

**PENGARUH PROSES MARTEMPERING BAJA AISI 1045
TERHADAP PERUBAHAN KEKERASAN DAN STRUKTUR
MIKRO**



SKRIPSI

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Dalam Menyelesaikan Program
Pendidikan Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin**

Oleh :

FEBRIANSYAH

1702220046

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2022**

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

SKRIPSI

**PENGARUH PROSES MARTEMPERING BAJA AISI 1045
TERHADAP PERUBAHAN KEKERASAN DAN STRUKTUR
MIKRO**

Oleh :


**FEBRIANSYAH
1702220046**

**Mengetahui, Diperiksa dan Disetujui Oleh :
Ketua Program Studi Teknik Mesin**



Ir. Muhammad Lazim, M.T.

Dosen Pembimbing I,



**Drs. Ir. M. Iskandar Badil, M.T. Met
Dosen Pembimbing II**

Heriyanto Rusmaryadi, S.T., M.T.

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M.

**PENGARUH PROSES MARTEMPERING BAJA AISI 1045
TERHADAP PERUBAHAN KEKERASAN DAN STRUKTUR
MIKRO**



Oleh :

FEBRIANSYAH
1702220046

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing :

Pembimbing I

Drs. Ir. M. Iskandar Badil, M.T., Met

Pembimbing II,

Heriyanto Rusmaryadi, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Ir. H. Muhammad Lazim, M.T.

**PENGARUH PROSES MARTEMPERING BAJA AISI 1045
TERHADAP PERUBAHAN KEKERASAN DAN STRUKTUR
MIKRO**

Oleh :
FEBRIANSYAH
1702220046

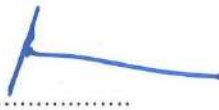
Telah Diuji dan Dinyatakan Lulus Dalam Sidang Sarjana
Pada Tanggal, 24 Maret 2022

Tim Penguji,

Nama :

Tanda Tangan :

1. Ketua Tim Penguji
Ir. H. Suhardan, MD, MS.Met



.....

2. Penguji 1
Ir. Sofwan Hariady, MT.



.....

3. Penguji 2
Ir. Abdul Muin, MT.



.....



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : FEBRIANSYAH
NIP : 1702220046
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul : **Pengaruh Proses Martempering Baja AISI 1045 Terhadap Perubahan Kekerasan 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, April 2022

Yang membuat pernyataan



FEBRIANSYAH

NIM. 1702220046

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : FEBRIANSYAH
NIM : 1702220046
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul : **Pengaruh Proses Martempering BAJA AISI 1045 Terhadap Perubahan Kekerasan 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, April 2022



FEBRIANSYAH

NIM. 1702220046

Lampiran :
Print Out Hasil Plagiat Checker

SURAT PERNYATAAN BEBAS PUBLIKASI GANDA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : FEBRIANSYAH
NIM : 1702220046
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul :

Pengaruh Proses Martempering BAJA AISI 1045 Terhadap Perubahan Kekerasan Dan Struktur Mikro

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



FEBRIANSYAH
NIM. 1702220046

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 : FEBRIANSYAH
NIM : 1702220046
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 Proses Martempering BAJA AISI 1045 Terhadap Perubahan Kekerasan 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, April 2022



Yang menyatakan,

FEBRIANSYAH

NIM. 1702220046



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 26%

Date: Sabtu, April 09, 2022

Statistics: 1162 words Plagiarized / 4467 Total words

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

BAB I PENDAHULUAN Latar Belakang Baja AISI 1045 merupakan baja karbon menengah pada umumnya baja jenis ini digunakan untuk memproduksi komponen mesin seperti, poros, roda gigi, dan lainnya. Karena kandungan karbon yang tidak terlalu tinggi dan terlalu rendah baja jenis ini mudah dikerjakan dengan berbagai peralatan pemesian maupun perkakas dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Baja karbon menengah kandungan karbonnya sekitar 0,35% - 0,50%.

Berdasarkan kandungan karbon tadi baja karbon menengah mempunyai potensi yang relative besar untuk dipergunakan menjadi bahan baku komponen mesin, baja tadi wajib diberi perlakuan panas untuk menerima sifat yang sinkron dengan penggunaannya dari sifat lunak hingga sifat keras. Namun dalam pembelian baja tersebut belum diketahui apakah baja tersebut pernah mengalami stress seperti, proses perlakuan panas, proses pengelasan, benturan, bengkakan, tekukan dan lain sebagainya. Untuk mengembalikan sifat homogen (sifat yang sama) maka perlu dilakukan proses perlakuan panas martempering.

