

**PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA BAJA AISI
1020 YANG MENGALAMI TEMPERATUR AUSTENIT
TERHADAP PERUBAHAN SIFAT MEKANIK DAN
STRUKTUR MIKRONYA**



SKRIPSI

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Dalam Menyelesaikan Pendidikan Strata I
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang**

Oleh :

**ARI WIDANA
1702220012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2022**

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

SKRIPSI

PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA BAJA AISI
1020 YANG MENGALAMI TEMPERATUR AUSTENIT
TERHADAP PERUBAHAN SIFAT MEKANIK DAN
STRUKTUR MIKRONYA

Oleh :

ARI WIDANA
1702220012

Mengetahui :
Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Ir. H. M. Lazim, MT

Diperiksa Dan Disetujui Oleh :
Pembimbing I,



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



Ir. Hermanto Ali, MT

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM

**PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA BAJA AISI
1020 YANG MENGALAMI TEMPERATUR AUSTENIT
TERHADAP PERUBAHAN SIFAT MEKANIK DAN
STRUKTUR MIKRONYA**



SKRIPSI

Oleh :

**ARI WIDANA
1702220012**

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing :

Pembimbing I,



Ir. H. Subardan MD., MS.Met

Pembimbing II,



Ir. Hermanto Ali, MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Ir. H. M. Lazim, MT

SKRIPSI
PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA BAJA AISI
1020 YANG MENGALAMI TEMPERATUR AUSTENIT
TERHADAP PERUBAHAN SIFAT MEKANIK DAN
STRUKTUR MIKRONYA

Oleh :

ARI WIDANA

1702220012

Telah Diuji dan Dinyatakan Lulus Dalam Sidang Sarjana

Pada Tanggal, 28 Maret 2022

Tim Penguji,

Nama :

Tanda Tangan :

1. Ketua Tim Penguji

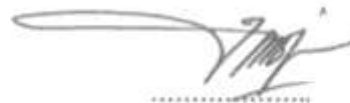
Ir. R. Kohar, MT



.....

2. Penguji 1

Ir. Muh. Amin Fauzie, MT



.....

3. Penguji 2

Hj. Rita Maria Veranika, ST., MT



.....

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : ARI WIDANA
NIM : 1702220012
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul : **“Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Baja AISI 1020 Yang Mengalami Temperatur Austenit Terhadap Perubahan Sifat Mekanik Dan Struktur Mikronya”** 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, April 2022

Yang membuat pernyataan



ARI WIDANA
NIM. 1702220012

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ARI WIDANA
NIM : 1702220012
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul :**Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Baja AISI 1020 Yang Mengalami Temperatur Austenit Terhadap Perubahan Sifat Mekanik Dan Struktur Mikronya**

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 pemytaan ini saya buat penuh keasadaran, dan tanpa paksaan dari pihak mana pun. Sehingga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Palembang, April 2022



ARI WIDANA
NIM. 1702220012

Lampiran :
Print Out Hasil Plagiat Checker

SURAT PERNYATAAN BEBAS PUBLIKASI GANDA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ARI WIDANA
NIM : 1702220012
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul :

Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Baja AISI 1020 Yang Mengalami Temperatur Austenit Terhadap Perubahan Sifat Mekanik Dan Struktur Mikronya

Benar bebas dari publikasi ganda, dan apa bila 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 2022



ARI WIDANA
NIM. 1702220012

Lampiran :
Print Out Hasil Plagiat Checker

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : ARI WIDANA
NIM : 1702220012
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : 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 Variasi Media Pendingin Pada Baja AISI 1020 Yang Mengalami Temperatur Austenit Terhadap Perubahan Sifat Mekanik Dan Struktur Mikronya**

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 2022

Yang menyatakan,

ARI WIDANA
NIM. 1702220012



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 21%

Date: Kamis, April 14, 2022

Statistics: 939 words Plagiarized / 4398 Total words

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

BAB I PENDAHULUAN Latar Belakang karakteristik atau sifat suatu material sangat berpengaruh dalam pemilihan **suatu bahan, yang** dimaksud bahan **dalam hal ini** adalah baja. Sifat kimia dan sifat mekanik suatu material saling berhubungan erat **satu sama lain**, terutama bila dikaitkan dengan hasil proses pengerjaan. Baja memiliki sifat-sifat tertentu tergantung baja tersebut akan digunakan.

Namun secara umum sifat-sifat baja yang paling utama diperlukan dalam pemakaian adalah sifat **kekerasan dan ketangguhan**. penggunaan **baja karbon rendah** diterapkan dalam berbagai proses yaitu seperti pembuatan baut, frame konstruksi kendaraan dan kapal laut. Salah satu upaya yang dilakukan agar dapat meningkatkan kualitas baja adalah dengan cara **perlakuan panas (heat treatment)**.

