

SKRIPSI
KOMPARASI PENGGUNAAN CAIRAN PEMOTONGAN
MINYAK CASTOR DAN MINYAK JAGUNG DENGAN
CAMPURAN NANO Al_2O_3 PADA PROSES FREIS

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



WAHYU AJI PANGESTU

03051281823027

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

SKRIPSI
KOMPARASI PENGGUNAAN CAIRAN PEMOTONGAN
MINYAK CASTOR DAN MINYAK JAGUNG DENGAN
CAMPURAN NANO Al_2O_3 PADA PROSES FREIS

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



WAHYU AJI PANGESTU

03051281823027

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

KOMPARASI PENGGUNAAN CAIRAN PEMOTONGAN
MINYAK CASTOR DAN MINYAK JAGUNG DENGAN
CAMPURAN NANO Al_2O_3 PADA PROSES FREIS

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik

Oleh:
Wahyu Aji Pangestu
03051281823027

Indralaya, Januari 2023

Mengetahui:
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Irsyadi Yani S. T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi,



Dr. Muhammad Yanis S. T., M.T.
NIP. 197002281994121001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI


NAMA : Wahyu Aji Pangestu
NIM : 03051281823027
JURUSAN : Teknik Mesin
JUDUL SKRIPSI : Komparasi Penggunaan Cairan Pemotongan
Minyak Castor Dan Minyak Jagung Dengan
Campuran Nano Al₂O₃ Pada Proses Frais


DIBUAT TANGGAL : 2 Februari 2022
SELESAI TANGGAL : 7 Desember 2022

Indralaya, Januari 2023

Mengetahui:
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Pembimbing Skripsi,


Irsyad Yani S. T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001


Dr. Muhammad Yanis S. T., M.T.
NIP. 197002281994121001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Komparasi Penggunaan Cairan Pemotongan Minyak Castor dan Minyak Jagung dengan Campuran Nano Al_2O_3 pada Proses Freis” telah dipertahankan di hadapan tim penguji karya tulis ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 15 Desember 2022.

Palembang, Desember 2022

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa skripsi

Ketua :

1. Dr. H. Ismail Thamrin, S.T, M.T.

NIP. 197209021997021001

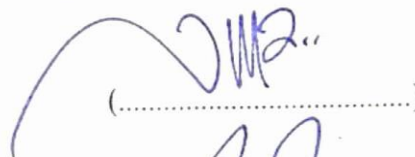


(.....)

Sekretaris Penguji :

2. M. A. Ade Saputra, S.T, M.T.

NIP. 198711302019031006



(.....)

Penguji :

3. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.

NIP. 197112351997021001




(.....)

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112351997021001

Pembimbing Skripsi



Dr. Muhammad Yanis S.T., M.T.
NIP. 196012231991021001

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Aji Pangestu

NIM : 03051281823027

Judul : Komparasi Penggunaan Cairan Pemotongan Minyak Castor Dan Minyak Jagung Dengan Campuran Nano Al_2O_3 Pada Proses Freis

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan saya dan untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.

Indralaya, Januari 2023



Wahyu Aji Pangestu
NIM 03051281823027

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Aji Pangestu

NIM : 03051281823027

Judul : Komparasi Penggunaan Cairan Pemotongan Minyak Castor Dan Minyak Jagung Dengan Campuran Nano Al_2O_3 Pada Proses Freis

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Indralaya, Januari 2023



Wahyu Aji Pangestu

NIM.03051281823051

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir yang dibuat untuk memenuhi syarat Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Komparasi Penggunaan Cairan Pemotongan Minyak Castor dan Minyak Jagung dengan Campuran Nano Al_2O_3 pada Proses Freis”

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala macam bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini kepada.

Allah SWT, karena rahmat-Nya, anugerah ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya.

1. Kedua orang tua, ayahanda Handoyo dan Ibu Sugiati yang selalu memberikan dorongan dan semangat.
2. Bapak Dr. Muhammad Yanis S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan, saran serta nasihat dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin S.T., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Astuti, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik.
6. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Seluruh teman dan sahabat yang telah memberi dukungan kepada penulis. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki.

Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini kedepannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Indralaya, Januari 2023

Wahyu Aji Pangestu
NIM 03051281823027

RINGKASAN

STUDI KOMPARASI PENGGUNAAN CAIRAN PEMOTONGAN MINYAK CASTOR DAN MINYAK JAGUNG DENGAN CAMPURAN NANO Al_2O_3 PADA PROSES FREIS

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 4 Januari 2023

Wahyu Aji Pangestu; Dibimbing oleh Dr. Muhammad Yanis S.T., M.T.

Studi Komparasi Penggunaan Cairan Pemotongan Minyak Castor Dan Minyak Jagung Dengan Campuran Nano Al_2O_3 Pada Proses Freis

xxv + 35 halaman, 6 tabel, 15 gambar, 4 lampiran

RINGKASAN

Cairan pemotongan adalah persyaratan penting di sektor manufaktur pabrik modern. Karena cairan pemotongan membantu dalam meningkatkan masa pakai pahat, mengurangi getaran dengan memberikan efek redaman, mengurangi keausan pahat. Tidak adanya cairan pemotong menyebabkan peningkatan konsumsi daya, keausan pahat yang cepat, dan permukaan akhir yang buruk. Bahkan sejumlah kecil pelumas seperti dalam metode MQL, dapat meningkatkan kualitas pemesinan dengan mengurangi kekasaran permukaan dan menurunkan gaya potong. Minyak nabati telah menjadi pilihan yang baik sebagai pelumas untuk logam pemotongan karena sifat mereka seperti pelumasan tinggi, biodegradabilitas minyak nabati telah menjadi pilihan yang baik sebagai pelumas yang sangat baik, dan ramah lingkungan. Pemilihan minyak castor dan minyak jagung, yaitu minyak castor, minyak ini paling kental dari semua pelumas, menunjukkan likuiditas yang tinggi, membentuk lapisan pelindung padat pada benda kerja sehingga menunjukkan sifat anti gesekan yang tinggi, dan minyak jagung sebagai minyak nabati terbarukan yang bersifat *biodegradable* dan lebih ramah lingkungan apabila dibandingkan dengan cutting fluid konvensional. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan pada proses MQL yang menggunakan minyak castor dan juga minyak jagung dimana menggunakan *nano fluid* sebagai campuran masing-masing minyak.

Kualitas pada proses pemesinan ditentukan dari kekasaran permukaan yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, dilakukan optimasi parameter pemesinan freis dan perbandingan antara dua buah minyak cairan pemotongan berbahan dasar minyak nabati terhadap kekasaran permukaan benda kerja baja AISI 1045. Cairan pemotongan yang digunakan adalah minyak castor, minyak jagung, dimana minyak castor dan minyak jagung divariasikan dengan mencampur nanopartikel Al_2O_3 . Parameter pemesinan freis yang divariasikan adalah kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman makan aksial. Nilai kecepatan potong mempengaruhi kekasaran permukaan dimana semakin besar nilai kecepatan potong maka semakin kecil kekasaran benda uji. Nilai gerak makan dimana semakin besar pemakanan maka semakin kasar permukaan benda uji. Nilai kedalaman makan dimana semakin besar nilai gaya tekan pada benda uji maka kekasaran permukaannya juga tinggi. Penggunaan dari campuran minyak jagung dan nanopartikel dapat menyebabkan perbedaan kekasaran perbedaan yang signifikan yaitu sebesar 12,6 % dibandingkan dengan menggunakan minyak yang lainnya

Kata Kunci : Kekasaran permukaan, Nanopartikel, Minyak castor, Minyak jagung..

Kepustakaan : 18 (2010-2022)

SUMMARY

COMPARATIVE STUDY OF THE USE OF CASTOR OIL CUTTING FLUID AND CORN OIL WITH NANO Al_2O_3 MIXTURE IN THE FREIS PROCESS

Scientific paper in the form of Thesis, January 4 2023

Wahyu Aji Pangestu supervised by Dr. Muhammad Yanis S.T., M.T.

