang telah merikan kesehatan, serta kemampuan untuk menyelesaikan skripsi ini*
- 2. Kepada kedua orang tuaku tercinta, Ayahanda Marlan dan Ibunda Listinayati yang selalu mendoakanku, sekaligus pengemangat hidupku. terimakasih karena telah memberikan ku kasih sayang yang tak terhingga, nasihat, motivasi, materi dan memberikanku kekuatan dalam menjalani hidup ini.*
- 3. Untuk Saudara Perempuan tersayang Ridha Zain Azizah Terimakasih telah menjadi support system, doa dan memberi kekuatan agar segala hal yang mungkin tidak selalu kita ungkapkan melalui kata-kata. Kita tumbuh dengan cerita, keadaan, dan perjuangan yang sama.*

4. *Untuk yang tersayang Okta liani Terimakasih telah memberikan dukungan, kesabaran, kasih sayang, serta kekuatan untuk menjalani hidup ini*
5. *Terima kasih kepada sahabat Resa putra setiawan, Donny feberiansah, Zakhi nur halim, Muhammad ilham seperjuanganku, telah memberikan semangat serta dukungan selama perkuliahan ini.*
6. *Terima kasih kepada Bapak Ir.Zulkarnain Fatoni,M.T. dan Ibu Hj. Rita Maria Veranika,ST.,MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan dan bimbingan dalam menyusun serta menyelesaikan skripsi ini.*
7. *Terima kasih untuk diriku sendiri M RISKI SAPUTRA yang telah kuat dalam menjalani hidup ini yang penuh lika-liku, sabar, semangat saat perkuliahan dan penulisan skripsi ini.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan hidayah-nya, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Banyak hambatan dan rintangan yang terjadi selama menyusun Tugas Akhir ini. Walaupun demikian semua merupakan tantangan yang harus dihadapi. Tugas Akhir yang berjudul “pengaruh perlakuan panas hardening dan di lanjutkan dengan double tempering pada baja AISI 1045 terhadap sifat mekanik dan struktur mikro” dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Strata Satu di Universitas Tridianti. Meskipun penyusunan tugas akhir ini telah selesai, tetapi sadar tugas akhir masih jauh dari sempurna, baik dari segi materi, penyajian maupun bahasanya. Oleh karena itu sangat diharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun guna kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, perkenankanlah untuk menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu didalam penyusunan tugas akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Khususnya kepada Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:.

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE., MS. Selaku Rektor Universitas Tridianti.
2. Kedua Ibu Dr. Ani Firda, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti.
3. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, S.T., PG., Dip, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti. Bapak Martin Luther King, ST., MT, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti

4. Bapak Ir.Zulkarnain Fatoni,M.T. Selaku pembimbing 1
5. Ibu Hj. Rita Maria Veranika,ST.,MT. Selaku pembimbing 2
6. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti.
7. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, dan semangat kepada penulis.
8. Semua pihak dan teman² yang turut membantu dalam penyusunan hasil penelitian ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi mahasiswa. Khususnya Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Tridinanti

Hormat saya

M RISKI SAPUTRA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah	6
1.4. Tujuan Penelitian	7
1.5. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Pengertian Baja Karbon	8
2.2. Klasifikasi Baja Karbon.....	8
2.2.1. Baja Karbon Rendah (<i>Low Carbon Steel</i>).....	8
2.2.2. Baja Karbon Sedang (<i>Medium Carbon Steel</i>).....	9
2.2.3. Baja Karbon Tinggi (<i>High Carbon Steel</i>)	9
2.3. Baja AISI 1045.....	10