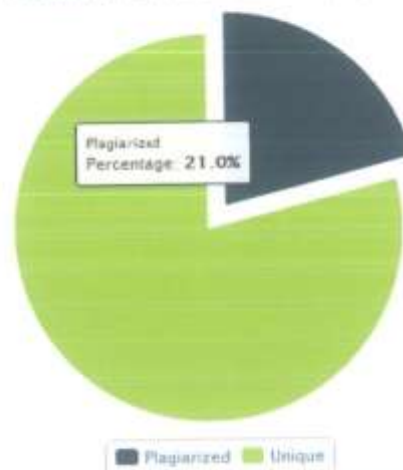
Perlakuan panas pada material baja mempunyai peranan **yang sangat penting dalam** upaya untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan dengan menyesuaikan kebutuhan terhadap dunia industri. Proses ini, meliputi pemanasan baja pada temperatur tertentu (temperatur austenit) karena, **baja karbon rendah ini akan diaplikasikan pada plat kapal yang terbakar dan dipertahankan pada waktu tertentu (holding time) serta dilakukan pendinginan pada media tertentu.**

Tujuan dari proses ini adalah untuk mendapatkan **sifat kekuatan dan keuletan** yang lebih dari material tersebut. Berdasarkan pembahasan diatas maka penulis akan melakukan pengujian terhadap spesimen **baja karbon rendah yaitu AISI 1020 yang akan** mendapatkan **perlakuan panas pada temperatur austenit**, kemudian dilakukan proses pendinginan cepat dengan media pendingin **air tawar dan air laut yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar pengaruh yang akan terjadi terhadap sifat mekanik baja karbon rendah AISI 1020 yang akan diaplikasikan pada plat kapal yang terbakar.**



Plagiarism Checker X Originality Report

PlagiarismCheckerX Summary Report:



Date	Kamis, April 14, 2022
Words	939 Plagiarized Words / Total 4398 Words
Sources	More than 117 Sources Identified.
Remarks	Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

➤ *MOTTO :*

- ✓ *Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya.*
- ✓ *Hidup bukan tentang menunggu badai berlalu, tetapi belajar menari di tengah hujan.*
- ✓ *Kesempatan datang bagai awan belalu. Pergunakanlah Ketika ia Nampak dihadapanmu.*
- ✓ *Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar, keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha (B.J. Habibie).*

Kupersembahkan untuk:

- ❖ *Kedua orang tuaku Ibu Elia Dan Ayahku Sarkawi terCinta dan tersayang.*
- ❖ *Teruntuk kakak permpuanku Sayani, SPD yang selalu memberikan motivasi dan semangat selama ini.*
- ❖ *Untuk teman-temanku yang selalu memberikan semangat dan motivasi serta dukungan selama ini.*
- ❖ *Teman – teman seperjuangan Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang Angkatan 2017.*
- ❖ *Almamaterku.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Baja AISI 1020 Yang Mengalami Temperatur Austenit Terhadap Perubahan Sifat Mekanik Dan Struktur Mikronya”**.

Skripsi ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan pada Program strata 1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang. Dalam menyelesaikan skripsi ini, Penulis banyak menerima bimbingan dan bantuan dari semua pihak. Dan pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nyimas Manisah, MP. Selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, MT, MM, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Bapak Ir. H. Muhammad Lazim, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
4. Bapak Martin Luther King, ST. MT, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang

5. Bapak Ir. H. Suhardan MD. M.S., Met. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta saran dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Ir. Hermanto Ali, MT, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta saran dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang, Angkatan 2017 yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritikan dan saran.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi Mahasiswa, Khususnya Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.

Palembang, April 2022

Penulis



ARI WIDANA

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALIAS SKRIPSI	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 . Latar Belakang	1
1.2 . Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan masalah	2
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Baja	4

	Halaman
2.2. Baja karbon (<i>carbon steel</i>)	5
2.3. Baja aisi 1020	6
2.4. Diagram Fasa Fe ₃ C	7
2.5. Diagram CCT (<i>Continous Cooling Transformation</i>)	8
2.6. Perlakuan Panas (Heat Treatment)	9
2.7. Media Pendingin	10
2.8 Pengujian Kekerasan	10
2.8.1 Uji Vickers	11
2.9 Uji Tarik	12
3.0. Pengamatan Struktur Mikro	13
3.0.1. Pemotongan Benda Uji	14
3.0.2. Pengamplasan Dan Pemolesan	14
3.0.3. Pengetsaan	14
3.0.4. Pemotretan	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alur Pengujian	15
3.2. Studi Pustaka	16
3.2.1. Metodologi Referensi	16
3.2.2. Metode Observasi	16
3.2.3. Metode Diskusi	16
3.3. Tempat Dan Waktu Pengujian	16
3.4. Persiapan Benda Uji	17