Comparative Study of The Use Of Cutting Liquid Castor Oil And Corn Oil With Nano Al_2O_3 Mixture In Freis Process

xxv+ 35 pages, 6 tables, 15 images, 4 appendix

SUMMARY

Cutting fluids are an essential requirement in the modern factory manufacturing sector. Since the cutting fluid helps in increasing tool life, it reduces vibration by providing a damping effect, reducing tool wear. The absence of cutting fluid leads to increased power consumption, rapid tool wear and poor surface finish. Even a small amount of lubricant, as in the MQL method, can improve machining quality by reducing surface roughness and reducing cutting forces. Vegetable oil has become a good choice as a lubricant for metal cutting because of their properties such as high lubricity, biodegradability vegetable oil has become a good choice as an excellent lubricant, and is environmentally friendly. The choice of castor oil and corn oil, namely castor oil, this oil the most viscous of all lubricants, shows high liquidity, forms a solid protective layer on the workpiece so that it shows high anti-friction properties, and corn oil as a renewable vegetable oil that is biodegradable and more environmentally friendly when compared to conventional cutting fluids. This research was conducted to know the comparison of the MQL process which uses castor oil and also corn oil which uses nano fluid as a mixture of each oil. The quality of the machining process is determined by the resulting surface roughness. In this study, optimization of milling machining parameters and comparison between two cutting fluid oils made from vegetable oil was carried out on the surface roughness of AISI 1045 steel workpieces. The cutting fluids used were castor oil, corn oil, where castor oil and corn oil were varied by mixing Al_2O_3

nanoparticles. The milling machining parameters that are varied are cutting speed, feed motion, and axial feed depth. The value of the cutting speed affects the surface roughness where the greater the value of the cutting speed the smaller the roughness of the test object. The value of the feed motion where the greater the feed, the rougher the surface of the test object. The value of the depth of feeding where the greater the value of the compressive force on the test object, the surface roughness is also high. The use of a mixture of corn oil and nanoparticles can cause a significant difference in roughness, which is 12.6% compared to using other oils.

Keywords: Surface roughness, Nanoparticle, Castor Oil, Corn Oil. .

Literature: 18 (2010-2022)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	vii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ix
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	xi
KATA PENGANTAR	xiii
RINGKASAN	xv
SUMMARY	xvii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
LAMPIRAN	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Mesin Freis	5
2.1.1 Klasifikasi Proses Freis	5
2.1.2 Metode Proses Freis	6
2.1.3 Parameter Proses Freis	7
2.2 Baja	8
2.2.1 Jenis Baja berdasarkan Komposisi.....	8
2.3 <i>Cutting Fluid</i>	9
2.3.1 Jenis <i>cutting fluid</i>	9
2.3.2 Teknik Pendinginan	10
2.4 <i>Green Machining</i>	10
2.4.1 <i>Minimum Quantity Lubrication (MQL)</i>	10

2.4.2	<i>Dry Machining</i>	11
2.4.3	<i>Cryogenic</i>	11
2.5	Nanofluida	11
2.6	Kekasaran permukaan	11
2.6.1	Parameter Kekasaran Permukaan	12
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		15
3.1	Diagram Alir Prosedur Pengujian	15
3.2	Studi Literatur	16
3.3	Alat Uji dan Bahan	16
3.3.1	Mesin Freis	16
3.3.2	Minimum Quantity Lubrication.....	17
3.3.3	Ultrasonic Cleaner	17
3.3.4	Cairan Pemotongan	17
3.3.5	Baja AISI 1045	19
3.3.6	Pahat End Mill.....	19
3.3.7	Pengujian Kekasaran	20
3.3.8	Alat Uji Kekasaran Permukaan	20
3.4	Prosedur Pengujian.....	21
3.4.1	Proses Freis	22
3.4.2	Pengolahan dan Analisis Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1	Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan.....	25
4.2	Pembahasan	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		31
5.1	Kesimpulan.....	31
5.2	Saran.....	31
DAFTAR RUJUKAN.....		33
LAMPIRAN		35

