

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP SIFAT
KEKERASAN BAJA KARBON TINGGI UNTUK BAHAN
PISAU SAYAT POHON KARET**

SKRIPSI

Oleh

Amrin Yaya Kharisma

NIM: 06121381722063

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



FAKULTAS KEGURUAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP SIFAT
KEKERASAN BAJA KARBON TINGGI UNTUK BAHAN
PISAU SAYAT POHON KARET**

SKRIPSI

Oleh

Amrin Yaya Kharisma

NIM : 06121381722063

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Disetujui Untuk Diajukan Dalam Ujian Akhir Program Sarjana

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**

Pendidikan Teknik Mesin,



Drs. Harlin, M.Pd
NIP. 196408011991021001

Pembimbing,



Drs. Harlin, M.Pd
NIP. 196408011991021001



**PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP SIFAT
KEKERASAN BAJA KARBON TINGGI UNTUK BAHAN
PISAU SAYAT POHON KARET**

SKRIPSI

oleh

Amrin Yaya Kharisma

NIM : 06121381722063

Telah diujikan dan lulus pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 30 November 2021

TIM PENGUJI :

1. **Drs. Harlin, M.Pd** (Ketua/Pembimbing)
- 2.. **Imam Syofii S.Pd, M.Eng** (Anggota/Penguji)



Palembang, 1 Desember 2021

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pend.Teknik Mesin,



Drs. Harlin, M.Pd
NIP. 196408011991021001



SURAT PERNYATAAN

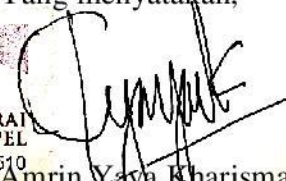
Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amrin Yaya Kharisma
NIM : 06121381722063
Jurusan : Pendidikan Teknik Mesin
Fakultas : Keguruan Dan Ilmu Pendidikan
Judul : Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Kekerasan Baja Karbon Tinggi Untuk Bahan Pisau Sayat Pohon Karet.

Dengan ini saya menyatakan bahwa seluruh isi skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis atau diterbitkan orang lain selain saya kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim sesuai peraturan menteri pendidikan nasional republik indonesia No.17 tahun 2010 tentang pencegahan serta penanggulangan plagiarisme di perguruan tinggi.

Palembang, 1 Desember 2021

Yang menyatakan,



Amrin Yaya Kharisma
NIM. 06121381722063

PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah Segala puji hanya bagi Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dalam rangka untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan dan bimbingan yang sangat berharga. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan yang Maha Esa Allah SWT Sebagai wujud dari rasa syukur atas segala nikmat, karunianya serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Hartono, MA. selaku Dekan FKIP Unsri.
3. Bapak Drs. Harlin, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin.
4. Bapak Drs. Harlin, M.Pd. selaku Pembimbing Terima kasih atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini.
5. Kepada seluruh bapak dan ibu dosen program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya (Bapak Drs. Harlin, M.Pd., Bapak Imam Syofii, S.Pd., M.Eng., Ibu Hj. Nyimas Aisyah, M.Pd., Ph.D., Bapak Drs. Darlius, M.M., M.Pd., Ibu Dewi Puspita Sari, S.Pd.,M.Pd., Bapak Edi Setiyo, S.Pd.,M.Pd.T., Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T., Ibu Nopriyanti, S.Pd., M.Pd., Bapak Wadirin S.Pd., M.Pd., Bapak Handi Harsap S.Pd., M.Pd.) yang telah banyak memberikan do'a, ilmu, pengajaran, pengalaman serta cerita hidup yang tak akan kami lupakan. Semoga Allah membalas kebaikan bapak dan ibuk dosen serta semoga dimuliakan dan ditinggikan derajatnya oleh Allah SWT.
6. Kedua Orang Tua saya Bapak Muhammad Yasir dan Ibu Yulia yang telah memberikan dukungan dan semangat serta do'a nya selama penulis mengikuti pendidikan.

