

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS NORMALIZING DENGAN VARIASI
TEMPERATUR PEMANASAN DAN MEDIA PENDINGIN UDARA BEBAS
DAN UDARA PAKSA PADA BAJA AISI 1045 TERHADAP SIFAT MEKANIK
DAN STRUKTUR MIKRO**



TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Strata I Pada

Program Studi Teknik Mesin

Oleh :

Nurhadi

2202220044

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI

2026

UNIVERSITAS TRIDINANTI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



PENGARUH PERLAKUAN PANAS NORMALIZING DENGAN VARIASI
TEMPERATUR PEMANASAN DAN MEDIA PENDINGIN UDARA BEBAS DAN
UDARA PAKSA PADA BAJA AISI 1045 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN
STRUKTUR MIKRO
TUGAS AKHIR

Disusun :

NURHADI
2202220044

Mengetahui, Diperiksa dan Disetujui
Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Heriyanto Rusmaryadi, ST.
PG.Dip, MT

Dosen Pembimbing I

Martin Luther King, ST.MT.

Dosen Pembimbing II

Hj. Rita Veranika, ST., MT



Disahkan Oleh :
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ani Firda, ST., MT

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : NURHADI
NIM : 2202220044
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul PENGARUH PERLAKUAN PANAS NORMALIZING DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN DAN MEDIA PENDINGIN UDARA BEBAS DAN UDARA PAKSA 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. 16 Oktober

2026 Mahasiswa



Nurhadi

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nurhadi

NIM : 2202220044

Fakultas : TEKNIK

Program Studi : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul : **PENGARUH PERLAKUAN PANAS NORMALIZING DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN DAN MEDIA PENDINGIN UDARA BEBAS DAN UDARA PAKSA 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, 16
Oktober 2026 Yang
membuat pernyataan



Nurhadi

NIM. 2202220044

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 : Nurhadi
NIP : 2202220044
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 NORMALIZING DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN DAN MEDIA PENDINGIN UDARA BEBAS DAN UDARA PAKSA 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.

Palembang, 16
Oktober 2026 Yang
membuat pernyataan



Nurhadi

NIM. 2202220044



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: 11
 Assignment title: IAIN PTK E-THESIS
 Submission title: NURHADI 2202220044.docx
 File name: NURHADI_2202220044.docx
 File size: 2.95M
 Page count: 50
 Word count: 7,445
 Character count: 48,238
 Submission date: 07-Oct-2026 01:09AM (UTC+0700)
 Submission ID: 3052370005



**11****NURHADI 2202220044.docx** IAIN PTK E-THESIS E-Thesis IAIN Pontianak**Document Details**

Submission ID

trn:oid::1:3671265590

Submission Date

Oct 7, 2026, 1:08 AM GMT+7

Download Date

Oct 7, 2026, 1:10 AM GMT+7

File Name

NURHADI_2202220044.docx

File Size

2.9 MB

50 Pages

7,445 Words

48,238 Characters





20% Overall Similarity

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

Top Sources

- 17%  Internet sources
- 6%  Publications
- 6%  Submitted works (Student Papers)



Top Sources

17% Internet sources
 6% Publications
 6% 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	123dok.com	3%
2	Internet	repository.its.ac.id	3%
3	Internet	digilib.unila.ac.id	2%
4	Internet	repository.usd.ac.id	1%
5	Internet	repository.kemdikbud.go.id	<1%
6	Student papers	Universitas Islam Riau	<1%
7	Internet	repository.unhas.ac.id	<1%
8	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta	<1%
9	Publication	Ahmad Multazam. "Pengaruh Heat Treatment dan Variasi Media Pendingin Terha..."	<1%
10	Student papers	Universitas Gadjah Mada	<1%
11	Student papers	LL Dikti IX Turnitin Consortium	<1%