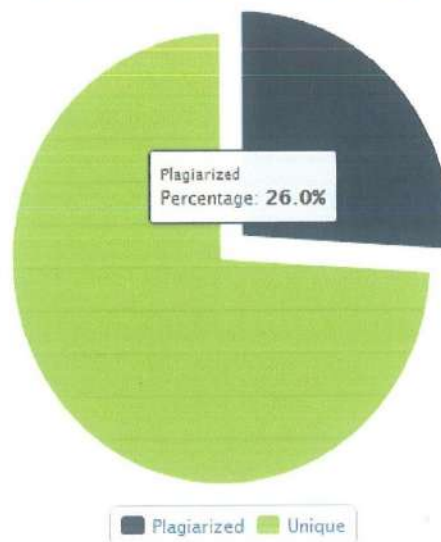
Sehingga diharapkan hasil dari penelitian ini untuk megecilkan bekas tegangan, memperbaiki sifat mekanik baja dan memulihkan keuletan baja. Untuk mengetahui hasil dari kekerasan dari baja AISI 1045 sesudah mendapati perlakuan panas bisa kita lakukan percobaan sifat mekanik bahan, serta nilai akhir pengujian ini dapat kita lampirkan dengan diagram. Pada ulasan ini akan dikaji sifat kekerasan dan struktur mikro dari proses martempering. 1. 2.

Rumusan Masalah Dari latar belakang yang diuraikan diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini ialah mencari tahu pengaruh temperature austenite dan waktu pencelupan pada baja AISI 1045 terhadap kekerasan serta struktur mikro setelah



Plagiarism Checker X Originality Report

PlagiarismCheckerX Summary Report



Date	Sabtu, April 09, 2022
Words	1162 Plagiarized Words / Total 4467 Words
Sources	More than 156 Sources Identified.
Remarks	Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

MOTTO :

- ✓ *SUATU SAAT PERLU SAMA ORANG ITU PASTI, YANG TERPENTING JANGAN PERNAH TERGANTUNG SEKALI HIDUP SAMA SAMA ORANG, DAN JANGAN PERNAH NGERUGIIN ORANG LAIN*
- ✓ *TIDAK ADA YANG KEKAL KECUALI PERUBAHAN*
- ✓ *KUNCI MASA DEPANMU ADALAH APA YANG KAMU LAKUKAN SEKARANG*

Kupersembahkan untuk :

- ❖ *Kedua orang tuaku HERMAN dan ASWANI terCinta dan tersayang.*
- ❖ *Kakak-kakakku TRISNO dan DESI HERYANI yang telah memberiku semangat.*
- ❖ *Orang terdekat yang saya SAYANGI dan CINTAI*
- ❖ *Untuk teman-temanku yang selalu memberikan semangat dan motivasi serta dukungan selama ini.*
- ❖ *Teman – teman seperjuangan Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang Angkatan 2017.*
- ❖ *Almamterku.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Proses Martempering BAJA AISI 1045 Terhadap Perubahan Kekerasan Dan Struktur Mikro”**.

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan sarjana 1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

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

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 Tridianti Palembang.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, MT, MM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
3. Bapak Ir. H. Muhammad Lazim, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
4. Bapak Martin Luther King, ST, MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang

5. Bapak Drs. Ir. M. Iskandar Badil, M.T.Met. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta saran dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, S.T., M.T.. 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 Universitas Tridinanti Palembang.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang, Angkatan 2017 yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat berguna bagi Mahasiswa, khususnya Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

Palembang, April 2022
Penulis,

Febriansyah

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
ABSTRAK	xv

BAB 1 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 DASAR TEORI

2.1. Pengertian Baja	4
2.1. Pengertian Baja Karbon	4
2.1.1. Baja Karbon Rendah	5
2.1.2. Baja Karbon Menengah.....	5
2.1.3. Baja Karbon Tinggi.....	5
2.3. Baja Paduan	6
2.3.1. Baja Paduan Rendah	6
2.3.2. Baja Paduan Tinggi	6
2.4. Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	7
2.4.1. Waktu Tahan (<i> Holding Time</i>).....	9
2.5. Jenis-jenis Perlakuan Panas	10
2.5.1. Annealing (Melunakkan)	10
2.5.2. Normalizing	10
2.5.3. Hardening	11
2.5.4. Tempering.....	11
2.6. Metode Martempering	12
2.6.1. Suhu Pencelupan.....	13
2.7. Struktur Martensit	13
2.8. Sifat Mekanis Baja	13
2.9. Pengujian Kekerasan.....	14
2.9.1. Uji Brinell	15
2.9.2. Uji Vickers	15