	Halaman
3.5. Alat Dan Bahan	18
3.6. Prosedur Perlakuan Panas	18
3.7. Prosedur Pengujian Kekerasan	19
3.8. Prosedur Uji Tarik	20
3.9. Pengujian Struktur Mikro	21
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. Data Hasil Pengujian Kekerasan Vickers	22
4.2. Data Hasil Pengujian Tarik	25
4.3. Hasil Pengamatan Struktur Mikro	28
4.4. Analisa Dan Pembahasan	31
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	36
 DAFTAR PUSTAKA	
 LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman
2.4. Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	7
2.5. Diagram CCT (<i>Continous Cooling Transformation</i>)	8
3.4.1. Benda uji Kekerasan dan Struktur Mikro	17
3.4.2. Ukuran Benda Uji Tarik	18
4.3.1. Struktur mikro spesimen 1 tanpa perlakuan panas	28
4.3.2. Struktur mikro spesimen 2 pada temperatur austenit 846 °C media air tawar	28
4.3.3. Struktur mikro spesimen 3 pada temperatur austenit 846 °C media air laut	29
4.3.4. Struktur mikro spesimen 4 pada temperatur austenit 856 °C media air tawar	29
4.3.5. Struktur mikro spesimen 5 pada temperatur austenit 856 °C media air laut	30
4.3.6. Struktur mikro spesimen 6 pada temperatur austenit 866 °C media air tawar	30
4.3.7. Struktur mikro spesimen 3 pada temperatur austenit 866 °C media air laut	31

DAFTAR TABEL

Tabel :	Halaman
:	
4.1.1. Nilai Kekerasan sebelum perlakuan panas yang belum dihitung	22
4.1.2. Nilai Kekerasan sebelum dan sesudah perlakuan panas yang telah dihitung.....	24
4.2. Data hasil pengujian Tarik	26

DAFTAR GRAFIK

Grafik :	Halaman :
4.1. Uji kekerasan	25
4.2.1. Tegangan Tarik	27
4.2.2. Regangan Tarik.....	27

ABSTRAK

Baja AISI 1020 merupakan baja karbon renda, dimana baja karbon tersebut memiliki kandungan karbon sebesar 0,20%. Penggunaan baja ini sering digunakan pada proses pembuatan seperti baut, frame konstruksi kendaraan dan kapal.

Baja ini dikenal lunak dan lemah oleh sebab itu dilakukan penelitian agar dapat meningkatkan kekerasan baja AISI 1020 melalui proses perlakuan panas dengan variasi temperatur austenite yaitu 846°C, 856°C dan 866°C. kemudian dilakukan juga variasi media pendingin berupa air tawar dan air laut. Sampel baja AISI 1020 yaitu berbentuk plat sebanyak 14 spesimen. Tujuh spesimen untuk uji Tarik dan tujuh spesimen untuk uji kekerasan dilanjutkan pengujian struktur mikro.

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode Vickers. Dimana hasil kekerasan dan tegangan Tarik pada air laut terjadi peningkatan nilai kekerasan dari pada spesimen tanpa perlakuan sedangkan pada air tawar nilai kekerasan mengalami penurunan pada temperatur 866°C dari pada spesimen tanpa perlakuan dan pada uji Tarik dengan pendinginan air tawar, tegangan tariknya mengalami penurunan pada temperatur 866°C dari pada spesimen dengan temperatur 856°C.

Kata kunci : Baja AISI 1020, Temperatur *Austenite*, Pengujian Kekerasan dan Uji Tarik

ABSTRACT

AISI 1020 steel is low carbon steel, where the carbon steel has a carbon content of 0.20%. The use of this steel is often used in manufacturing processes such as bolts, vehicle and ship construction frames.

This steel is known to be soft and weak, therefore research is carried out in order to increase the hardness of AISI 1020 steel through heat treatment process with austenite temperature variations of 846 °C, 856 °C and 866 °C. then also carried out variations in cooling media in the form of fresh water and seawater. AISI 1020 steel sample is plate-shaped as many as 14 specimens. Seven specimens for tensile tests and seven specimens for hardness tests continued microstructure testing.