7. Staff Lab Metallurgi bapak Yahya dan kawan-kawan yang telah membantu pengujian untuk penyelesaian skripsi penulis.
8. Rekan-rekan dan teman-teman satu angkatan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin yang selalu memberi motivasi dan dukungan.
9. Semua pihak yang membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan yang tulus dari berbagai pihak, menjadi catatan amal ibadah dari Allah SWT. Aamiin. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan, disebabkan keterbatasan kemampuan ilmu atau teori penelitian yang penulis kuasai. Untuk itu kepada para pembaca kiranya dapat memberikan masukan dan saran- sarannya sehingga skripsi ini akan lebih baik dan sempurna.

Dengan mengucapkan alhamdulillahirobbil ‘Alamin, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya, terutama bagi kemajuan pendidikan di negeri kita pada masa sekarang ini.

Wasalamu’alaikum Wr. Wb

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah – Nya lah saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi berjudul “Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Kekerasan Baja Karbon Tinggi Untuk Bahan Pisau Sayat Pohon Karet” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya.

Dengan terselesaikannya Skripsi ini kami mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan doa serta dukungannya.
2. Kepada bapak Drs. Harlin M.Pd. selaku pembimbing dalam penyusunan skripsi ini.
3. Dosen-dosen di Pendidikan teknik Mesin yang telah memberikan kritik dan sarannya.
4. Teman-teman di prodi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Serta pihak-pihak lain yang turut membantu baik dalam pelaksanaan perkuliahan maupun dalam penyusunan Skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Kami menyadari banyaknya keterbatasan kemampuan serta pengetahuan dalam penyusunan Skripsi ini, oleh karena itu kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk kebaikan Skripsi ini kedepannya.

Palembang, 1 Desember 2021

Penulis



Amrin Yaya Kharisma

MOTTO

- ❖ *Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya (QS. Al-Baqarah: 286)*
- ❖ *Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada tuhanmulah engkau berharap (QS. Al-Insyirah: 6-8)*
- ❖ *Kita tidak bisa bijaksana dengan kebijaksanaan oran lain*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA	vii
MOTTO	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Perumusan Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	3
1.6. Manfaat penelitian	3
BAB II	5
2.1. Perlakuan Panas	5
2.1.1. Hardening	7
2.1.2. Anneling	8

2.1.3.	Normalizing.....	8
2.1.4.	Tempering	8
2.2.	Pengujian Bahan.....	9
2.2.1.	Pengujian <i>Destructive</i> (merusak).....	9
2.2.2.	Pengujian <i>Non-Destructive</i> (Tidak Merusak)	13
2.3.	Baja Karbon.....	15
2.3.1.	Baja Karbon Rendah (<i>Low Carbon Steel</i>).....	15
2.3.2.	Baja Karbon Sedang (<i>Medium Carbon Steel</i>).....	15
2.3.3.	Baja Karbon Tinggi (<i>High Carbon Steel</i>)	16
2.4.	Kajian Penelitian yang Relevan	16
2.5.	Kerangka Konseptual	17
BAB III	18
3.1.	Metode Penelitian	18
3.2.	Variabel Penelitian	18
3.3.	Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.4.	Alat dan Bahan	19
3.4.1.	Alat.....	19
3.4.2.	Bahan.....	19
3.5.	Prosedur Penelitian.....	19
3.4.3.	Langkah Persiapan	20
3.4.4.	Langkah Pengujian.....	20
3.6.	Teknik Pengumpulan Data	21
3.7.	Instrument Penelitian.....	21
3.8.	Analisis Data	22
3.9.	Diagram Alir Penelitian.....	23