40	Publication	Ahmad Zayadi, Sungkono, Masyhudi, Ekky Setyawan T. "Pengaruh Waktu Tempe..."	<1%
41	Internet	dspace.uii.ac.id	<1%
42	Internet	pt.scribd.com	<1%
43	Internet	text-id.123dok.com	<1%
44	Internet	vdocuments.com.br	<1%
45	Internet	www.researchgate.net	<1%
46	Internet	yullaamira.blogspot.com	<1%
47	Publication	Auliana Diah Wilujeng, Misbakhul Fatah, Laily Ulfiyah. "Studi eksperimental varia..."	<1%
48	Publication	Hanif Mustofa, Harnowo Supriadi, Zulhanif Zulhanif. "PENGARUH TEMPERATUR T..."	<1%





26	Internet	journal.aritekin.or.id	<1%
27	Internet	repository.pnj.ac.id	<1%
28	Internet	www.scilit.net	<1%
29	Internet	www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id	<1%
30	Publication	Jandri Fan HT Saragi, Eka Putra Dairi Boangmanalu, Franklin Taruyun Hudeardo S...	<1%
31	Internet	dokumen.tips	<1%
32	Internet	repository.nusaputra.ac.id	<1%
33	Internet	scholar.unand.ac.id	<1%
34	Publication	Akmal Barry, Zuraida Zuraida. "Kaji eksperimen pengaruh hardening dan temper...	<1%
35	Publication	Andra Pratama, Novan Hari Prasetya, Muhammad Ilham Maulana. "ANALISA VAR...	<1%
36	Publication	Semuel M. J. S Tuny, Victor D. Waas, Dominggus Battianan. "Studi Sifat Kekerasan...	<1%
37	Internet	repository.umy.ac.id	<1%
38	Internet	repository.unmuhjember.ac.id	<1%
39	Internet	www.scribd.com	<1%





40	Publication	Ahmad Zayadi, Sungkono, Masyhudi, Ekky Setyawan T. "Pengaruh Waktu Tempe...	<1%
41	Internet	dspace.uil.ac.id	<1%
42	Internet	pt.scribd.com	<1%
43	Internet	text-id.123dok.com	<1%
44	Internet	vdocuments.com.br	<1%
45	Internet	www.researchgate.net	<1%
46	Internet	yuliaamira.blogspot.com	<1%
47	Publication	Aullana Diah Wilujeng, Misbakhul Fatah, Laily Ulfiyah. "Studi eksperimental varia...	<1%
48	Publication	Hanif Mustofa, Harnowo Supriadi, Zulhanif Zulhanif. "PENGARUH TEMPERATUR T...	<1%



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Hidup Bukan Saling Mendahului. Bermimpilah Sendiri-Sendiri”

(Penulis)

“Maka Seungguhnya Bersama Kesulitan Ada Kemudahan. Maka Apabila Engkau Telah

Selesai (Dari Suatu Urusan), Tetaplah Bekerja Keras

(Untuk Urusan Yang Lain). Dan Hanya Kepada TUHAN mu lah Engkau Berharap

(QS. Al-Insyirah,6-8)

Segala Sesuuatu Yang Telah Dimulai, Maka Harus Diakhiri. Tetaplah Berjalan Mesti Pelan

Dan Nikmatilah Prosesnya.

(Annisa' Auliyah Larasati)

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan kepada Bapak tercinta (Almarhum), yang selalu hidup di dalam hati dan menjadi motivasi saya untuk terus berjuang. Semoga Allah SWT menempatkan Bapak di tempat terbaik di sisi-Nya. Untuk Ibu tercinta, terima kasih atas doa, kasih sayang, dan pengorbanan yang tiada henti. Untuk Kakak

tersayang, terima kasih atas dukungan dan semangat yang diberikan. Serta untuk pacar tercinta, terima kasih telah menemani, memberikan semangat, mendengarkan keluh kesah, dan selalu mendukung saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Terakhir, untuk diri saya sendiri, terima kasih telah bertahan dan berjuang hingga sampai di titik ini. Skripsi ini menjadi bukti perjuangan, doa, cinta, dan harapan dari orang-orang yang berarti dalam hidup saya.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya penyusunan hasil penelitian yang berjudul "PENGARUH PERLAKUAN PANAS NORMALIZING DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN DAN MEDIA PENDINGIN UDARA BEBAS DAN UDARA PAKSA PADA BAJA AISI 1045 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO" penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi tahapan pelaksanaan tugas akhir pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik.

