

**PENGARUH DOUBLE PACK CARBURIZING TERHADAP
KEKERASAN MATERIAL PADA BAJA AISI 1020**



TUGAS AKHIR

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

Oleh :

**Fikriyono
2202220042**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

2026

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



TUGAS AKHIR

**PENGARUH *DOUBLE PACK CARBURIZING* TERHADAP
KEKERASAN MATERIAL PADA BAJA AISI 1020**

Disusun

**FIKRIYONO
2202220042**

**Mengetahui, Diperiksa dan Disetujui
Oleh:**

Ketua Jurusan Teknik Mesin-UTP

Dosen Pembimbing I

Herivanto Rusmarvadi. ST., MT

**Herivanto Rusmarvadi. ST., MT
Dosen Pembimbing II**

Ir. Togar PO Sianipar. MT.

Disahkan Oleh:

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ani Firda. ST., MT

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fikriyono
NIP 2202220042
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul **Pengaruh Double Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Material Pada Baja Aisi 1020** 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, 10 Juli 2026
Mahasiswa

rikriyono

Lampiran :
Print Out Hasil Plagiat

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fikriyono
NIP 2202220042
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul : **Pengaruh Double Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Material Pada Baja Aisi 1020** 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.



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 :

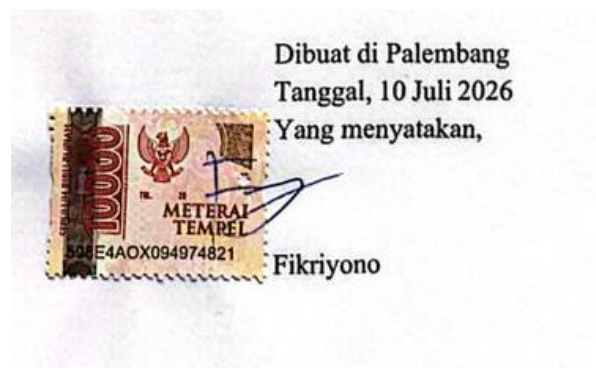
Nama : Fikriyono
NIP 22022220042
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

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 DOUBLE PACK CARBURIZING TERHADAP
KEKERASAN MATERIAL PADA BAJA AISI 1020**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini universitas tridinanti palembang berhak menyimpan, mengalih medikan, 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.





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: 1 1
Assignment title: Kesmas --- Task #17
Submission title: FIKRI YONO 2202220042.docx
File name: FIKRI_YONO_2202220042.docx
File size: 1.1M
Page count: 29
Word count: 3,202
Character count: 20,387
Submission date: 27-Jul-2026 02:26PM (UTC+0700)
Submission ID: 3004118550

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja umumnya dikenal sebagai material dengan fleksibilitas yang sangat baik, kemampuan mudah dibentuk, kekuatan tinggi, serta ketahanan yang keras. Sifat-sifat ini menjadikan baja sebagai material utama yang banyak digunakan dalam industri konstruksi mesin (Irawan et al., 2025).

Baja AISI 1020 merupakan salah satu baja karbon rendah. Aplikasi yang umum dari baja ini adalah untuk permesinan baut, skrup, roda gigi, batang piston untuk mesin, dan komponen landing gear pesawat terbang. Baja AISI 1020 memungkinkan baja ini untuk dikeraskan dengan perlakuan panas (Gusriar & Putra, 2021). Pemilihan baja AISI 1020 pada penelitian *double carburizing* didasarkan pada kandungan karbonnya yang rendah ($\pm 0,20\%$), sehingga memiliki kekerasan awal yang rendah dan sangat responsif terhadap proses karburisasi.

Penyebab terjadinya kerusakan pada komponen mesin adalah pengoperasian mesin secara berkesinambungan, yang mengakibatkan komponen mengalami tegangan akibat gesekan melebihi kemampuan kekuatannya. Berbagai metode dapat dilakukan untuk meningkatkan ketahanan dan kekuatan komponen mesin terhadap tegangan gesek.

