



**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TEMPERING
TARHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA
BAJA HQ 709**

S K R I P S I

**Ditunjukkan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Satri
1 Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang**

Oleh :

Wahyu Hidayat

1602220122

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

2021



**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TEMPERING
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA
BAJA HQ 709**

S K R I P S I

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

Oleh :

Wahyu Hidayat

1602220122

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

2021

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



SKRIPSI
PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TEMPERING TERHADAP SIFAT
MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA HQ 709

Disusun Oleh :

Wahyu Hidayat

1602220122

Mengetahui, Diperiksa dan Disetujui

Oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. H. M. Lazim, MT.

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Suhardan, MD, MS, Met.

Dosen Pembimbing II

Ir. H. M. Lazim, MT.

Disahkan Oleh:

Dekan



Ir. Zulkarnain Fatoni, MT, MM.

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TEMPERING TERHADAP SIFAT
MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA HQ 709**

Disusun Oleh :

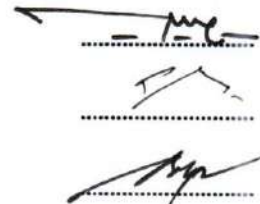
**Wahyu Hidayat
1602220122**

**Telah Diuji Dan Dinyatakan Lulus Dalam Ujian Sarjana
Pada Tanggal 17 April 2021**

Nama :

- 1. Ketua Penguji
Ir. Iskandar Husin, MT,**
- 2. Penguji 1
Ir. Abdul Muin, MT,**
- 3. Penguji 2
Ir. H. M Ali, MT,**

Tanda Tangan :



Lembar Pernyataan Keaslian Skripsi

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wahyu Hidayat

NIM : 1602220122

Menyatakan sesungguhnya skripsi berjudul **Pengaruh Variasi Temperatur Tempering Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Baja HQ 709** adalah benar merupakan karya saya sendiri. Hal- hal yang bukan karya saya, dalam skripsi tersebut ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari saya 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, Mei 2021
Yang membuat Pernyataan



Wahyu Hidayat
NIM 1602220122

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Wahyu Hidayat
NIM : 1602220122
Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

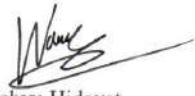
Demi Pengembangan Ilmu Pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Royalti Noneksklusif (*no ekslusice rolayity free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Pengaruh Variasi Temperatur Tempering Terhadap Sifat Mekanik Dan
Struktur Mikro Pada Baja HQ 709**

Berserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalty eksklusif ini Universitas Tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan skripsi 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 manapun.

Palembang, Mei 2021


Wahyu Hidayat
NIM, 1602220122



UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jalan Kapten. Marzuki N0. 2464 Kamboja, Palembang 30129 Telp. (0711) 357426

Web: www.univ-tridinanti.ac.id

Pernyataan 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 : WAHYU HIDAYAT

NIM : 1602220122

Fakultas : TEKNIK

Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin

Jenis Karya : SKRIPSI

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

Pengaruh Variasi Temperatur Tempering Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Pada Baja HQ 709

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 April 2021

Atas nama,



WAHYU HIDAYAT



UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jalan Kapten. Marzuki N0. 2464 Kamboja, Palembang 30129 Telp. (0711) 357426

Web: www.univ-tridinanti.ac.id

SURAT PERNYATAAN BEBAS PUBLIKASI GANDA

Saya Yang Bertanda Tangan Di Bawah Ini,

Nama : WAHYU HIDAYAT
NIM : 1602220122
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin UTP

Dengan Ini Menyatakan Bahwa Judul Artikel,

**Pengaruh Variasi Temperatur Tempering Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur
Mikro Pada Baja HQ 709**

Benar bebas dari publikasi ganda, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, April 2021

Yang menyatakan,



WAHYU HIDAYAT



UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jalan Kapten. Marzuki N0. 2464 Kamboja, Palembang 30129 Telp. (0711) 357426

Web: www.univ-tridinanti.ac.id

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : WAHYU HIDAYAT
NIM : 1602220122
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin
Judul Skripsi :

**Pengaruh Variasi Temperatur Tempering Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur
Mikro Pada Baja HQ 709**

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri yang didampingi pembimbing bukan hasil penjiplakan/ Plagiat. Dan telah melewati proses *Plagiarism Checker X* yang dilakukan pihak Jurusan, apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, April 2021

Yang menyatakan,

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin UTP

Ir. H. M. LAZIM, MT



WAHYU HIDAYAT



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 33%

Date: Selasa, April 20, 2021

Statistics: 1116 words Plagiarized / 3346 Total words

Remarks: Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

BAB 1 PENDAHULUAN Latar Belakang Baja merupakan material yang banyak digunakan dalam sistem struktur pada konstruksi, jembatan atau bidang industri. Pemilihan baja sebagai sistem struktur didasarkan pada kekuatan, keuletan dan ketahanan korosi materialnya. Rasio kekuatan terhadap berat baja cukup tinggi untuk mencapai struktur yang kuat dan ringan.