Penyusunan penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perlakuan panas normalizing dengan variasi temperatur pemanasan dan media pendinginan udara bebas serta udara paksa terhadap kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1045. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu material teknik, khususnya mengenai pengaruh temperatur pemanasan dan kondisi pendinginan terhadap karakteristik baja karbon sedang AISI 1045.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya 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.kohar. MT. Selaku Dosen delegasi Pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan dan nasehat pada penulis.
6. Bapak Martin luther king,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 Tridianti 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 Tridianti 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 Tridianti.

Palembang, September 2026

Penulis,

Nurhadi

NPM. 2202220044

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL.....	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tinjauan Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	9
2.2 Proses Normalizing	11
2.3 Baja Karbon Sedang AISI 1045	19

2.4 Pengujian Sifat Mekanik	21
2.5 Pengamatan Struktur Mikro (ASTM E3)	23
2.6 Penelitian Terdahulu	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Diagram Alir	26
3.2 Metode Penelitian	27
3.3 Metode Pengumpulan Data	27
3.4 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.5 Alat dan Bahan	28
3.6 Perancangan Spesimen dan Matriks Pengujian	29
3.7 Prosedur Penelitian	30
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil Pengujian Kekerasan	33
4.2 Struktur Mikro	36
4.3 Pembahasan	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia baja AISI 1045.....	17
Tabel 3.1 Matriks Spesimen.....	27
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan (HRB) Baja AISI 1045.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ c.....	10
Gambar 2.2 Temperatur proses <i>normalizing</i>	12
Gambar 2.3 Contoh kurva prosedur proses <i>normalizing</i> dan <i>annealing</i>	13
Gambar 2.4 Baja Karbon Sedang AISI 1045.....	19
Gambar 2.5 Mikroskop optik.....	22
Gambar 3.1. Alur penelitian.....	24
Gambar 3.3 Skematik dimensi.....	27
Gambar 3.3 Skematik titik penekanan pada pengujian kekerasan.....	27
Gambar 4. 1 Hubungan Temperatur Terhadap Nilai Kekerasan Rata rata Pada Baja AISI 1045.....	32
Gambar 4.2. Struktur Mikro Baja AISI 1045 Tanpa Perlakuan.....	34
Gambar 4.3 Struktur mikro baja AISI 1045 pada udara paksa dengan temperatur 840°C.....	35
Gambar 4.4 Struktur mikro baja AISI 1045 pada udara paksa dengan temperatur 850°C.....	36
Gambar 4.5 Struktur mikro baja AISI 1045 pada udara paksa dengan temperatur 860°C.....	37
Gambar 4.6 Struktur mikro baja AISI 1045 pada udara paksa dengan temperatur 870°C.....	38

Gambar 4.7 Struktur mikro baja AISI 1045 pada udara bebas dengan temperatur 840°C.....	39
Gambar 4.8 Struktur mikro baja AISI 1045 pada udara bebas dengan temperatur 850°C.....	40
Gambar 4.9 Struktur mikro baja AISI 1045 pada udara bebas dengan temperatur 860°C.....	41
Gambar 4.10 Struktur mikro baja AISI 1045 pada udara bebas dengan temperatur 870°C.....	42

ABSTRAK

Baja AISI 1045 merupakan baja karbon sedang yang banyak digunakan pada komponen teknik. Sifat mekanik dan struktur mikronya dapat diubah melalui perlakuan panas, salah satunya normalizing. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi temperatur pemanasan dan media pendinginan terhadap kekerasan serta struktur mikro baja AISI 1045. Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan temperatur 840°C, 850°C, 860°C, dan 870°C, waktu tahan 10 menit, serta pendinginan udara bebas dan udara paksa. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan Rockwell B dan pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik. Hasil penelitian menunjukkan kekerasan material tanpa perlakuan sebesar 89 HRB. Nilai tertinggi diperoleh pada temperatur 840°C dengan pendinginan udara paksa sebesar 92,6 HRB, sedangkan nilai terendah setelah normalizing sebesar 90,6 HRB pada 860°C dengan udara bebas. Struktur mikro terdiri atas ferit dan perlit, dengan kecenderungan lebih halus pada udara paksa. Media pendinginan memberikan pengaruh lebih jelas terhadap kekerasan dibandingkan variasi temperatur.