Hardness testing is done using the Vickers method. Where the result of hardness and tensile strength in seawater there is an increase in the hardness value of the specimen without treatment while in fresh water the hardness value decreases at a temperature of 866 °C than the specimen without treatment and in the Tensile test with cooling the tensile strength decreases at a temperature of 866 °C than in specimens with a temperature of 856 °C.

Keywords : AISI Steel 1020, Austenite Temperature, Hardness Testing and Tensile Test

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karakteristik atau sifat suatu material sangat berpengaruh dalam pemilihan suatu bahan, yang dimaksud bahan dalam hal ini adalah baja. Sifat kimia dan sifat mekanik suatu material saling berhubungan erat satu sama lain, terutama bila dikaitkan dengan hasil proses pengerjaan. Baja memiliki sifat-sifat tertentu tergantung baja tersebut akan digunakan. Namun secara umum sifat-sifat baja yang paling utama diperlukan dalam pemakaian adalah sifat kekerasan dan ketangguhan.

Penggunaan baja karbon rendah diterapkan dalam berbagai proses yaitu seperti pembuatan baut , frame kontruksi kendaraan dan kapal laut. Salah satu upaya yang dilakukan agar dapat meningkatkan kualitas baja adalah dengan cara perlakuan panas (heat treatment). Perlakuan panas pada material baja mempunyai peranan yang sangat penting dalam upaya untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan dengan menyesuaikan kebutuhan terhadap dunia industri. Proses ini, meliputi pemanasan baja pada temperatur tertentu (temperatur austenit) karena, baja karbon rendah ini akan diaplikasikan pada plat kapal yang terbakar dan dipertahankan pada waktu tertentu (holding time) serta dilakukan pendinginan pada media tertentu. Tujuan dari proses ini adalah untuk mendapatkan sifat kekuatan dan keuletan yang lebih dari

material tersebut. Berdasarkan pembahasan diatas maka penulis akan melakukan pengujian terhadap spesimen baja karbon rendah yaitu AISI 1020 yang akan mendapatkan perlakuan panas pada temperatur austenit, kemudian dilakukan proses pendinginan cepat dengan media pendingin air tawar dan air laut yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar pengaruh yang akan terjadi terhadap sifat mekanik baja karbon rendah AISI 1020 yang akan diaplikasikan pada plat kapal yang terbakar.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah nilai kekerasan, tegangan tarik dan struktur mikro pada baja AISI 1020 ?
2. Seberapa besar pengaruh media pendingin terhadap proses perlakuan panas baja aisi 1020

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diberikan agar pengujian ini lebih fokus dan terarah dalam hal menganalisa yaitu :

1. Bahan yang digunakan adalah baja AISI 1020
2. Perlakuan panas pada daerah temperatur austenit yaitu 846 °C, 856 °C dan 866 °C
3. Media pendinginan berupa air tawar dan air laut
4. Pengujian kekerasan dengan metode Vickers dan Uji tarik

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Memperoleh perubahan kekerasan dan struktur mikro yang terjadi akibat dari pengaruh perlakuan panas terhadap baja AISI 1020 dengan pendinginan air yang berbeda jenisnya
2. Disamping itu sebagai pendalaman materi yang didapat pada bangku kuliah teknik mesin, khususnya pada bidang metalurgi

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini ditujukan kepada industri, pemerintah, peneliti lain, dan masyarakat yang dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bagi perusahaan, penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai tolak ukur untuk membuat sesuatu dari bahan AISI 1020 terutama dalam bidang industri otomotif
2. Dapat memberikan wawasan terhadap mahasiswa maupun penulis terutama dalam bidang ilmu metalurgi

DAFTAR PUSTAKA

1. Suwandi & Daryanto. (2018). Teknik Fabrikasi Pengerjaan Logam, Yogyakarta : Gava Media
2. Soejdono. Pengetahuan Logam 1. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta. 1978.
3. Adnyana, DN, 1989. “Logam dan Paduan” Tinjauan Tentang Proses Pengolahan Hubungan antara Struktur Dengan Sifat-sifat Mekanis.
4. Kirono, S., Diniardi, E., & Prasetyo, I. (2010). Analisis Perubahan Dimensi Baja AISI 1045 Setelah Proses Perlakuan Panas (Heat Treatment). *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2)
5. Rizal, Publikasi Jurnal Polman-Bandung.ac.id.
6. Sumiyanto, S., & Abdunnaser, A. (2017). Pengaruh Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Plat Baja Karbon ASTM A-36. *Bina Teknika*, 11(2), 155-170.
7. <https://id.wikipedia.org/wiki/Baja>
8. <https://kpssteel.com/besi-baja/jenis-jenis-baja-menurut-komposisinya>