2.3.1. Komposisi Kimia Baja AISI 1045	10
2.4. Perlakuan panas (Heat Treatment)	11
2.5. Austenitisasi	11
2.5.1. Pengertian dan Tujuan Hardening	12
2.5.2. Transformasi Martensit	12
2.6. Tempering	13
2.6.1. Struktur Martensit Tempering	14
2.7. Double Tempering	14
2.7.1. Mekanisme Double Tempering	14
2.7.2. Kelebihan Double Tempering dibanding Tempering Tunggal	15
2.8. Sifat Mekanik Baja.....	16
2.8.1. Kekerasan	16
2.8.2. Ketangguhan.....	17
2.8.3. Keuletan (Ductility).....	17
2.9. Diagram Fasa (Fe-C).....	18
2.10. Diagram TTT	<u>19</u>
2.11. Diagram Peroses Single <i>Tempering</i> dan Double <i>Tempering</i>	20
2.12. Setruktur Mikro Baja	21
2.12.1. Ferrit	21
2.12.2. Perlit	21
2.12.3. Sementit.....	23
2.12.4 Martensit.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Diagram Alir Penelitian	25
3.2. Metode Penelitian	26

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.4. Bahan dan Alat Penelitian.....	26
3.4.1. Bahan Penelitian.....	26
3.4.2. Alat Penelitian	26
3.5. Variabel Penelitian.....	27
3.5.1. Variabel Bebas	27
3.5.2. Variabel Terikat.....	27
3.5.3. Variabel Terkontrol	27
3.6. Prosedur Penelitian	28
3.6.1. Persiapan Spesimen.....	28
3.6.2. Proses Perlakuan Panas	30
3.6.3. Pengamatan Struktur Mikro	30
3.7. Teknik Pengumpulan Data.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Pengujian Kekerasan.....	31
4.2. Struktur Mikro	34
4.2.1 Tanpa Perlakuan panas Baja AISI 1045.....	34
4.2.2 Hardening media pendingin Coolant.....	35
4.2.3 Struktur Mikro Singel Tempering 300°C	36
4.2.4 Struktur Mikro Singel Tempering 350°C	37
4.2.5 Struktur Mikro Singel Tempering 400°C	38
4.2.6 Struktur Mikro Dobel Tempering 300°C	39
4.2.7 Struktur Mikro Dobel Tempering 350°C	40
4.2.8 Struktur Mikro Dobel Tempering 400°C	41
4.3. Pembahasan Single Tempering.....	42

4.4. Pembahasan Double Tempering	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram fasa (Fe-C).....	18
Gambar 2.2 Diagram Fasa Austenit.....	19
Gambar 2.3 Diagram TTT Baja AISI 1042	20
Gambar 2.4 Diagram Peroses Single <i>Tempering</i> dan Double <i>Tempering</i>	20
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Dimensi Spesimen.....	29
Gambar 3.3 Daerah Pengujian Kekerasan.....	29
Gambar 4.1 Hubungan Nilai Kekerasan Terhadap Jenis Perlakuan.....	33
Gambar 4.2 Stuktur Mikro Baja AISI 1045 Tanpa Perlakuan	34
Gambar 4.3 Stuktur Mikro Baja AISI 1045 Setelah Hardening Coolant.....	35
Gambar 4.4 Stuktur Mikro Baja AISI 1045 Singel Temepiring 300°C.....	36
Gambar 4.5 Stuktur Mikro Baja AISI 1045 Singel Temepiring 350°C.....	37
Gambar 4.6 Stuktur Mikro Baja AISI 1045 Singel Temepiring 400°C.....	38
Gambar 4.7 Stuktur Mikro Baja AISI 1045 Dobel Temepiring 300°C	39
Gambar 4.8 Stuktur Mikro Baja AISI 1045 Dobel Temepiring 350°C	40
Gambar 4.9 Stuktur Mikro Baja AISI 1045 Dobel Temepiring 400°C	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2. Komposisi Kimia Baja AISI 1045.....	10
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Nilai Kekerasan.....	32