Selain itu, baja juga diproduksi oleh pabrik, sehingga pengendalian kualitas lebih mudah dilakukan, dan juga akan sangat efektif jika digunakan dalam sejumlah besar struktur seragam yang berulang. Namun ketahanan baja terhadap kondisi lingkungan (suhu dan cuaca) perlu diperhatikan agar struktur yang sudah jadi memenuhi umur layanan yang direncanakan.

Melalui perlakuan panas, sifat mekanik baja HQ 709 dapat diubah dalam hal ketangguhan, kekerasan dan kekuatan. Perlakuan panas merupakan metode yang digunakan untuk mengubah sifat mekanik baja. Sebagai contoh, baja HQ 709 banyak digunakan sebagai komponen industri, roda gigi mobil, poros penghubung, poros engkol, sekrup, mur, baut, dan lain lain.

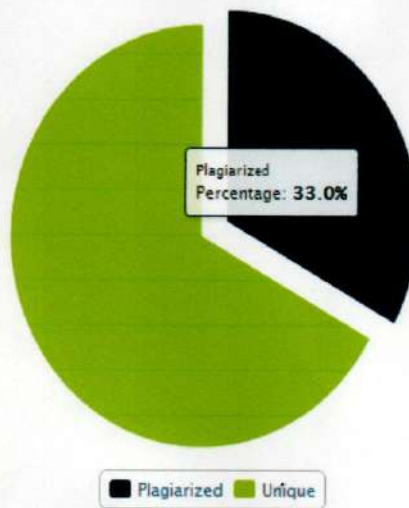
Proses tempering merupakan kelanjutan dari proses heat treatment, dimana baja yang sudah mengeras dipanaskan kembali pada temperatur tertentu. Dan simpan selama jangka waktu tertentu untuk menghilangkan atau mengurangi tegangan sisa dan memulihkan sebagian kekuatan dan keuletannya. Temperatur selama proses memiliki pengaruh yang besar terhadap keuletan baja yang direstorasi.

Oleh karena itu, kita perlu memahami dan mengetahui seberapa tinggi temperatur tempering agar baja memiliki karakteristik yang kita inginkan. Rumusan Masalah



Plagiarism Checker X Originality Report

PlagiarismCheckerX Summary Report



Date	Selasa, April 20, 2021
Words	1116 Plagiarized Words / Total 3346 Words
Sources	More than 120 Sources Identified.
Remarks	Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

Motto

”Jangan pernah berhenti untuk berjuang, walau keadaan di sekitarmu seakan sedang memusuhi dan keadaanmu sedang tidak baik – baik karena ALLAH STW

BERSABDA "Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari kejahatan) yang dikerjakannya. (Mereka berdoa): “Ya Tuhan kami, janganlah Engkau hukum kami jika kami lupa atau kami tersalah. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau bebankan kepada kami beban yang berat sebagaimana Engkau bebankan kepada orang-orang sebelum kami. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau pikulkan kepada kami apa yang tak sanggup kami memikulnya. Beri maaflah kami, ampunilah kami dan rahmatilah kami. Engkaulah Penolong kami, maka tolonglah kami terhadap kaum yang kafir."

(QS. Al-Baqarah: 286).

KATA PENGANTAR

Segala puji atas kehadiran Allah SWT. Atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senang tiasa di limpahkan bagi penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TEMPERING PADA BAJA HQ 709 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO”** Sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moral maupun materil. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam perencanaan Skripsi ini terutama untuk :

1. Kepada Orang Tua saya Ayahanda M.EDDY dan Ibunda Lisda Wati yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya bagi saya sendiri sebagai penulis.
2. Dr. Ir. Hj. Manisah., MS. Selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
3. Ir. Zulkarnain Fathoni, MT., M.M. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
4. Ir. H. Suhardan, M. D, MS. Met Selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu memberikan banyak arahan selama persiapan skripsi.