Kata kunci: AISI 1045, normalizing, temperatur pemanasan, media pendinginan, kekerasan.

ABSTRACT

AISI 1045 steel is a medium-carbon steel widely used in engineering components. Its mechanical properties and microstructure can be modified through heat treatment, including normalizing. This study aimed to analyze the effect of heating temperature and cooling media on the hardness and microstructure of AISI 1045 steel. An experimental method was used with heating temperatures of 840°C, 850°C, 860°C, and 870°C, a holding time of 10 minutes, and cooling using free air and forced air. Hardness was tested using the Rockwell B method, while microstructure was observed using an optical microscope. The results showed that the untreated material had a hardness of 89 HRB. The highest hardness was obtained at 840°C with forced-air cooling, reaching 92.6 HRB, while the lowest hardness after normalizing was 90.6 HRB at 860°C with free-air cooling. The microstructure consisted of ferrite and pearlite, with a tendency toward a finer structure under forced-air cooling. Cooling media had a more pronounced effect on hardness than temperature variation.

Keywords: *AISI 1045, normalizing, heating temperature, cooling medium, hardness.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja AISI 1045 merupakan salah satu jenis baja karbon sedang yang banyak digunakan sebagai material komponen mesin karena memiliki kombinasi sifat mekanik yang cukup baik, seperti kekuatan, kekerasan, ketangguhan, dan kemampuan pemesinan. Penggunaannya antara lain ditemukan pada komponen seperti poros, roda gigi, baut, dan axle yang dalam pengoperasiannya dapat menerima beban mekanis maupun beban kejut. Pemilihan material pada komponen tersebut perlu mempertimbangkan kondisi pembebanan karena sifat mekanik baja dapat mengalami perubahan akibat proses manufaktur maupun perlakuan panas (Singh et al., 2021; Tama & Rosidah, 2024). Penelitian mengenai AISI 1045 juga menunjukkan bahwa material tersebut banyak digunakan untuk komponen teknik yang membutuhkan kombinasi sifat mekanik tertentu, sehingga pengendalian sifat material menjadi bagian penting dalam penggunaannya (Al Faris & Rasyid, 2023).

Secara umum, AISI 1045 termasuk baja karbon sedang dengan kandungan karbon sekitar 0,43–0,50% berat. Selain karbon, baja ini mengandung unsur mangan, silikon, fosfor, dan sulfur dalam jumlah tertentu. Komposisi kimia tersebut berpengaruh terhadap kemampuan baja mengalami transformasi fasa selama pemanasan dan pendinginan serta terhadap sifat mekanik yang dihasilkan. Salah satu data komposisi AISI 1045 yang dilaporkan dalam penelitian terbaru menunjukkan kandungan C sekitar 0,43%, Mn 0,71%, Si 0,02%, P 0,018%, dan S 0,025% berat (2023). Dengan demikian, perubahan kondisi termal selama

perlakuan panas dapat menyebabkan perubahan pada struktur mikro dan selanjutnya memengaruhi sifat mekanik baja AISI 1045.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengendalikan sifat mekanik dan struktur mikro baja adalah perlakuan panas (*heat treatment*). Perlakuan panas dilakukan melalui pengaturan temperatur pemanasan, waktu penahanan, dan kondisi pendinginan untuk menghasilkan perubahan struktur mikro yang sesuai dengan kebutuhan penggunaan material. Singh et al. (2021) menunjukkan bahwa perlakuan panas memberikan pengaruh nyata terhadap sifat mekanik AISI 1045. Dalam penelitian tersebut, proses annealing, normalizing, dan quenching menghasilkan perubahan pada kekerasan, kekuatan tarik, dan ketangguhan. Pada proses normalizing, kekerasan mengalami penurunan dibandingkan material awal, sedangkan ketangguhan meningkat, sehingga normalizing dapat menjadi salah satu metode untuk memperoleh keseimbangan sifat mekanik pada AISI 1045 (Singh et al., 2021).