BAB IV	24
4.1. Deskripsi Penelitian.....	24
4.1.1. Deskripsi Persiapan Bahan.....	24
4.1.2. Deskripsi Persiapan Alat.....	24
4.1.3. Deskripsi Perlakuan Panas (heat treatment).....	25
4.1.4. Deskripsi Pengujian Kekerasan.....	28
4.2. Deskripsi dan Hasil Penelitian	33
4.2.1. Tanpa Perlakuan.....	34
4.2.2. Di- <i>quenching</i> dengan Media Air.....	35
4.2.3. Di- <i>quenching</i> dengan Media Air Garam.....	36
4.2.4. Di- <i>quenching</i> dengan Media Oli SAE 40	37
4.2.5. Di- <i>quenching</i> dengan Media Minyak Goreng.....	38
4.2.6. Hasil Seluruh Pengujian Spesimen	39
4.3. Pembahasan	41
4.3.1. Spesimen Tanpa Perlakuan	42
4.3.2. Di- <i>quenching</i> Media Pendingin Air	42
4.3.3. Di- <i>quenching</i> Media Pendingin Air garam	42
4.3.4. Di- <i>quenching</i> Media Pendingin Oli SAE 40.....	43
4.3.5. Di- <i>quenching</i> Media Pendingin Minyak Goreng.....	43
4.4. Implementasi Penelitian	44
BAB V.....	45
5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram suhu perlakuan panas	6
Gambar 2. 2 Struktur mikro baja karbon	7
Gambar 2. 3 Metode <i>brinel</i>	10
Gambar 2. 4 Metode <i>vickers</i>	11
Gambar 2. 5 Metode <i>rockwell</i>	12
Gambar 2. 6 Kerangka konseptual	17
Gambar 4. 1 Cairan pendingin	25
Gambar 4. 2 Penyusunan spesimen.....	26
Gambar 4. 3 Mesin pemanas dihidupkan	26
Gambar 4. 4 Proses <i>holding time</i>	27
Gambar 4. 5 Proses pengangkatan dan pencelupan spesimen	27
Gambar 4. 6 Spesimen yang telah di- <i>quenching</i>	28
Gambar 4. 7 Proses pembersihan spesimen	29
Gambar 4. 8 Persiapan mesin uji kekerasan.....	29
Gambar 4. 9 Peletakan spesimen pada anvil.....	30
Gambar 4. 10 Mikroskop digital	31
Gambar 4. 11 Peletakan spesimen pada mikroskop.....	31
Gambar 4. 12 Pengukuran diagonal titik	32
Gambar 4. 13 Hasil pengukuran titik	32
Gambar 4. 14 Penghitungan hasil uji kekerasan	33
Gambar 4. 15 Grafik nilai kekerasan tanpa perlakuan	34
Gambar 4. 16 Grafik nilai kekerasan media pendingin air	35
Gambar 4. 17 Grafik kekerasan media pendingin air garam	36
Gambar 4. 18 Grafik kekerasan media pendingin oli SAE 40.....	37
Gambar 4. 19 Grafik kekerasan media pendingin minyak goreng	38
Gambar 4. 20 Grafik nilai kekerasan seluruh media pendingin.....	40

DAFTAR TABEL

Table 3.1 Penilaian hasil tingkat kekerasan pisau sayat.....	24
Tabel 4. 1 Hasil perhitungan kekerasan tanpa perlakuan.....	34
Tabel 4. 2 Hasil perhitungan media pendingin air	35
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan media pendingin air garam.....	36
Tabel 4. 4 Hasil perhitungan media pendingin oli SAE 40.....	37
Tabel 4. 5 Hasil kekerasan media pendingin minyak goreng	38
Tabel 4. 6 Hasil kekerasan seluruh media pendingin.....	39

Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Kekerasan Baja KarbonTinggi Untuk Bahan Pisau Sayat Pohon Karet

Oleh

Amrin Yaya Kharisma

NIM : 06121381722063

Pembimbing : Drs. Harlin, M.Pd

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan panas *quenching* terhadap sifat kekerasan baja karbon tinggi untuk bahan pisau sayat pohon karet.terdapat lima spesimen yang berbahan baku baja karbon tinggi yang masih masing dilakukan perlakuan panas *quenching* dengan menggunakan media pendingin yang berbeda yaitu spsimen tanpa perlakuan, media pendingin air, media pendingin air garam, media pendingin oli SAE 40, dan media pendingin minyak goreng. Hasil dari penelitian ini yaitu pada spesimen tanpa perlakuan didapat hasil rata rata yaitu 380.72 HN, pada media pendingin air 966.81 HN, media pendingin air garam 1174.52 HN, media pendingin oli SAE 40 376.68 HN, dan media pendingin minyak goreng sebesar 409.7 HN. Makan untuk media pendingin yang digunakan pada *quenching* ini yang paling efektif adalah media pendingin air garam karena memiliki hasil kekerasan yang paling tinggi.

Kata Kunci: Baja karbon tinggi, *quenching*, media pendingin.