2.9.3. Uji Rockwell	15
2.9.4. Baja AISI 1045	16
2.9.5. Sistem Penomoran AISI.....	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir	18
3.2. Metode Penelitian.....	19
3.2.1. Studi Literatur	19
3.2.2. Studi Lapangan	19
3.3. Rancangan Benda Uji.....	19
3.4. Alat dan Bahan.....	20
3.4.1. Alat.....	20
3.4.2. Bahan	22
3.5. Prosedur Penelitian.....	23
3.5.1. Prosedur Persiapan Benda uji	23
3.5.2. Prosedur Penelitian	23
3.5.3. Perlakuan Panas	23
3.5.4. Metalografi.....	25
3.5.5. Pengamplasan dan Pemolesan	25
3.5.6. Pengetsaan.....	25
3.5.7. Pemotretan	26
3.5.8. Pengujian Kekerasan.....	26
3.6. Tempat dan Waktu Penelitian	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tabel Hasil Pengujian	28
4.2. Hasil Pengamatan Struktur Mikro	29
4.3. Pembahasan	32
4.4. Hubungan Perlakuan Panas dan Struktur Mikro	33

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	8
2.4. Diagram TTT Martempering.....	9
3.1. Benda Uji Awal.....	19
3.2. Dapur Pemanas (<i>Furnace</i>)	21
3.3. Mikroskop Optik Metkon Tipe IMM 901	21
3.4. Rockwell Hardness Tester Model HR-150A	22
3.5. Gambar Baja AISI 1045 Yang Sudah Dipotong	22
3.6. Bentuk dan Ukuran Benda Uji	23
4.1. Struktur Mikro Baja AISI 1045 Tanpa Perlakuan Etsa Nital 3% Pembesaran 400x.....	30
4.2. Struktur Mikro Metode Martempering dengan Suhu 820	30
4.2. Struktur Mikro Metode Martempering Dengan Suhu 820°C Dengan Waktu Tahan 10 detik Etsa Nital 3% Pembesaran 400x.....	31
4.3.3. Struktur Mikro Metode Martempering Dengan Suhu 820°C Dengan Waktu Tahan 20 detik Etsa Nital 3% Pembesaran 400x.....	31
4.3.4. Struktur Mikro Metode Martempering Dengan Suhu 820°C Dengan Waktu Tahan 30 detik Etsa Nital 3% Pembesaran 400x.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.9.4. Komposisi baja AISI 1045	16
4.1. Hasil Pengujian Kekerasan	28

DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
4.2. Grafik Hasil Uji Kekerasan	29

ABSTRAK

Baja AISI 1045 merupakan baja karbon menengah pada umumnya baja jenis ini digunakan untuk memproduksi komponen mesin seperti, poros, roda gigi, dan lainnya. Karena kandungan karbon yang tidak terlalu tinggi dan terlalu rendah baja jenis ini mudah dikerjakan dengan berbagai peralatan pemesian maupun perkakas dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan.

Martempering juga dikenal sebagai pendinginan bertahap atau pendinginan terputus. Dalam proses ini, baja memanaskan di atas titik kritis atas (di atas rentang transformasi) serta kemudian didinginkan dalam rendaman garam, minyak, atau timbale yang disimpan pada suhu 150-300°C. Benda kerja ditahan pada suhu ini di atas titik awal martensit (Ms) sampai suhu menjadi seragam di seluruh penampang benda kerja. Setelah itu diamkan di udara atau suhu kamar.

Tempering ialah memanaskan kembali baja yang sudah dikeraskan untuk menghilangkan tegangan proses serta mengurangi kekerasan.

Hasil dari penelitian didapatkan dari proses tanpa perlakuan didapatkan kekerasan 88 HRB, Kemudian dilanjutkan proses martempering dengan waktu 30 detik tanpa berkelanjutan tempering didapatkan kekerannya 97 HRB. Lalu proses martempering dilanjutkan tempering didapatkan kekerasannya 87,3 HRB, dan proses martempering terus dilanjutkan tempering dengan waktu tahan 20 dan 30 detik didapatkan kekerasannya 89,9 dan 90,9 HRB

Kata Kunci : Baja AISI 1045, Proses Martempering, Tempering.

ABSTRACT

AISI 1045 steel is a medium carbon steel in general this type of steel is used to produce engine components such as shafts, gears, and others. Because the carbon content is not too high and too low this type of steel is easy to do with various machining equipment and tools and is formed according to needs.

Martempering is also known as gradual cooling or disconnected cooling. In this process, the steel heats above the upper critical point (above the transformation range) and then cools in a salt, oil, or timbale bath stored at a temperature of 150-300oC. The workpiece is held at this temperature above the starting point of the martensite (Ms) until the temperature becomes uniform throughout the cross-section of the workpiece. After that let stand in the air or room temperature.