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perlakuan panas yang terdiri dari *hardening* yang dilanjutkan dengan *single tempering* dan *double tempering* terhadap kekerasan serta perubahan struktur mikro baja AISI 1045. Proses *hardening* dilakukan pada temperatur 820°C selama 15 menit, kemudian didinginkan menggunakan media *Air Coolant Radiator*. Selanjutnya, spesimen diberikan perlakuan *single tempering* dan *Multipel tempering* pada temperatur 300°C, 350°C, dan 400°C dengan waktu tahan 10 menit, kemudian didinginkan di udara. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metode Rockwell skala HRC, sedangkan pengamatan struktur mikro dilakukan menggunakan mikroskop optik. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan bahwa spesimen tanpa perlakuan memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 30,7 HRC, kemudian meningkat menjadi 51,9 HRC setelah proses *hardening*. Setelah *single tempering*, nilai kekerasan rata-rata masing-masing sebesar 46,9 HRC pada 300°C, 43,3 HRC pada 350°C, dan 42,8 HRC pada 400°C. Sementara itu, perlakuan *double tempering* menghasilkan nilai kekerasan sebesar 40,1 HRC pada 300°C, 38,3 HRC pada 350°C, dan 37,7 HRC pada 400°C. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa baja AISI 1045 tanpa perlakuan terdiri atas ferrit dan perlit. Setelah proses *hardening*, struktur mikro didominasi oleh martensit, sedangkan setelah proses *tempering*, martensit berubah menjadi tempered martensite disertai perubahan distribusi karbida. Berdasarkan hasil penelitian, proses *hardening* meningkatkan nilai kekerasan baja AISI 1045, sedangkan proses *tempering* selanjutnya menurunkan kekerasan akibat perubahan struktur martensit dan pelepasan tegangan sisa. Nilai kekerasan tertinggi setelah proses *tempering* diperoleh pada perlakuan *single tempering* 300°C, yaitu sebesar 46,9 HRC.

Kata kunci: AISI 1045, *hardening*, *single tempering*, *double tempering*, kekerasan, struktur mikro.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of heat treatment consisting of hardening followed by single tempering and double tempering on the hardness and microstructural changes of AISI 1045 steel. The hardening process was carried out at a temperature of 820°C for 15 minutes, followed by cooling using an Air Coolant Radiator medium. The specimens were then subjected to single tempering and double tempering at temperatures of 300°C, 350°C, and 400°C, with a holding time of 10 minutes, followed by air cooling. Hardness testing was performed using the Rockwell hardness test on the HRC scale, while microstructural observations were conducted using an optical microscope. The hardness test results showed that the untreated specimen had an average hardness of 30.7 HRC, which increased to 51.9 HRC after the hardening process. After single tempering, the average hardness values were 46.9 HRC at 300°C, 43.3 HRC at 350°C, and 42.8 HRC at 400°C. Meanwhile, the double tempering treatment produced hardness values of 40.1 HRC at 300°C, 38.3 HRC at 350°C, and 37.7 HRC at 400°C. Microstructural observations showed that the untreated AISI 1045 steel consisted mainly of ferrite and pearlite. After hardening, the microstructure was dominated by martensite, while after the tempering process, the martensite transformed into tempered martensite, accompanied by changes in carbide distribution. Based on the results, the hardening process significantly increased the hardness of AISI 1045 steel, while subsequent tempering reduced the hardness due to changes in the martensitic structure and the release of residual stresses. The highest hardness after the tempering process was obtained from single tempering at 300°C, with a value of 46.9 HRC.

Keywords: AISI 1045, hardening, single tempering, double tempering, hardness, microstructure.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang manufaktur mendorong permintaan terhadap material dengan memiliki sifat mekanik sesuai akan tuntutan penggunaannya. Komponen mesin pada umumnya harus memiliki kemampuan untuk menerima berbagai kondisi kerja, seperti pembebanan, gesekan, tekanan, dan lingkungan operasi yang berpotensi menimbulkan keausan. Salah satu jenis material yang sering digunakan dalam bidang teknik adalah baja. Penggunaan baja tersebut didukung oleh perpaduan sifat mekaniknya yang baik, seperti kekuatan dan keuletan, serta kemudahan dalam proses pengerjaan dan manufaktur (Prabowo, Waluyo & Yudha, 2025)

Baja karbon sedang AISI 1045 adalah salah satu material yang sering dimanfaatkan dalam pembuatan berbagai komponen mesin. Baja ini mempunyai kadar karbon sekitar 0,45%, yang memungkinkan sifat mekaniknya ditingkatkan melalui penerapan perlakuan panas tertentu. Dalam bidang teknik mesin, AISI 1045 dapat ditemukan pada berbagai komponen, antara lain poros, roda gigi, connecting rod, bearing, serta bagian mesin lainnya yang bekerja di bawah pembebanan dan mengalami kontak gesek. Kondisi tersebut menyebabkan peningkatan kekerasan dan kemampuan material dalam menahan keausan menjadi hal yang penting untuk diperhatikan dalam pemanfaatan baja AISI 1045 (Prabowo,

Waluyo & Yudha, 2025).

