

**ANALISIS PENGARUH VARIASI DESAIN DAN JENIS
MATERIAL MATA BOR PADA MESIN CNC
ROUTER CUTTING 3 AXIS TERHADAP HASIL
KEHALUSAN PEMOTONGAN MATERIAL**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Penulisa Skripsi Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Pada Program Studi Teknik Mesin UNP Kediri



Oleh:

Phino Salvino

NPM: 2213010121

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

2026

Skripsi oleh:
PHINO SALVINO
NPM: 2213010121

Judul:

**ANALISIS PENGARUH VARIASI DESAIN DAN JENIS
MATERIAL MATA BOR PADA MESIN CNC
ROUTER CUTTING 3 AXIS TERHADAP HASIL
KEHALUSAN PEMOTONGAN MATERIAL**

Telah Disetujui untuk Diajukan Kepada Panitia Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal : 29 Juni 2026

Pembimbing I



Hesti Istiqlalayah, S.T, M.Eng.
NIDN.0709088301

Pembimbing II



Haris Mahmudi, S.Pd, M.Pd
NIDN.0723118801

Skripsi oleh:

PHINO SALVINO

NPM: 2213010121

Judul :

**ANALISIS PENGARUH VARIASI DESAIN DAN JENIS
MATERIAL MATA BOR PADA MESIN CNC
ROUTER CUTTING 3 AXIS TERHADAP HASIL
KEHALUSAN PEMOTONGAN MATERIAL**

Telah Dipertahankan di Depan Panitia Sidang Skripsi

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Nusantara PGRI Kediri

Pada Tanggal: 15 Juli 2026

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji:

- | | |
|---------------|-------------------------------------|
| 1. Ketua | : Hesti Istiqlaliyah, S.T, M.Eng. |
| 2. Penguji I | : Mohammad Muslimin Ilham, S.T, M.T |
| 3. Penguji II | : Haris Mahmudi, S.Pd, M.Pd |



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Dr. Sulistiono, M.Si
NIDN. 0007076801

PERNYATAAN

Yang bertanggung jawab di bawah ini saya,

Nama : Phino Salvino
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat/Tgl. Lahir : Kebumen / 14 September 2003
NPM : 2213010121
Fak/Prodi : Teknik / Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 29 Juli 2026

Yang Menyatakan



Phino Salvino

NPM: 2213010121

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(QS. Ar-Ra’d: 11)

“Keberhasilan bukan hanya ditentukan oleh kecerdasan, tetapi juga oleh ketekunan, kedisiplinan, doa, dan keberanian untuk terus belajar dari setiap proses.”

Kupersembahkan karya ini kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, kesehatan, kekuatan, dan kemudahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, pengorbanan, serta motivasi tanpa henti dalam setiap langkah kehidupan penulis.
3. Dosen pembimbing dan seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri yang telah memberikan ilmu, arahan, dan bimbingan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
4. Keluarga, sahabat, dan teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan dukungan selama proses penyusunan skripsi.
5. Almamater Universitas Nusantara PGRI Kediri yang telah menjadi tempat menimba ilmu, pengalaman, dan membentuk karakter penulis.

ABSTRAK

Phino Salvino. Analisa Pengaruh Variasi Desain Dan Jenis Material Mata Bor Pada Mesin Cnc Routter Cutting 3 Axis Terhadap Hasil Kehalusan Pemotongan Material, Skripsi, Teknik Mesin, FTIK UN PGRI Kediri, 2026.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi desain dan jenis material mata bor terhadap kualitas hasil pemotongan pada mesin CNC Router Cutting 3 Axis serta menentukan desain mata bor yang menghasilkan kualitas pemotongan terbaik pada material MDF, akrilik, dan keramik. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masih ditemukannya hasil pemotongan yang kurang optimal akibat perbedaan desain dan material mata bor yang digunakan sehingga memengaruhi kualitas permukaan hasil potong. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen. Variasi mata bor yang digunakan terdiri atas MB-01 (HSS 2 Flute Helix Standar), MB-02 (HSS 3 Flute Helix Sedang), MB-03 (Cemented Carbide 2 Flute Helix Standar), dan MB-04 (Cemented Carbide 3 Flute Helix Sedang). Pengujian dilakukan pada material MDF, akrilik, dan keramik dengan parameter pemotongan yang dibuat tetap. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan analisis deskriptif berdasarkan nilai rata-rata (mean) untuk membandingkan kualitas hasil pemotongan setiap variasi mata bor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi desain dan jenis material mata bor berpengaruh terhadap kualitas hasil pemotongan. Berdasarkan nilai rata-rata kekasaran permukaan (R_a), mata bor MB-01 menghasilkan kualitas permukaan terbaik pada ketiga material uji karena memiliki nilai kekasaran paling rendah dibandingkan variasi mata bor lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa desain geometri dan material mata bor yang tepat mampu meningkatkan kualitas hasil pemotongan pada mesin CNC Router Cutting 3 Axis.