Tempering is reheating hardened steel to remove process stress and reduce hardness.

The results of the study obtained from the process without treatment obtained violence 88 HRB, then continued the process of mamtempering with a time of 30 seconds without sustained tempering obtained turbidity 97 HRB. Then the martempering process continued tempering obtained a hardness of 87.3 HRB, and the martempering process continued tempering with a resistance time of 20 and 30 seconds obtained hardness 89.9 and 90.9 HRB.

Keywords: AISI Steel 1045, Martempering Process, Tempering

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja AISI 1045 merupakan baja karbon menengah pada umumnya baja jenis ini digunakan untuk memproduksi komponen mesin seperti, poros, roda gigi, dan lainnya. Karena kandungan karbon yang tidak terlalu tinggi dan terlalu rendah baja jenis ini mudah dikerjakan dengan berbagai peralatan pemesian maupun perkakas dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Baja karbon menengah kandungan karbonnya sekitar 0,35% - 0,50%. Berdasarkan kandungan karbon tadi baja karbon menengah mempunyai potensi yang relative besar untuk dipergunakan menjadi bahan baku komponen mesin, baja tadi wajib diberi perlakuan panas untuk menerima sifat yang sinkron dengan penggunaannya dari sifat lunak hingga sifat keras.

Namun dalam pembelian baja tersebut belum diketahui apakah baja tersebut pernah mengalami stress seperti, proses perlakuan panas, proses pengelasan, benturan, bengkokan, tekukan dan lain sebagainya. Untuk mengembalikan sifat homogen (sifat yang sama) maka perlu dilakukan proses perlakuan panas martempering.

Sehingga diharapkan hasil dari penelitian ini untuk megecilkan bekas tegangan, memperbaiki sifat mekanik baja dan memulihkan keuletan baja. Untuk mengetahui hasil dari kekerasan dari baja AISI 1045

sesudah mendapati perlakuan panas bisa kita lakukan percobaan sifat mekanik bahan, serta nilai akhir pengujian ini dapat kita lampirkan dengan diagram. Pada ulasan ini akan dikaji sifat kekerasan dan struktur mikro dari proses martempering.

1. 2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang diuraikan diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini ialah mencari tahu pengaruh temperature austenite dan waktu pencelupan pada baja AISI 1045 terhadap kekerasan serta struktur mikro setelah dilakukan panas martempering.

1. Bagaimana nilai kekerasan temperatur 820°C pada proses martempering dan Tempering?
2. Apakah pengaruh media pendingin terhadap baja AISI 1045?

1.3. Batasan Masalah

Agar dalam penyusunan skripsi ini lebih cenderung ketujuan penelitian, maka penulis membatasi utama permasalahan sebagai berikut:

1. Suhu pemanasan yang digunakan adalah (820°C) dengan waktu tahan 10 menit.
2. Media pendingin pada perlakuan panas dengan menggunakan larutan garam dengan waktu tahan yang bervariasi.
3. Pengujian kekerasan yang digunakan adalah Rockwell.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Tujuan dari penelitian ini, adalah untuk mengetahui perubahan sifat kekerasan.
2. Untuk mengetahui mekanisme martempering dapat menaikkan atau menurunkan nilai kekerasan pada baja AISI 1045.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun kegunaan yang ingin didapat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat bagi ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang ilmu material.
2. Bagi peneliti dapat menerapkan langsung praktik dari teori perlakuan martempering dan tempering secara langsung.
3. Mempelajari langsung dari pengujian kekerasan.
4. Mempelajari struktur mikro baja yang terjadi dampak perlakuan martempering dan tempering.
5. Dapat menambah pengetahuan tentang hasil penelitian yang sudah dilakukan sebagai referensi bidang penelitian selanjutnya.
6. Menghasilkan produk yang bisa dipakai dalam berbagai aplikasi

DAFTAR PUSTAKA

1. Drs. Suwardi dan Drs. Daryanto. 2018. *Teknik Fabrikasi pengerjaan logam*. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
2. D.N. Adnyana 1989. *Tinjauan tentang proses pengolahan dan hubungan antara struktur dengan sifat-sifat mekanis*. Jakarta
3. Suharto. 1995. *Teori bahan dan pengaturan teknik*. Jakarta: PT.RENIKA
CIPTA
4. R. Edy Purwanto, Subagio, Anggit Murdani dan Listiono, 2016, *Perlakuan Bahan Pratikum*. Polinema Press, Politeknik Negri Malang (Polinema).
5. Thelning, K-E. 1975. *Steel and is Heat Treament*, Butterworths. *Bofors Handbook*
6. Suherman, Wahid, 2003. *Ilmu Logam I*. Surabaya: ITS Surabaya.