1 1**FIKRI YONO 2202220042.docx** Kesmas --- Task #17 Kesmas 2026 STIKes Cirebon

Document Details**Submission ID**

trn:oid::1:3618106234

Submission Date

Jul 27, 2026, 2:26 PM GMT+7

Download Date

Jul 27, 2026, 2:32 PM GMT+7

File Name

FIKRI_YONO_2202220042.docx

File Size

1.1 MB

29 Pages**3,202 Words****20,387 Characters**

20% Overall Similarity

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

Exclusions

- 17 Excluded Matches

Top Sources

- 18%  Internet sources
 - 8%  Publications
 - 11%  Submitted works (Student Papers)
-

➤ ***MOTTO:***

“Segala hal menunggu waktunya,tidak ada mawar mekar sebelum waktunya,matahari juga tidak terbit sebelum waktunya.Tunggu saja,apa yang akan jadi milikmu pasti akan datang padamu”

“Jalaludin Rumi”

Kupersembahkan untuk:

- ❖ ***Kedua orang tuaku ibu Dan bapak yang kucinta***
- ❖ ***Saudara kandung saya yang telah memberiku semangat***
- ❖ ***Teman - teman seperjuangan MEPROXSY Teknik Mesin***
- ❖ ***PT.Halim Sumber Rejeki yang telah membantu saya***
- ❖ ***Almamaterku***

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan hidayah-NYA, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Banyak hambatan dan rintangan yang terjadi selama menyusun Tugas Akhir ini. Walaupun demikian semua merupakan tantangan yang harus dihadapi. Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Double Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Material Pada Baja Aisi 1020”** dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Strata Satu di Universitas Tridianti. Meskipun penyusunan tugas akhir ini telah selesai, tetapdi sadari tugas akhir masih jauh dari sempurna, baik dari segi materi, penyajian maupun bahasannya. Oleh karena itu sangat diharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun guna kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, perkenankanlah untuk menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu didalam penyusunan tugas akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Khususnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. 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., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti.
4. Bapak Martin Luther King, ST., MT, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti.

5. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT. Selaku pembimbing 1
6. Bapak Ir. Togar Patrai Oloan Sianipar, MT. Selaku pembimbing 2
7. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi mahasiswa. Khususnya Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Tridinanti.

Palembang, 10 Juli 2026

Penulis,

Fikriyono

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Baja karbon.....	5
2.2. Sifat-sifat pada baja	6
2.3. Baja AISI 1020	7
2.4. Pelakuan panas.....	7
2.5. Carburizing	8
2.6. Arang	9
2.7. Waktu penahanan	9
2.8. Pengujian kekerasan	9
2.9. Pengujian kekerasan Rockwell	10
2.10. Quenching.....	10
2.11. Diagram Fasa Fe+Fe ₃ C	10
2.12. Diagram TTT	11
3.1. Diagram alir penelitian	12

DAFTAR ISI

3.2. Metode Penelitian.....	13
3.3. Waktu dan tempat penelitian.....	13
3.4. Alat dan bahan yang digunakan	13
3.5. Spesifikasi benda uji.....	15
3.6. Proses double pack carburizing	15
3.7. Prosedur pengamatan.....	17

BAB IV. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil pengujian kekerasan	18
4.2. Hasil kekerasan single carburizing	19
4.3. Hasil kekerasan double carburizing	19
4.4. Perbandingan single carburizing dan double carburizing	20
4.5. Pembahasan hasil pengujian kekerasan	20
4.6. Pembahasan single carburizing.....	21
4.7. Pembahasan double carburizing	21

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	23
5.2. Saran	23

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. DiAgram Fasa.....	12
2.2. Diagram TTT	13
3.1. Diagram alir penelitian	14
3.2. Furnace	16
3.3. Tang jepit.....	16
3.4. Ember	17
3.5. Rockwell haedness.....	17
3.6. Stopwach	17
3.7. Pack carburizing	18
4.1. Grafik hubungan antara nilai kekerasan	23

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Komposisi baja AISI 1020	7
4.1. Hasil pengujian kekerasan baja AISI 1020.....	22