Normalizing merupakan salah satu perlakuan panas yang dilakukan dengan memanaskan baja hingga memasuki daerah austenit, kemudian mendinginkannya di udara. Proses tersebut bertujuan menghasilkan struktur mikro yang lebih homogen dan mengendalikan ukuran butir sehingga sifat mekanik material dapat menjadi lebih seragam. Pada AISI 1045, penelitian Singh et al. (2021) menunjukkan bahwa normalizing menggunakan pendinginan udara menghasilkan perubahan sifat mekanik dibandingkan material tanpa perlakuan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi pemanasan dan pendinginan pada normalizing memiliki peranan penting terhadap karakteristik akhir material.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas normalizing dengan variasi temperatur pemanasan dan media pendingin udara bebas serta udara paksa terhadap kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1045. Penelitian ini menggunakan variasi temperatur 840°C, 850°C, 860°C, dan 870°C dengan dua kondisi pendinginan, yaitu udara bebas dan udara paksa. Hasil pengujian kekerasan dan pengamatan struktur mikro digunakan untuk menganalisis perubahan karakteristik material akibat perbedaan temperatur pemanasan dan kondisi pendinginan.

Variasi temperatur austenisasi menjadi penting karena kenaikan temperatur dapat memengaruhi pertumbuhan butir austenit. Semakin tinggi temperatur pemanasan dan semakin besar energi termal yang tersedia, pertumbuhan butir dapat berlangsung lebih besar apabila kondisi pemanasan memungkinkan. Ukuran butir yang terbentuk selama proses austenisasi selanjutnya dapat memengaruhi struktur mikro setelah pendinginan dan pada akhirnya berhubungan dengan sifat mekanik baja. Oleh karena itu, variasi 840°C, 850°C, 860°C, dan 870°C tidak hanya digunakan sebagai variasi numerik, tetapi dimaksudkan untuk mengetahui kecenderungan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik akibat perubahan temperatur austenisasi. Hubungan antara temperatur dan struktur mikro menjadi salah satu aspek penting dalam pengendalian sifat baja hasil perlakuan panas (Tekaüt, 2023).

Selain temperatur pemanasan, laju pendinginan merupakan parameter penting dalam proses perlakuan panas. Perbedaan laju pendinginan dapat memengaruhi transformasi austenit menjadi struktur mikro akhir. Pendinginan yang lebih cepat dapat menghasilkan struktur dengan jarak antar-lamela perlit yang lebih kecil,

sedangkan pendinginan yang lebih lambat cenderung memberikan struktur yang lebih kasar. Perubahan tersebut dapat berpengaruh terhadap kekerasan dan sifat mekanik material. Wang et al. (2021) menunjukkan bahwa peningkatan laju pendinginan menyebabkan penurunan jarak interlamelar perlit dan peningkatan kekerasan pada baja yang diteliti.

Pengaruh laju pendinginan terhadap struktur mikro juga ditunjukkan pada penelitian baja pearlitik oleh Kowalewski et al. (2023), yang menjelaskan bahwa laju pendinginan merupakan parameter penting dalam pembentukan morfologi perlit. Peningkatan laju pendinginan dapat menghasilkan perubahan jarak antarlamela dan peningkatan kekerasan. Hal tersebut menunjukkan bahwa perubahan kondisi pendinginan setelah austenisasi dapat digunakan untuk mengendalikan struktur mikro dan sifat mekanik material.

Pada proses normalizing konvensional, baja didinginkan secara alami di udara. Namun, pada penelitian ini kondisi pendinginan udara dibuat menjadi dua variasi, yaitu udara bebas dan udara paksa. Udara bebas digunakan sebagai kondisi pendinginan alami tanpa hembusan udara langsung, sedangkan udara paksa dilakukan dengan memberikan aliran udara secara langsung menggunakan kipas. Perbedaan kondisi tersebut diharapkan menghasilkan perbedaan laju pelepasan panas dari spesimen sehingga dapat memberikan perubahan pada transformasi struktur mikro dan sifat mekanik. Arahan dosen juga secara khusus menetapkan udara bebas dan udara paksa sebagai variabel bebas penelitian.