Hardening yaitu salah satu metode perlakuan panas pada baja untuk meningkatkan nilai kekerasan dan kekuatannya dengan membentuk struktur martensit. Pada material AISI 1045, tahapan hardening diawali dengan pemanasan hingga mencapai daerah austenit, yang umumnya berada pada kisaran temperatur 820–870°C, kemudian dilanjutkan dengan pendinginan cepat melalui media quenching. Proses pendinginan tersebut mendorong perubahan fasa austenit menjadi martensit sehingga kekerasan baja dapat mengalami peningkatan. Meskipun demikian, terbentuknya martensit dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan material menjadi lebih getas dan menimbulkan tegangan sisa yang berkaitan dengan perubahan volume serta ketidakseragaman laju pendinginan. Untuk mengurangi kondisi tersebut, baja yang telah melalui proses hardening umumnya diberikan perlakuan tempering. Proses ini dilakukan melalui pemanasan kembali material pada temperatur tertentu sehingga tegangan sisa dapat berkurang, ketangguhan meningkat, dan struktur martensit menjadi lebih stabil. Oleh karena itu, penerapan hardening yang dilanjutkan dengan tempering dapat digunakan untuk memperoleh kombinasi sifat mekanik yang lebih seimbang antara kekerasan, kekuatan, dan ketangguhan baja (Hariningsih, 2025).

Tempering empering merupakan proses perlakuan panas lanjutan yang diberikan kepada baja setelah hardening dengan memanaskan kembali material pada temperatur yang lebih rendah suhu kritis, yang

pada umumnya berada pada kisaran 300–600°C. Perlakuan ini dilakukan untuk menurunkan tegangan sisa yang terbentuk akibat pendinginan cepat, sekaligus meningkatkan keuletan dan ketangguhan baja serta membuat struktur martensit menjadi lebih stabil. Namun, apabila tempering hanya dilakukan dalam satu tahap, perubahan dan penguraian martensit belum tentu berlangsung secara optimal sehingga masih memungkinkan adanya austenit tersisa (*retained austenite*) pada struktur mikro. Keberadaan *retained austenite* tersebut dapat menyebabkan kestabilan dimensi material menjadi kurang baik, terutama apabila terjadi perubahan fasa selama penggunaan. Selain itu, fasa ini juga dapat memberikan pengaruh terhadap karakteristik mekanik dan performa komponen ketika digunakan dalam kondisi kerja tertentu (Uranaka et al., 2024; Euser et al., 2021).

Double tempering atau tempering ganda merupakan metode perlakuan panas yang dilakukan melalui dua tahap tempering setelah material menjalani proses hardening atau quenching. Penerapan dua siklus tempering ini dimaksudkan untuk meningkatkan kestabilan struktur mikro sekaligus mengatur sifat mekanik baja agar sesuai dengan kebutuhan penggunaannya. Pada tahap tempering pertama, struktur martensit terbentuk selama proses quenching mengalami perubahan dan mulai terurai menjadi *tempered martensite*. Selanjutnya, pada tempering kedua, martensit baru yang terbentuk dari transformasi *retained austenite* diberikan perlakuan tempering kembali. Proses ini menyebabkan

perubahan lebih lanjut pada struktur mikro, termasuk pembentukan dan perkembangan partikel karbida. Dengan adanya dua kali proses tempering, struktur mikro diharapkan menjadi lebih homogen dan stabil serta distribusi karbida menjadi lebih merata. Kondisi tersebut dapat membantu menciptakan perpaduan sifat mekanik yang lebih seimbang, terutama antara kekerasan, kekuatan, dan ketangguhan material (Dwi Setyo Prakoso, D.S.A. & Purwanto, Vol. 15, No. 2, 2019).