ABSTRAK

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium. Spesimen baja AISI 1020 dipersiapkan sesuai ukuran pengujian, kemudian dilakukan proses double pack carburizing menggunakan media karbon padat dengan penambahan aktivator, dilanjutkan dengan pemanasan pada temperatur 900°C selama 2 jam untuk setiap tahap proses dan diakhiri dengan pendinginan cepat (quenching). Pengujian yang dilakukan meliputi uji kekerasan menggunakan metode Vickers serta pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop metalografi. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai kekerasan material sebelum dan sesudah perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses double pack carburizing mampu meningkatkan nilai kekerasan permukaan baja AISI 1020 secara signifikan dibandingkan material tanpa perlakuan. Peningkatan kekerasan terjadi akibat bertambahnya kandungan karbon pada lapisan permukaan yang kemudian membentuk struktur martensit setelah proses quenching. Selain itu, hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan terbentuknya lapisan hasil difusi karbon yang lebih tebal dan lebih merata dibandingkan kondisi awal material. Dengan demikian, metode double pack carburizing terbukti efektif dalam meningkatkan sifat mekanik, khususnya kekerasan permukaan, sehingga berpotensi diterapkan pada komponen mesin yang memerlukan ketahanan aus tinggi.

Kata kunci: Baja AISI 1020, Double Pack Carburizing, Perlakuan Panas, Kekerasan, Struktur Mikro.

ABSTRACT

The research employed a laboratory experimental method. AISI 1020 steel specimens were prepared to testing dimensions and subjected to a double pack carburizing process using a solid carbon medium with an added activator; this involved heating at 900°C for two hours during each stage, followed by quenching. Testing included Vickers hardness measurements and microstructural analysis using a metallographic microscope. The data were analyzed descriptively by comparing material hardness values before and after treatment.

The results indicate that the double pack carburizing process significantly increased the surface hardness of the AISI 1020 steel compared to the untreated material. This increase in hardness resulted from the elevated carbon content in the surface layer, which formed a martensitic structure following quenching. Furthermore, microstructural observations revealed the formation of a carbon diffusion layer that was thicker and more uniform than that of the material in its initial state. Thus, the double pack carburizing method proved effective in enhancing mechanical properties—specifically surface hardness—making it a viable option for machine components requiring high wear resistance.

Keywords: AISI 1020 Steel, Double Pack Carburizing, Heat Treatment, Hardness, Microstructure.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja umumnya dikenal sebagai material dengan fleksibilitas yang sangat baik, kemampuan mudah dibentuk, kekuatan tinggi, serta tekstur yang keras. Sifat-sifat ini menjadikan baja sebagai material utama yang banyak digunakan dalam industri konstruksi mesin (Irawan et al., 2025). Baja AISI 1020 merupakan salah satu baja karbon rendah. Aplikasi yang umum dari baja ini adalah untuk pembuatan baut, skrup, roda gigi, batang piston untuk mesin, dan komponen landing gear pesawat terbang. Baja AISI 1020 memungkinkan baja ini untuk dikeraskan dengan perlakuan panas. (Gusniar & Putra, 2021). Pemilihan baja AISI 1020 pada penelitian *double carburizing* didasarkan pada kandungan karbonnya yang rendah ($\pm 0,20\%$), sehingga memiliki kekerasan awal yang rendah dan sangat responsif terhadap proses karburisasi.

Penyebab terjadinya kerusakan pada komponen mesin adalah pengoperasian mesin secara berkelanjutan, yang mengakibatkan komponen mengalami tegangan akibat gesekan melebihi kemampuan kekerasannya. Berbagai metode dapat dilakukan untuk meningkatkan ketahanan dan kekuatan komponen mesin terhadap tegangan gesek tersebut. Salah satu metode yang digunakan dalam meningkatkan kekerasan pada baja adalah proses perlakuan panas. Proses perlakuan panas adalah proses dimana baja dipanaskan sampai ke daerah austenite pada temperature tertentu dan ditahan beberapa saat lalu didinginkan dengan

metode tertentu untuk menghasilkan kekerasan yang diinginkan. Perlakuan panas yang digunakan dalam meningkatkan kekerasan pada baja adalah proses perlakuan panas *carburizing*.