***Effect of Heat Treatment on Hardness Properties of High Carbon Steel For
Rubber Tree Slicing Blade Material***

Created by:

Amrin Yaya Kharisma

NIM: 061213817220263

Supevisors: Drs. Harlin, M.Pd

Mechanical Engineering Education Study Program

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of quenching heat treatment on the hardness properties of high carbon steel for rubber tree cutting blades. , water cooling media, salt water cooling media, SAE 40 oil cooling media, and cooking oil cooling media. The results of this study were that the specimens without treatment obtained an average yield of 380.72 HN, on water cooling media 966.81 HN, salt water cooling media 1174.52 HN, SAE 40 oil cooling media 376.68 HN, and cooking oil cooling media 409.7 HN. The most effective cooling medium for quenching is the salt water cooling medium because it has the highest hardness.

Keywords: High carbon steel, quenching, cooling medium.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan sentra penghasil karet yang cukup besar, hal ini dikarenakan pohon karet dapat tumbuh dengan baik di Indonesia. Indonesia sendiri memiliki iklim yang cocok untuk pohon karet tumbuh dan ditanam oleh petani karet yaitu iklim tropis. Karet sendiri dihasilkan dari getah yang berada pada pohon karet, kemudian dikumpulkan oleh para petani karet yang ada. Dapat kita ketahui karet yang dihasilkan oleh petani karet diserap oleh industri perkaretan yang ada di dalam negeri maupun yang ada di luar negeri. Adapun beberapa contoh perindustrian yang bergelut dibidang perkaretan adalah industri pembuatan ban, sarung tangan, alas kaki, dan masih banyak lagi industri penghasil produk karet .

Oleh karena itu di Indonesia banyak sekali terdapat perkebunan perkebunan keret yang dikelola secara besar maupun kecil dan modern maupun konvensional. Untuk mendapatkan karet dari pohon yang ada di perkebunan petani memerlukan alat bantu yang harus digunakan petani untuk menyayat pohon karet yang ada, agar pohon karet tersebut dapat menghasilkan getah karet yang selanjutnya akan ditampung dan dikumpulkan oleh petani karet yang ada.

Dari hasil survei peneliti kepada beberapa petani yang ada di sekitar tempat tinggal peneliti yaitu di Kecamatan Sungai Pinang Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan pada tanggal 19 april 2021, mendapatkan bahwa banyak keluhan petani yang mudah tumpulnya pisau sayat pohon karet yang digunakan oleh petani pada saat memanen getah karet di kebun. Kemudian peneliti ingin menyelesaikan keluhan yang ada pada para petani karet yaitu pisau sayat pohon karet yang mudah tumpul dengan cara melakukan perlakuan panas atau *heat treatment* terhadap pisau tersebut. Dengan harapan akan mendapatkan hasil pisau sayat pohon karet lebih tajam dan tidak mudah tumpul.

Perlakuan panas atau *heat treatment* ialah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam yang dalam keadaan padat dengan tujuan untuk mengubah sifat-

sifat fisis dari logam tersebut. Baja dapat dikeraskan sehingga tahan aus dan kemampuannya dalam memotong meningkat (Rasyid 2016 : 126). Pada penelitian ini penulis ingin membuat pisau sayat pohon karet menjadi lebih keras dan kemampuannya dalam menyayat pohon karet lebih tahan lama dengan cara mengubah sifat – sifat fisis dari pisau tersebut atau bisa di sebut *heat treatment*. Untuk mengetahui atau menguji apakah ada perubahan atau tidak pada baja yang telah dilakukan proses perlakuan panas maka peneliti melakukan pengujian dengan metode uji kekerasan.

Pengujian kekerasan ialah pengujian terhadap bahan (logam) dimana dalam menentukan kekerasannya dilakukan dengan menganalisis indentasi pada benda uji sebagai reaksi pembebanan tekan (Sembiring, dkk 2019 : 8). Dengan dilakukannya pengujian kekerasan ini maka kita dapat mengetahui seberapa keras logam yang kita lakukan perlakuan panas dan pada logam yang tidak kita lakukan perlakuan panas atau *heat treatment*.