Kata kunci: CNC Router Cutting 3 Axis, desain mata bor, material mata bor, kekerasan permukaan, MDF, akrilik, keramik.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kami panjatkan kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Kuasa, karena hanya atas perkenan-Nya penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “ANALISIS PENGARUH VARIASI DESAIN DAN JENIS MATERIAL MATA BOR PADA MESIN CNC ROUTER CUTTING 3 AXIS TERHADAP HASIL KEHALUSAN PEMOTONGAN MATERIAL” ini ditulis guna memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin dan Ilmu Komputer.

Pada kesempatan ini diucapkan terimakasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd, selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri;
2. Dr. Sulistiono M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri;
3. Hesti Istiqlalayah, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri;
4. Hesti Istiqlalayah, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan serta bimbingan agar terselesaikannya proposal ini;
5. Haris Mahmudi, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing II Akademik yang selalu memberikan motivasi dan dorongan agar terselesaikannya proposal ini.
6. Kedua Orang Tua dan Keluarga Besar yang selalu memberikan semangat, dukungan, motivasi dan doa demi terselesaikannya Proposal skripsi ini.
7. Teman – teman mahasiswa Teknik mesin dan mahasiswa Teknik yang telah mendukung

Disadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan tegur sapa, kritik, dan saran-saran, dari berbagai pihak. Semoga karya tulis ini bermanfaat bagi pembaca.

Kediri, 29 Juli 2026



PHINO SALVINO

NPM: 2213010121

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah	3
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
A. Teori.....	5
B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu	14
C. Kerangka Berpikir	17
D. Hipotesis Penelitian	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
A. Desain Penelitian	20
B. Instrumen Penelitian	27
C. Tempat dan Jadwal Penelitian	33
D. Populasi dan Sampel.....	35
E. Prosedur Penelitian	35
F. Teknik Analisis Data.....	36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	38
A. Hasil Penelitian.....	38

B. Pembahasan	49
BAB V PENUTUP.....	53
A. Simpulan.....	53
B. Implikasi	54
C. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Rancang Faktorial 3x3 Penelitian	22
Tabel 3. 2 Lembar Pengujian Kekerasan Permukaan (Ra)	23
Tabel 3. 3 Lembar Rekap Hasil Pengujian	24
Tabel 3. 4 Variasi Mata Bor Yang Digunakan.....	28
Tabel 3. 5 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	33
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Material MDF	40
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Material Akrilik	42
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Material Keramik	44
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pada Setiap Desain Mata Bor	46
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pada Setiap Jenis Material.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Mesin CNC.....	5
Gambar 2. 2 Mesin CNC Router 3 Axis	6
Gambar 2. 3 CNC 4 Axis.....	7
Gambar 2. 4 CNC 5 Axis.....	8
Gambar 2. 5 Geometri Mata Bor dan Mekanisme Pemotongan.....	10
Gambar 2. 6 Material Mata Bor dan Ketahanan Alat.....	11
Gambar 2. 7 Menunjukkan Aplikasi CNC Router Dalam Pemotongan Material non-logam Dengan Pola Tertentu.....	14
Gambar 2. 8 Menampilkan Proses Inspeksi dan Pengujian Mata Bor Pada Mesin Perkakas.....	15
Gambar 2. 9 Variasi Geometri Mata Bor.....	16
Gambar 2. 10 Proses Pemesinan Menggunakan Mesin CNC Router Yang Mengkaji Performa Mesin Terhadap Kualitas Hasil Pemotongan.....	16
Gambar 2. 11 Diagram Alur Kerangka Berfikir Penelitian.....	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	25
Gambar 3. 2 Mesin CNC Router Cutting 3 Axis	27
Gambar 3. 3 Mata Bor MB-01	29
Gambar 3. 4 Mata Bor MB-02	29
Gambar 3. 5 Mata Bor MB-03	29
Gambar 3. 6 Surface Roughness Tester	30
Gambar 3. 7 Jangka Sorong Digital	31
Gambar 3. 8 Material MDF.....	31
Gambar 3. 9 Material Akrilik	32
Gambar 3. 10 Material Keramik	32
Gambar 4. 1 Pengukiran Menggunakan Mesin CNC Router Cutting 3 Axis	38
Gambar 4. 2 Pengukuran Kekerasan Permukaan Menggunakan Surface Roughness Tester	39
Gambar 4. 3 Titik Uji Setiap Sampel	39
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Material MDF	41
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Pengujian Material Akrilik	43