Proses carburizing merupakan proses untuk menambahkan unsur karbon sampai batas ketahanan permukaan dari baja tersebut. Manfaat dari carburizing diantaranya adalah meningkatkan kekerasan permukaan dan meningkatkan ketahanan korosi baja. Proses peningkatan kekerasan yang terjadi yaitu: bila suhu naik, atom-atom bergetar dengan energi yang lebih besar, dan sejumlah kecil atom akan berpindah dalam kisi.(Shaifudin et al., 2018). *Double pack carburizing* merupakan metode perlakuan panas yang digunakan untuk meningkatkan kandungan karbon pada lapisan permukaan baja dengan menggunakan dua lapisan media karburasi. Proses ini dilakukan dengan menempatkan spesimen di dalam wadah yang dikelilingi campuran bahan kaya karbon seperti arang batok kelapa, sehingga proses difusi karbon ke permukaan material dapat berlangsung lebih optimal dan merata.

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh (Nasution & Nasution, 2020), proses pack carburizing pada baja AISI 1020 menggunakan arang batok kelapa terbukti mampu meningkatkan kekerasan material secara signifikan, dari 191,33 VHN menjadi 674,99 VHN. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan karbon pada permukaan baja efektif meningkatkan kekerasan melalui pembentukan struktur martensit. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah metode double pack carburizing dapat menghasilkan peningkatan kekerasan yang lebih optimal dibandingkan carburizing biasa. Dari latar belakang yang

diuraikan diatas, maka penulis mengambil penelitian yang berjudul pengaruh *double pack carburizing* terhadap kekerasan material pada baja karbon rendah 1020 yang nantinya akan mendapatkan nilai kekerasan yang terbantu pada variasi temperatur.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah yang didapat adalah bagaimana pengaruh *double pack carburizing* terhadap kekerasan material pada baja karbon AISI 1020?

1.3 Batasan Masalah

Agar Penelitian ini lebih terarah, maka Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Material yang digunakan baja AISI 1020.
2. Proses *Double Carburizing* dilakukan pada temperature 850°C, 860 °C dan 870 °C dengan waktu tahan 1 jam dan media pendingin air.
3. Arang yang digunakan adalah arang batok kelapa dengan berat setiap pack 500 gram.
4. Ukuran Pack P :12cm, L : 12cm, T : 8cm
5. Pengujian Difokuskan Pada Sifat Kekerasan
6. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Metallurgy Fakultas Teknik Tridianti.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui perubahan sifat kekerasan pada baja AISI 1020 setelah dilakukan *double pack carburizing*.

1.4 Manfaat Penelitian

Supaya menambah wawasan yang lebih dalam tentang proses perlakuan panas double pack carburizing Mengenai sifat kekerasan pada baja aisi 1020.

DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan, E. (2017). *ANALISA PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA KARBON RENDAH (ST41). I*, 117–124.
- Gusniar, I. N., & Putra, A. S. (2021). Perhitungan Beban Statik pada Rangka Mesin Pengering Padi Menggunakan Baja AISI 1020. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(2), 53–58. <https://doi.org/10.30630/jtm.14.2.556>
- Industri, J. T., Islam, U., Sultan, N., & Kasim, S. (2015). *VARIASI UKURAN KARBON TEMPURUNG KELAPA SNF2015-VII-89 SNF2015-VII-90. IV*, 89–92.
- Magdalena Feby Kumayasari, A. I. S. (2017). *Studi Uji Kekerasan Rockwell Superficial VS Micro Vickers. 2*(2).
- Nasution, M., & Nasution, R. H. (2020). *Muslih Nasution, Rini Halila Nasution*. 15(2).
- Nolze, G., Winkelmann, A., Cios, G., & Tokarski, T. (2020). *Tetragonality mapping of martensite in a high-carbon steel by EBSD*.
- Noor, A., Hadi, S., Teknik, J., Fakultas, M., & Tidar, U. (2019). *PENGARUH PROSES PACK CARBURISING TERHADAP KEKERASAN BAJA. 2*, 73–78.
- Nugroho, S., & Haryadi, G. D. (2005). *PENGARUH MEDIA QUENCHING AIR TERSIRKULASI (CIRCULATED WATER) TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA BAJA AISI 1045. 7*, 19–23.
- Pratama, F. N., & Prasetyo, A. B. (2022). *Pengaruh Waktu Temper Terhadap Mikro Struktur dan Sifat Mekanis Pada Baja Karbon. 03*(02).
- Seng, A. (2017). Analisis Sifat Mekanis Karbon Akibat Pembebanan Dinamis. *Jurnal Rekayasa Mesin*. <https://doi.org/https://doi.org/10.32497/rm.v10i1.207>
- Shaifudin, A., Istiasih, H., & Mufarrih, A. (2018). *Optimalisasi difusi karbon dengan metode pack carburizing pada baja ST 42. 1*(1), 27–34.
- Tsamroh, D. I., Dika, J. W., Yazirin, C., Nur, M. I., & Prasetyo, A. (2024). *Effect of Cryogenic Treatment on Hardness Value and Microstructure of Medium Carbon Steel*. <https://doi.org/10.31284/j.jmesi.2024.v4i1.5972>
- Widiantoro, R. B., & Rizal, Y. (2024). *ANALISIS KOMPARATIF METODE PENGUJIAN KEKERASAN : SPEED STEEL (BAJA KECEPATAN TINGGI YANG DIOLAH. 24–25*.
- Gunawan, E. (2017). Analisa Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Rendah (St41) Dengan Metode Pack Carburizing. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 1(2), 117. <https://doi.org/10.51804/tesj.v1i2.133.117-124>

- Irawan, B., Hartono, P., & Raharjo, A. (2025). Analisis Sambungan Las Smaw Pada Baja Aisi-1042 Dengan Variasi Kampuh Las V, X Dan U Terhadap Kekuatan Uji Tarik. *Materials Research*, 65–70.
- Mohruni, A. S., & Kembaren, B. H. (2013). Pengaruh Variasi Kecepatan Dan Kuat Arus Dengan Elektroda E6013. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(1), 1–8.
- Nugroho, S., & Dwi Haryadi, G. (2005). Pengaruh Media Quenching Air Tersirkulasi (Circulated Water). *Rotasi*, 7(1), 19–23.
- Seng, A. (2017). Analisis Sifat Mekanis Baja Karbon Akibat Pembebanan Dinamis - Ahmad Seng (hal 1-8). *Jurnal Politeknik Negeri Semarang*.
- Windarta, & Setiawan, D. (2018). Optimasi Balancing Putaran pada Mesin Poles Piringan Ganda Untuk Pengujian Metalografi. *Jurnal Universitas Muhamadiyah Jakarta*, 1–8.
- Mizhar, S., Yulfitra, Y., & Suherman, S. (2017). Kajian Perubahan Distribusi Kekerasan Dan Perubahan Struktur Mikro Pada Proses Quench Terhadap
- Darmo, A. N. S. H., & Widodo, S. (2019). Pengaruh Proses Pack Carburising Terhadap Kekerasan Baja Karbon Rendah. *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, 1(1).
- Variasi Diameter Dalam Dari Baja Karbon Sedang Tipe Sae 1040. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(2).
- Adawiyah, R., Murdjani, M., & Hendrawan, A. (2014). Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Strukturmikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses Hardening. *Jurnal Poros Teknik*, 6(2), 96-102.
- Widiantoro, R. B., & Fauzi, Y. R. (2024, December). Analisis komparatif metode pengujian kekerasan: rockwell dan vickers pada heat-treated high- speed steel (baja kecepatan tinggi yang diolah panas). In *proceedings of national colloquium research and community service* (Vol. 8, Pp. 67-71)