DAFTAR GAMBAR

Gambar.2.1 (a) <i>Pheriperal Milling</i> , (b) <i>Face Milling</i> , (c) <i>End Milling</i>	5
Gambar 2.2. Pemotongan Searah.....	6
Gambar 2.3 Pemotongan Berlawanan Arah.....	7
Gambar 2.4 Profil Kekasaran Permukaan.....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Pengujian	15
Gambar 3.2 <i>Ultrasonic Cleaner</i>	17
Gambar 3.3 Minyak castor.....	18
Gambar 3.4 Minyak Jagung	18
Gambar 3.5 Benda Kerja Baja AISI 1045 dan Dimensinya.....	19
Gambar 3.6 Pahat <i>End Mill</i> HSS	20
Gambar 3.7 Alat Uji Kekasaran Permukaan	21
Gambar 4.1 Perbandingan nilai kecepatan pemotongan	26
Gambar 4.2 Perbandingan nilai gerak makan	27
Gambar 4.3 Perbandingan nilai Kedalaman Pemotongan.....	28
Gambar 4.4 Perbandingan <i>Cutting Fluid</i> Un-Nanopartikel dan Nanopartikel	28

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Freis	16
Tabel 3.2. Karakteristik Minyak Castor dan Minyak Jagung	18
Tabel 3.3 Komposisi Kimia Baja AISI 1045.	19
Tabel 3.4 Nilai Parameter Pemesinan	23
Tabel 4.1 Hasil Uji Kekasaran Permukaan Rata-rata Un-nanopartikel	25
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekasaran Permukaan Rata-rata Nanopartikel.....	26

LAMPIRAN

Lampiran 1 Persiapan Alat dan Bahan.....	35
Lampiran 2 Proses Pengujian dan Pengukuran Kekasaran Permukaan	38
Lampiran 3 Tabel Distribusi F pada Probabilitas 0,05	39
Lampiran 4 Sertifikat Nanopartikel Al ₂ O ₃	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cairan pemotongan adalah persyaratan penting di sektor manufaktur pabrik modern. Karena cairan pemotongan membantu dalam meningkatkan masa pakai pahat, mengurangi getaran dengan memberikan efek redaman, mengurangi keausan pahat. Tidak adanya cairan pemotong menyebabkan peningkatan konsumsi daya, keausan pahat yang cepat, dan permukaan akhir yang buruk. Bahkan sejumlah kecil pelumas seperti dalam metode MQL, dapat meningkatkan kualitas pemesinan dengan mengurangi kekasaran permukaan dan menurunkan gaya potong (Sri Widiyawati, 2020).

Minyak nabati telah menjadi pilihan yang baik sebagai pelumas untuk logam pemotongan karena sifat mereka seperti pelumasan tinggi, biodegradabilitas minyak nabati telah menjadi pilihan yang baik sebagai pelumas yang sangat baik, dan ramah lingkungan (Santi R dkk, 2016).

Pemilihan minyak castor dan minyak jagung , yaitu minyak castor, minyak ini paling kental dari semua pelumas, menunjukkan likuiditas yang tinggi, membentuk lapisan pelindung padat pada benda kerja sehingga menunjukkan sifat anti gesekan yang tinggi, dan minyak jagung sebagai minyak nabati terbarukan yang bersifat *biodegradable* dan lebih ramah lingkungan apabila dibandingkan dengan cutting fluid konvensional (Katna dkk., 2020).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan pada proses MQL yang menggunakan minyak castor dan juga minyak jagung dimana menggunakan *nano fluid* sebagai campuran masing-masing minyak.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah membandingkan minyak castor dan minyak jagung pada proses MQL dengan menggunakan campuran *nano fluid*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan mesin freis konvensional.
2. Jenis pahat yang akan digunakan pada penelitian kali ini yaitu pahat *end milling 4 flute* karbida dengan ukuran diameternya 10mm.
3. Benda kerja yang akan dipakai pada penelitian ini baja karbon sedang AISI 1045.
4. Metode proses freis yang akan digunakan yaitu *face milling* dengan arah pemotongan *down milling*.
5. Parameter pemesinan yang digunakan yaitu kecepatan pemotongan (v_c) dan gerak makan (f_z) dengan kedalaman makan (a_{axial}) konstan.
6. Kecepatan nanofluida yang digunakan adalah 50ml/jam.
7. Parameter yang dipakai yaitu kekasaran rata-rata aritmatik (R_a).
8. Penggunaan Nanopartikel Al_2O_3 .