5. Ir. Muhammad Lazim, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu memberikan banyak arahan selama persiapan skripsi.
6. Seluruh jajaran Dosen dan Staff Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
7. Seluruh teman – teman sesama almahasiswa dan Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.
8. Dan seluruh pihak yang tidak dapat disebut satu per - satu yang telah membantu.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun kepada penulis, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk mendorong penelitian – penelitian selanjutnya.

Palembang, April 2021

Wahyu Hidayat

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Persetujuan Skripsi.....	ii
Lembar Pengesahan Penguji Skripsi	iii
Lembar Pernyataan Orisinalitas Skripsi.....	iv
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi.....	v
Lembar Motto.....	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Dafar Table	xii
Daftar Gambar	xiii
Abstrak.....	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Baja.....	4
2.2. Baja Paduan	4
2.2.1. Baja Paduan Rendah.....	5
2.2.3. Baja Paduan Tinggi	5
2.3.Element – Element Baja Paduan	5
2.4. Baja Karbon.....	7
2.4.1. Baja Karbon Rendah	7
2.4.2. Baja Karbon Menengah.....	8
2.4.3. Baja Karbon Tinggi	8
2.5. Sifat Mekanik Baja.....	8
2.6. Diagram Fasa Fe-C.....	11
2.7. Diagram Time Temperatur Transformasi.....	12
2.8. Penahan Suhu Stabil.....	13
2.9. Heat Treatment	13
2.10. Media Pendingin.....	14
2.11. Pengujian Kekerasan	15
2.12. Pengamatan Struktur Mikro	17

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Spesifikasi Benda Uji	18
3.2. Metode Penelitian.....	19
3.3. Tempat Dan Waktu Pelaksanaan.....	20
3.4. Metode Pengambilan Data	20
3.5. Alat - Alat Dan Bahan Yang Di Gunakan.....	20
3.6. Pemeriksaan Dan Pengujian.....	21
3.6.1. Metalografi	21
3.6.1.1 Pengamplasan.....	22
2.6.1.2 Pemolesan.....	22
2.6.1.3 Pengetsaan	22

2.6.1.4 Pemotretan.....	23
3.7. Pengujian Kekerasan Mikro	23
3.8. Diagram Alir Penelitian.....	24

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Kekerasan.....	25
4.2. Pemeriksaan Hasil Metalografi	27
4.3. Pembahasan	30

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	31
5.2. Saran	31

DAFTAR PUSTAKA 32

LAMPIRAN..... 33

DAFTAR TABLE

3. 1. Komposisi Baja HQ 709	18
4. 1. Table Data Hasil Pengujian Nilai Kekerasan.....	26
4. 2. Table Nilai Kekerasan.....	27

DAFTAR GAMBAR

2. 1. Gambar Fasa $Fe+Fe_3C$	11
2.2. Diagram TTT Baja Aisi 4140	12
2.3. Mesin Rockwell Manual	16
3.1. Diagram Alir Penelitian	24
4.1. Struktur Mikro Tanpa Perlakuan.....	27
4.2. Struktur Mikro Di Tempering 400°C.....	28
4.3. Struktur Mikro Di Tempering 450°C.....	28
4.4. Struktur Mikro Di Tempering 500°C.....	29
4.5. Struktur Mikro Di Tempering 550°C.....	29

ABSTRAK

Tempering didefinisikan sebagai proses pemanasan logam setelah dikeraskan pada temperatur tempering di bawah suhu kritis untuk mengurangi kekerasan dan mengembalikan sebagian keuletan dan ketangguhan baja. Kembalinya sebagian keuletan dan kekuatan baja ini didapat dengan mengurangi kekerasan yang telah dicapai pada proses hardening. Hasil proses hardening ini ditemper pada suhu berkisar 400°C - 550 °C. Dari data hasil pengujian kekerasan menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur tempering kekerasan akan semakin menurun, Gambar dan hasil struktur mikro menunjukkan adanya perubahan struktur, semakin tinggi temperatur tempering memberikan kesempatan struktur yang terjebak pada saat terjadinya struktur martensit berdifusi membentuk struktur ferrit. Dan pada saat proses penahanan ditemperatur temper tersebut, semakin tinggi temperatur temper martensit akan semakin berkurang dan ferrit akan bertambah sehingga kita dapat menemukan batas mana temperatur temper yang diinginkan sesuai kebutuhan tetapi memiliki keuletan yang cukup tinggi.