Penelitian mengenai AISI 1045 dalam beberapa tahun terakhir telah banyak membahas pengaruh perlakuan panas dan media pendinginan terhadap sifat mekanik maupun struktur mikro. Anwar et al. (2021), misalnya, menunjukkan

bahwa perubahan temperatur perlakuan panas dengan media pendingin air dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan AISI 1045 dibandingkan material tanpa perlakuan. Al Faris dan Rasyid (2023) juga menunjukkan bahwa variasi media pendingin menghasilkan perbedaan nilai kekerasan dan ketangguhan karena adanya perbedaan laju pendinginan. Sementara itu, Tama dan Rosidah (2024) menemukan bahwa perubahan media pendinginan dan waktu tahan pada AISI 1045 menghasilkan perubahan struktur mikro dan kekerasan.

Penelitian tersebut menunjukkan bahwa temperatur dan kondisi pendinginan merupakan parameter yang berpengaruh terhadap karakteristik AISI 1045. Namun, sebagian penelitian terdahulu lebih banyak berfokus pada quenching menggunakan media air, oli, atau media pendingin lainnya, sedangkan penelitian yang secara khusus membandingkan normalizing dengan variasi temperatur 840°C, 850°C, 860°C, dan 870°C serta membedakan pendinginan udara bebas dan udara paksa masih terbatas. Dengan demikian, diperlukan penelitian yang menguji kedua variabel tersebut secara bersamaan sehingga pengaruh temperatur austenisasi dan kondisi pendinginan udara terhadap sifat mekanik serta struktur mikro AISI 1045 dapat diamati secara lebih sistematis. Temuan mengenai pengaruh heat treatment pada AISI 1045 juga menunjukkan pentingnya penelitian lebih spesifik terhadap kombinasi parameter proses untuk mendapatkan karakteristik material yang sesuai (Singh et al., 2021; Al Faris & Rasyid, 2023; Tama & Rosidah, 2024).

Berdasarkan *research gap* tersebut, penelitian ini menggunakan raw material sebagai pembanding dan memberikan delapan kondisi perlakuan yang berasal dari kombinasi empat temperatur pemanasan dan dua kondisi pendinginan. Dengan demikian, terdapat sembilan kondisi penelitian, yaitu raw material, 840°C udara

bebas, 840°C udara paksa, 850°C udara bebas, 850°C udara paksa, 860°C udara bebas, 860°C udara paksa, 870°C udara bebas, dan 870°C udara paksa. Setiap kondisi akan dievaluasi melalui pengujian kekerasan, dan pengamatan struktur mikro. Rancangan tersebut sesuai dengan arahan revisi dosen yang meminta adanya matriks pengujian yang jelas serta perbandingan antara material awal dan seluruh kondisi perlakuan.

Pengujian kekerasan digunakan untuk mengetahui perubahan ketahanan material terhadap deformasi plastis setelah perlakuan panas, sedangkan pengujian dampak digunakan untuk mengetahui kemampuan material dalam menyerap energi akibat pembebanan kejut. Pengamatan struktur mikro digunakan untuk mengidentifikasi perubahan fasa, morfologi, dan kecenderungan perubahan ukuran butir akibat variasi temperatur serta kondisi pendinginan. Penggunaan ketiga jenis pengujian tersebut memungkinkan hubungan antara parameter perlakuan panas → struktur mikro → sifat mekanik dianalisis secara lebih menyeluruh. Penelitian AISI 1045 sebelumnya juga menunjukkan bahwa pengujian kekerasan, dampak, dan struktur mikro dapat digunakan secara bersamaan untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan panas terhadap karakteristik material (Singh et al., 2021; Tama & Rosidah, 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas normalizing dengan variasi temperatur pemanasan dan media pendingin udara bebas serta udara paksa terhadap sifat mekanik dan struktur mikro baja AISI 1045. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai hubungan antara temperatur austenisasi, kondisi pendinginan, perubahan struktur mikro, kekerasan AISI 1045.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur pemanasan normalizing terhadap nilai kekerasan baja AISI 1045?
2. Bagaimana pengaruh media pendingin (udara bebas dan udara paksa) terhadap struktur mikro dan sifat mekanik baja AISI 1045?
3. Temperatur berapakah yang menghasilkan nilai kekerasan tertinggi dan terendah pada baja AISI 1045?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh variasi temperatur pemanasan normalizing terhadap kekerasan baja AISI 1045.
2. Membandingkan pengaruh media pendingin udara bebas dan udara paksa terhadap struktur mikro dan sifat mekanik.
3. Mengetahui temperatur berapakah yang menghasilkan nilai kekerasan tertinggi dan terendah pada baja AISI 1045?