Penelitian Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji dampak perlakuan panas pada karakteristik baja AISI 1045. Salah satu penelitian menerapkan proses hardening pada temperatur 800°C, 850°C, dan 900°C dengan waktu tahan (holding time) selama 25 menit. Setelah proses pemanasan, spesimen didinginkan menggunakan oli SAE 20W-50 sebagai media quenching, kemudian diberikan perlakuan tempering pada temperatur 150°C, 200°C, dan 250°C. Perlakuan tempering tersebut diketahui dapat menurunkan tingkat kekerasan yang dihasilkan setelah proses hardening sekaligus memengaruhi karakteristik struktur mikro baja. Dwi Setyo Prakoso, D.S.A. dan Purwanto (2019) melaporkan bahwa perbedaan media pendingin yang digunakan setelah rangkaian hardening dan tempering memberikan pengaruh terhadap perubahan struktur mikro serta nilai kekerasan baja AISI 1045. Sementara itu, penelitian Gunawan Dwi Haryadi (2021) mengenai penerapan double tempering menunjukkan bahwa perlakuan tempering secara berulang dapat menghasilkan perpaduan sifat mekanik yang baik antara kekuatan

dan keuletan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode double tempering dapat menjadi salah satu alternatif perlakuan panas dalam mengatur dan meningkatkan karakteristik baja teknik.

Namun, penelitian yang secara spesifik mengkaji pengaruh variasi suhu (double tempering) terhadap sifat mekanik dan struktur mikro pada baja AISI 1045 media pendingin Air Coolant masih terbatas, hal ini menjadi dasar penelitian mengenai pengaruh variasi suhu (double tempering) perlu dilakukan agar dapat diketahui perubahan sifat mekanik dan struktur mikro pada baja AISI 1045 sebagai material.

Perbedaan material dan parameter penelitian terdahulu memberikan ruang untuk mengkaji proses (double tempering) secara khusus pada baja AISI 1045. Penelitian ini menggunakan temperatur isothermal 300°C, 350°C, dan 400°C dengan waktu penahanan yang dibuat tetap selama 1 menit. Selanjutnya, pengaruh perlakuan dianalisis melalui uji kekerasan dan pengamatan struktur mikro.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas (double tempering) terhadap sifat mekanik dan struktur mikro baja AISI 1045. Hasil spesimen tanpa perlakuan dibandingkan dengan hasil austempering pada temperatur isothermal 300°C, 350°C, dan 400°C. Dengan demikian, penelitian ini mengambil judul “pengaruh perlakuan panas hardening dan di lanjutkan dengan double tempering pada baja AISI 1045 terhadap sifat mekanik dan struktur mikro”

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penerapan proses hardening yang dilanjutkan dengan double tempering terhadap karakteristik sifat mekanik baja AISI 1045, khususnya kekerasan.?
2. Bagaimana perubahan struktur mikro yang terbentuk pada baja AISI 1045 setelah mengalami perlakuan hardening dan double tempering?
3. Bagaimana keterkaitan antara perubahan struktur mikro dengan sifat mekanik yang diperoleh akibat penerapan proses hardening dan double tempering pada baja AISI 1045?

1.3. Batasan Masalah

1. Penelitian ini menggunakan material berupa baja AISI 1045 komersial.
2. Perlakuan panas diterapkan meliputi proses hardening memakai media pendingin berupa Air Coolant , selanjutnya dilakukan proses double tempering.
3. Proses austenitisasi dilakukan dalam temperatur 820°C dengan waktu penahanan (holding time) selama 15 menit.
4. Variasi temperatur tempering dalam penelitian ini terdiri dari 300°C, 350°C, dan 400°C.
5. Variasi temperatur Multipel tempering yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas 300°C, 350°C, dan 400°C.
6. Tahapan pengujian mencakup pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell (HRC) serta pengamatan struktur mikro dengan

mikroskop optic.