Kata Kunci : Tempering, Temperatur Tempering, Struktur Mikro

ABSTRACT

Tempering is defined as the process of heating a metal after it has solidified at a tempering temperature below the critical temperature to reduce hardness and restore some of the ductility and toughness of the steel. The return of part of the ductility and strength of this steel is achieved by reducing the hardness that has been achieved in the hardening process. The results of this hardening process are tempered at temperatures ranging from 400°C – 550°C. From the data from the hardness test results, it shows that the higher the hardness tempering temperature will decrease, Figure and the results of the microstructure show a change in structure, the higher the tempering temperature provides the opportunity for the trapped structure when the martensite structure diffuses to form a ferrite structure. And at the time of the holding process at this temperature temperature, the higher the temperature of the martensite temper will decrease and the ferrite will increase so that we can find the limit where the desired temper temperature is as needed but has a high enough ductility.

Keywords : Tempering, Temperature Tempering, Structure Micro

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja merupakan material yang banyak digunakan dalam sistem struktur pada konstruksi, jembatan atau bidang industri. Pemilihan baja sebagai sistem struktur didasarkan pada kekuatan, keuletan dan ketahanan korosi materialnya. Rasio kekuatan terhadap berat baja cukup tinggi untuk mencapai struktur yang kuat dan ringan. Selain itu, baja juga diproduksi oleh pabrik, sehingga pengendalian kualitas lebih mudah dilakukan, dan juga akan sangat efektif jika digunakan dalam sejumlah besar struktur seragam yang berulang. Namun ketahanan baja terhadap kondisi lingkungan (suhu dan cuaca) perlu diperhatikan agar struktur yang sudah jadi memenuhi umur layanan yang direncanakan.

Melalui perlakuan panas, sifat mekanik baja HQ 709 dapat diubah dalam hal ketangguhan, kekerasan dan kekuatan. Perlakuan panas merupakan metode yang digunakan untuk mengubah sifat mekanik baja. Sebagai contoh, baja HQ 709 banyak digunakan sebagai komponen industri, roda gigi mobil, poros penghubung, poros engkol, sekrup, mur, baut, dan lain lain.

Proses tempering merupakan kelanjutan dari proses *heat treatment*, dimana baja yang sudah mengeras dipanaskan kembali pada temperatur tertentu. Dan simpan

selama jangka waktu tertentu untuk menghilangkan atau mengurangi tegangan sisa dan memulihkan sebagian kekuatan dan keuletannya.

Temperatur selama proses memiliki pengaruh yang besar terhadap keuletan baja yang direstorasi. Oleh karena itu, kita perlu memahami dan mengetahui seberapa tinggi temperatur tempering agar baja memiliki karakteristik yang kita inginkan

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian diatas maka pertanyaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efek tempering mempengaruhi baja HQ 709?
2. Berapakah nilai kekerasan baja HQ 709 yang telah di *hardening* dan tempering?
3. Bagaimana struktur mikro dari baja HQ 709 setelah dilakukan proses *hardening* dan tempering?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang terbaik dan batasan penulis, penulis membatasi dan menekankan pada hal-hal sebagai berikut:

1. Bahan sampel HQ 709.
2. Uji kekerasan menggunakan mesin Rockwell.
3. Tes metalografi.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian Tujuan penelitian saya adalah untuk menganalisis sifat mekanik atau kekerasan baja HQ 709 setelah membandingkan proses *hardening* dan tempering dengan benda aslinya tanpa *heat treatment*.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang telah saya lakukan, dapat ditarik manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat dari segi keilmuan, khususnya di bidang ilmu metalurgi.
2. Tambahan data lain di bidang *hending* dan tempering, antara lain analisis uji kekerasan dan uji struktur mikro.
3. Memberikan pengetahuan tentang tempering untuk orang lain dan diri saya sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdunnaser, D. S. (n.d.). PENGARUH PROSES HARDENING DAN TEMPERING TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA KARBON SEDANG JENIS SNCM 447. 4.
- Akstens, F. W. (September 2005). *ASM Handbook, Volume 1: Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys*. Ohio: ASM International
- Haryadi, G. D. (April 2006). PENGARUH SUHU TEMPERING TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA K-460. 1.
- Kirono, S. D. (2009). Analisa Pengaruh Temperatur Pada Proses Tempering Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Aisi 4140. 21.
- Purwanto, H. D. (April 2017). PENGARUH JENIS ELEKTRODA TERHADAP SIFAT MEKANIK HASIL. 5.
- Steel, U. S. (1951). *Atlas of isothermal transformation*. Pittsburgh: United States Steel