1.4 Batasan Masalah

1. Material uji adalah baja karbon sedang AISI 1045 dengan komposisi kimia terverifikasi.
2. Variasi temperatur pemanasan: 840°C, 850°C, 860°C, dan 870°C.
3. Media pendingin: udara bebas dan udara paksa.
4. Waktu tahan yang ditetapkan: 10menit.
5. Parameter yang diuji: kekerasan, dan struktur mikro.
6. Pengujian dilakukan pada temperatur ruang.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dalam bidang metalurgi fisik dan perlakuan panas, khususnya mengenai pengaruh temperatur pemanasan dan laju pendinginan terhadap sifat mekanik serta struktur mikro baja karbon sedang AISI 1045. Hasil penelitian juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan proses normalizing pada baja AISI 1045.

1.5.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh variasi temperatur normalizing dan media pendinginan udara bebas serta udara paksa terhadap kekerasan, ketangguhan impak, dan struktur mikro baja AISI 1045. Hasil penelitian dapat menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan parameter perlakuan panas yang sesuai untuk pengolahan baja AISI 1045 pada komponen mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, F. A. (2016, 13 Juni). *Perlakuan panas*. Agung Firdausi. <https://www.agungfirdausi.my.id/2012/04/perlakuan-panas.html?m=0>.
- Agus Purnomo. (2011). *Karakteristik mekanis proses hardening baja AISI 1045 media quenching untuk aplikasi sprocket rantai* [Skripsi, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa].
- Al Faris, M. S., & Rasyid, A. H. A. (2023). Pengaruh variasi media pendingin terhadap nilai kekerasan dan ketangguhan baja AISI 1045 aplikasi poros motor. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(3), 165–170. <https://doi.org/10.26740/jtm.v11n03.p165-170>.
- Anwar, I., Rahman, J., & Setiawan, H. (2021). Pengaruh perlakuan panas terhadap sifat mekanik baja AISI 1045 dengan media pendingin air (*The effect of heat treatment to the mechanical properties of AISI 1045 under water cooling media*). *Jurnal Teknik Mesin*, 10(3).
- Artikel Teknik Mesin. (2016, 16 Januari). *Pengujian impak dan fenomena patahan*. <https://danidwikw.wordpress.com/category/materi-teknik/>.
- ASM International. (2004). *ASM handbook: Volume 9, Metallography and microstructures*. ASM International.
- Danidwikws. (2010, 17 Desember). *Pengertian pengujian impak*. <http://teknikmesin.org/pengertian-pengujian-impak/>.
- Daryanto. (2015, 5 September). *Baja paduan (alloy steel)*. <http://daryanto18.blogspot.co.id/2015/09/baja-paduan-alloy-steel.html>.
- Hendro, S. (2011, 12 Maret). *Perlakuan panas pada baja*. <https://teknikmesinindustri.wordpress.com/perlakuan-panas-pada-baja/>.
- Mahaya, A. M., Milad, M. M., & Salem, M. M. (2021). The influence of temperature and soaking time on the microstructure and mechanical properties of annealed AISI 1045 steel. *Journal of Alasmarya University for Applied Sciences*, 6(2), 77–90. <https://doi.org/10.59743/aujas.v6i2.764>.
- Mizhar, S., & Suherman. (2011). Pengaruh perbedaan kondisi tempering terhadap struktur mikro dan kekerasan dari baja AISI 4140. *Jurnal Dinamis*, 2(8), 21–26.