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah melakukan uji perbandingan minyak castor dan minyak jagung yang dicampur dengan nanopartikel Al_2O_3 dan tanpa campuran nanopartikel yang dilakukan melalui uji kekasaran permukaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberi dukungan dalam perkembangan ilmu manufaktur di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya khususnya konsentrasi produksi .
2. Bentuk penerapan *green machining* atau pemesinan yang lebih ramah terhadap lingkungan.
3. Dapat dijadikan referensi bagi peneliti selanjutnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Abbas, H., Bontong, Y., & Aminya, Y. (2018). Pengaruh Parameter Pemotongan Pada Operasi Pemotongan Milling Terhadap Getaran Dan Tingkat Kekasaran Permukaan (Surface Roughness) Hammada Abbas. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII (SNTTM XII)*, Snttm Xii, 9721–9976.
- Fiaz, R. (2011). *Classification of Steel What Is Steel?*. Diakses pada 21 Desember 2022. Website: <https://www.scribd.com/document/317948096/classification-of-steel-pdf#>
- Gupta, K. (2020). A Review On Green Machining Techniques. *Procedia Manufacturing*, 51(2019), 1730–1736. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.241>
- Gürgen, S., Tali, D., & Kushan, M. C. (2019). An Investigation On Surface Roughness And Tool Wear In Turning Operation Of Inconel 718. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 11(March). <https://doi.org/10.5028/jatm.v11.1030>
- Indrani, D. J. (2022). *Kekasaran Permukaan*. Diakses pada 25 Desember 2022. Website: https://www.researchgate.net/publication/341742213_Analisis_Kekasaran_Permukaan_Bahan_Dengan_Metode_Citra_Spekel
- Katna, R., Suhaib, M., & Agrawal, N. (2020). Nonedible vegetable oil-based cutting fluids for machining processes—a review. *Materials and Manufacturing Processes*, 35(1), 1–32. <https://doi.org/10.1080/10426914.2019.1697446>
- Mohana Rao, G., Dilkush, S., Sudhakar, I., & Anil Babu, P. (2019). Effect of Cutting Parameters with Dry and MQL Nano Fluids in Turning of EN-36 Steel. *Materials Today: Proceedings*, 41, 1182–1187. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.344>
- Rahdiyanta, D. (2010). *Proses Frais (Milling)*. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Malang: Malang. 3(2), 1–26.
- Sajid, M. U., & Bicer, Y. (2022). Impacts Of Ultrasonication Time And Surfactants On Stability And Optical Properties Of CuO, Fe₃O₄, and CNTs/Water

- Nanofluids For Spectrum Selective Applications. *Ultrasonics Sonochemistry*, 88(November 2021), 106079. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106079>
- Santi R, S. W., Mahreni, M., & Reningtyas, R. (2016). Biopelumas Dari Minyak Nabati (Review). *Eksergi*, 13(2), 14. <https://doi.org/10.31315/e.v13i2.1698>
- Saputro, H. (2010). Model Matematik Untuk Memprediksi Kekasaran Permukaan Hasil Proses CNC Bubut Tanpa Pendinginan. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 10(1), 18–31.
- Sri Widiyawati, E. . (2020). Pengaruh Penggunaan Cairan Pendingin (Coolant) Terhadap Keausan Pahat Bubut HSS. December, 467–475.
- Sumbodo, W. dkk. (2018). Teknik Produksi Mesin Industri jilid 2. *In Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Vol. 13, Nomor April).
- Thomas, J., Kunte, K., & Arote, V. (2019). Review on Machining Techniques : Dry Machining and Cryogenic Machining. *International journal of Advance Research in Science and Engineering*, 5(2), 188–194.
- Zurita, O., Di-Graci, V., & Capace, M. (2018). Effect Of Cutting Parameters On Surface Roughness In Turning Of Annealed AISI-1020 steel. *Revista Facultad de Ingeniería*, 27(47),111–118.