Beranjak dari masalah yang diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan pengerasan dengan perlakuan panas dan pengubahan bahan logam yang di gunakan pada pisau sayat pohon karet dengan tujuan mendapatkan bahan pisau sayat pohon karet yang lebih baik dan tidak mudah tumpul. Untuk itu judul penelitian yang akan diteliti ialah **“Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Kekerasan Baja Karbon Tinggi untuk Bahan Pisau Sayat Pohon Karet.”**

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas maka peneliti dapat mengidentifikasi masalah dalam penelitian ini yaitu mudah tumpulnya pisau sayat pohon karet yang digunakan oleh petani karet.

1.3. Batasan Masalah

Agar pada penelitian ini permasalahan yang dibahas lebih jelas dan terarah maka perlu diberikan batasan masalah demi tujuan yang ingin di capai, oleh karena itu peneliti membatasi masalah pada

1. Bahan baku pisau sayat, pada bahan baku yang akan digunakan peneliti dalam pengujian ini adalah baja karbon tinggi. Lebih tepatnya peneliti akan menggunakan bahan per daun bekas mobil.
2. Perlakuan panas, perlakuan panas yang akan peneliti gunakan ialah perlakuan panas *Quenching*. *Quenching* adalah perlakuan panas yang dilakukan dengan cara didinginkan secara cepat.
3. Pengujian kekerasan, pada penelitian ini peneliti ingin menggunakan metode pengujian kekerasan *vickers*.

1.4. Perumusan Masalah

Dari pembatasan masalah yang ada di atas, dapat dirumuskan masalah-masalah yang akan dibahas pada penelitian ini. Adapun rumusan masalah yang ada di dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh perlakuan panas terhadap sifat kekerasan baja karbon tinggi untuk bahan pisau sayat pohon karet?

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan peneliti di atas maka, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas terhadap sifat kekerasan baja karbon tinggi untuk bahan pisau sayat pohon karet.

1.6. Manfaat penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memiliki manfaat bagi penulis, pendidikan dan masyarakat. Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat Bagi Penulis
 - a. Untuk mengaplikasikan dan meningkatkan kemampuan akademis dalam mengembangkan dan menerapkan teori dan praktek yang telah diperoleh penulis dalam mengikuti perkuliahan di Program studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

- b. Untuk mendapatkan tambahan motivasi dan pengalaman di dalam dunia pendidikan setelah menyelesaikan penelitian ini.

2. Manfaat Bagi Pendidikan

- a. Untuk memberikan sumbangan ilmu pengetahuan khususnya pada proses *Quenching* atau Perlakuan panas dan Pengujian kekerasan.
- b. Untuk memberikan tambahan informasi sebagai bahan pertimbangan atau literature pada penelitian sejenisnya.

3. Manfaat Bagi Masyarakat

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat sebagai sarana informasi serta menambah pengetahuan tentang pisau sayat pohon kater yang tidak mudah tumpul.

DAFTAR PUSTAKA

- Afid Burhanuddin. (2013). Pengumpulan Data dan instrumen Penelitian. (online) <https://afidburhanuddin.wordpress.com/2013/05/21/pengumpulan-data-dan-instrumen-penelitian-3/> (diakses pada tanggal 25 september 2020)
- Alfani, Wili. (2016). *Pengaruh Variasi Temperatur Pada Proses Pack Carburizing.Terhadap Ketahanan Aus Baja ST 41*. Skripsi diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Lampung Bandar Lampung.
- ASM International. (2005). *ASM Handbook Volume 4 Heat Treating*. ASM International.
- Budyanto, Eko, dan Handono, Sulis Dri. 2020. *Pengujian Material*. Lampung : CV Laduny Alifatama.
- Gunarto, A, dan Pramono, Joko. 2018. *Teknik Pengecoran Manual Program Keahlian Teknik Mesin Kompetensi Keahlian Teknik Pengecoran Logam*. 2017 : Andi
- Rasyid, Syaharuddin. 2014. *Teknologi Pengolahan Logam*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Simbiring, Timbangan, dan Dayana, Indri dkk. 2019. *Alat Penguji Material*. Guepedia Publisher.
- Smallman, R E, dan Bishop, R J. 2000. *Metallurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta : Erlangga.
- Suarsana. 2014. *Pengetahuan Material Teknik*. Denpasar.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Yuniarto, Arif, dan Purnama, Ady. 2018. *Dasar Perancangan Teknik Mesin*. Jakarta : PT Gramedia Widiasrana Indonesia.