7. Pembahasan penelitian difokuskan pada keterkaitan antara perubahan struktur mikro dengan sifat mekanik yang dihasilkan akibat perlakuan panas yang diberikan.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh perlakuan panas hardening yang dilanjutkan dengan double tempering terhadap sifat mekanik baja AISI 1045.
2. Mengidentifikasi perubahan struktur mikro yang terbentuk pada baja AISI 1045 setelah mengalami proses hardening dan double tempering.
3. Mengkaji hubungan antara perubahan struktur mikro dengan sifat mekanik yang dihasilkan pada baja AISI 1045 akibat perlakuan hardening dan double tempering.

1.5. Manfaat Penelitian

Bagi Akademisi

1. Menambah referensi ilmiah mengenai pengaruh kombinasi perlakuan panas hardening yang diikuti dengan double tempering terhadap karakteristik baja AISI 1045.
2. Meningkatkan pemahaman mengenai mekanisme transformasi fasa serta pengaruhnya terhadap sifat mekanik pada baja karbon sedang.
3. Menjadi rujukan dan landasan untuk penelitian berikutnya yang memiliki topic serupa dengan optimasi parameter perlakuan panas pada baja AISI 1045.

DAFTAR PUSTAKA

- Uranaka et al., 2024; Euser et al., 2021). *Effects of Retained Austenite upon Softening during Lowtemperature Tempering in Martensitic Carbon Steels.*~
- Akhyar, I., & Sayuti, M. (2015). *Effect of heat treatment on hardness and microstructures of AISI 1045. Advanced Materials Research*, 1119, 575–579.~
- Field et al. (2021) *Heat Treatment and Austenitization Temperature Effect on Microstructure and Impact Toughness of an Ultra-High Strength Steel Metals (MDPI)*, 2021~
- Giudice, F., Missori, S., Scolaro, C., & Sili, A. (2024). *A Review on Metallurgical Issues in the Production and Welding Processes of Clad Steels.*~
- Krauss, G. (2015). *Steels: Processing, Structure, and Performance (2nd ed.)*. Materials Park, OH: ASM International., ~
- Mulyadi, A., Sutrisno, & Prasetyo, D. (2020). Pengaruh media quenching terhadap kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1045. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 15(1), 12–18.
- Priyanto, B., & Suherman, W. (2019). Pengaruh variasi suhu tempering terhadap sifat mekanik baja AISI 1045 setelah proses hardening. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(2),
- Do, V. T., et al. (2020). *Impact of Cold-Rolling and Heat Treatment on Mechanical Properties of Dual-Phase Treated Low Carbon Steel. Advances in Materials Science and Engineering*, 2020,~
- Syamsuir, Lubi, A., & Susetyo, F. B. (2022). Karakteristik sifat mekanik dan struktur mikro baja karbon sedang paska perlakuan panas tempering. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 7(1), 1–7.~
- Prabowo, Waluyo & Yudha Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Kekerasan dan Kekasaran Permukaan Hasil Pembubutan Baja AISI 1045.
- Hariningsih, Pengaruh Variasi Media Quenching dan Tempering terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Baja AISI 1045. Program Studi Teknologi Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Ceper
- Dwi Setyo Prakoso,D.S.A.,Purwanto,Vol.15,No.2(2019).*Analisa Pengaruh Tempering Menggunakan Pemanas Induksi Pasca Quenching dengan Media Oli pada Baja AISI 1045 terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan sebagai Material Pengganti Pin Track Link Bulldozer.*
- Gunawan Dwi Haryadi (2021). Pengaruh Variasi Temperatur Quenching dan Media Pendingin terhadap Tingkat Kekerasan Baja AISI 1045.
- Agung Prayogi & Suhardiman Vol. 17, No. 2 (2019) Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Perlakuan Panas Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah
- Dwi Joko Purnomo Vol. 07, No. 1 Januari (2019). Analisa Pengaruh

Holding Time Tempering Terhadap Kekerasan, Keuletan, Ketangguhan dan Struktur Mikro Pada Baja ST 70
Suhartono, S., & Puspitasari, P. (2019). *Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Baja*. Jurnal Teknik Mesin / Jurnal Material Teknik.