- Myrna, A., & Wahyuaji, N. P. (2015). *Perlakuan panas logam*. SlidePlayer. <http://slideplayer.info/slide/2285154/.html>.
- Naval Lovers. (2012, 14 Juni). *Lulus pendidikan tinggi, mau kemana?* <https://cyberships.wordpress.com/2012/06/>.
- Nugroho, S., & Gunawan, D. H. (2005, 1 Januari). *Pengaruh media quenching air tersirkulasi (circulated water) terhadap struktur mikro dan kekerasan pada baja AISI 1045*. http://eprints.undip.ac.id/1707/1/PENGARUH_MEDIA_QUENCHING_AIR_TERSIRKULASI_CIRCULATED_WATER_.pdf.html.
- Okasatrio, N. (2008, 23 Agustus). *Mengenal perlakuan panas (heat treatment) pada baja*. <http://okasatria.blogspot.co.id/2008/08/mengenal-perlakuanpanas-heat-treatment.html>.
- Pusat Lingkaran. (2017, 5 Juli). *Pengujian kekerasan bahan dengan metode Rockwell*. <http://pusat-lingkaran.blogspot.co.id/2017/07/pengujian-kekerasanbahan-dengan-metode.html>.
- Ques10. (2014, Desember). *Draw Fe-Fe₃C diagram and explain eutectoid, eutectic and peritectic transformations in Fe-Fe₃C*. <http://www.ques10.com/p/11673/draw-fe-fe3c-diagram-and-explain-euctetoideutec-1/>.
- Rudiyanto, & Natalegawa. (2015, 22 November). *Ilmu pengetahuan bahan, diagram fasa Fe₃C*. <https://elemenmesinkapal.blogspot.co.id/2015/11/ilmu-pengetahuanbahan-diagram-fasa-fe3c.html>.
- Singh, S., Samir, S., Kumar, K., & 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>
- Smallman, R. E., & Bishop, R. J. (1999). *Modern physical metallurgy and materials engineering*. Butterworth-Heinemann.
- Suprianto, D. (2015). *Pengaruh variasi temperatur pada proses hardening terhadap kekerasan, struktur mikro baja AISI 1025 dengan media pendingin* [Skripsi, Sekolah Tinggi Teknik Harapan Medan].
- Syaefudin. (2001). *Pengerasan baja karbon rendah dengan metode nitridasi dan quenching* [Skripsi, FMIPA Universitas Diponegoro].

- Tama, B. W., & Rosidah, A. A. (2024). Influence of quenching media and holding time on hardness and microstructure of AISI 1045. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(1), 8–12. <https://doi.org/10.21063/jtm.2024.v14.i1.8-12>.
- Temkin, A. (2015, 27 April). *Heat treatment of steel*. SlideShare. <https://www.slideshare.net/temkinabdlkader/heat-treatment-47459772.html>.
- Teguh Sugiarto. (2013). *Analisis uji ketahanan lelah baja karbon sedang AISI 1045 dengan heat treatment (quenching) dengan menggunakan alat rotary bending* [Skripsi, Universitas Lampung].
- Totten, G. E. (2006). *Steel heat treatment: Metallurgy and technologies*. CRC Press.
- Wang, D., Zhao, L., Chen, L., Bao, X., & Guo, R. (2021). Effect of quenching cooling rate on pearlite microstructure of hypereutectoid rail steel. *Heat Treatment of Metals*, 46(3), 12–17. <https://doi.org/10.13251/j.issn.0254-6051.2021.03.003>.
- Widi, E. S. (2015, 25 Maret). *Proses normalizing*. <http://widimaterial.blogspot.co.id/2015/03/proses-normalizing.html>.
- Yusman, F. (2017). *Pengaruh media pendingin pada proses quenching terhadap kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1045* [Skripsi, Universitas Lampung].