Gambar 4. 6 Grafik Hasil Pengujian Material Keramik	45
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Nilai Rata-rata Kehalusan Permukaan Seluruh Desain Mata Bor	47
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Nilai Rata-rata Kehalusan Permukaan Seluruh Material	49

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi di era industri 4.0 saat ini menuntut setiap sektor manufaktur untuk meningkatkan efisiensi, presisi, dan produktivitas kerja. Dimana mesin menjadi salah satu faktor yang dapat membantu dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Salah satu inovasi penting dalam bidang teknik mesin adalah penggunaan mesin CNC (Computer Numerical Control). Menurut (Febryanto & Kartikasari, 2022), teknologi CNC merupakan sistem pemesinan modern yang dikendalikan oleh komputer, memungkinkan operator memproduksi komponen dengan akurasi tinggi serta waktu produksi yang singkat.

Mesin CNC *Router 3 Axis* merupakan salah satu jenis mesin CNC yang bekerja pada tiga sumbu gerak utama, yaitu X, Y, dan Z. Mesin ini digunakan secara luas dalam industri kayu, akrilik, aluminium ringan, serta sektor kreatif seperti pembuatan furnitur dan ukiran. Berdasarkan penelitian (Jufrizal, 2020), CNC Router memiliki keunggulan dalam fleksibilitas bentuk potongan dan ketepatan dimensi hasil kerja, namun performa mesin sangat bergantung pada desain serta kualitas mata pisau (*cutting tool*) yang digunakan.

Dalam praktiknya, banyak operator dan pengguna mesin CNC menghadapi kendala berupa hasil potongan yang tidak halus, terjadinya pembakaran pada material akrilik, atau ketidaksesuaian dimensi potong. Hal ini sebagian besar disebabkan oleh desain mata bor yang kurang sesuai dengan jenis material dan kondisi pemotongan. (Hasim & Suhadi, n.d.), menjelaskan bahwa bentuk geometri mata bor seperti sudut potong, bentuk ujung, dan material mata bor sangat berpengaruh terhadap hasil akhir proses pemesinan.

Selain itu, (Ibrahim et al., 2017), menambahkan bahwa pemilihan sudut potong dan bahan dasar mata bor menentukan tingkat ketajaman serta ketahanan terhadap keausan. Mata bor yang memiliki desain kurang optimal akan cepat tumpul dan menyebabkan mesin bekerja dengan beban lebih berat, yang pada akhirnya menurunkan efisiensi dan meningkatkan konsumsi energi.

Maka dari itu, pengembangan desain mata bor pada mesin CNC *Router Cutting 3 Axis* menjadi langkah strategis dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi kerja mesin. Penelitian oleh (Suryono et al., 2021), menemukan bahwa modifikasi geometri mata bor mampu meningkatkan kehalusan permukaan hasil potong hingga 20% dibandingkan desain standar. Hal ini menunjukkan bahwa inovasi desain mata bor memiliki dampak nyata terhadap performa mesin dan hasil produksi.

Selain faktor desain, keawetan mata bor dan hasil potongan juga dipengaruhi oleh jenis material dari mata bor itu sendiri. Material mata bor menentukan karakteristik mekanik seperti kekerasan, ketangguhan, ketahanan aus, serta stabilitas termal selama proses pemotongan. Menurut (Suryono et al., 2021), dalam *Fundamentals of Modern Manufacturing* (Ebrahimi & Moshksar, 2008), material alat potong yang memiliki kekerasan tinggi dan ketahanan panas yang baik mampu mempertahankan ketajaman pahat pada kecepatan potong tinggi, sehingga menghasilkan kualitas permukaan yang lebih baik dan konsisten. Penelitian yang dilakukan oleh (Seleznev et al., 2021) dari *University of Birmingham* menunjukkan bahwa mata bor berbahan cemented carbide memiliki ketahanan aus yang lebih unggul dibandingkan high speed (HSS), terutama pada permesinan material abrasi seperti MDF dan komposit kayu. Sementara itu, (Wibowo & Ibrahim, 2014), dalam jurnal *Journal of Materials Processing Technology* menjelaskan bahwa pada pemotongan material termoplastik seperti akrilik, material mata bor harus memiliki koefisien gesek rendah konduktivitas panas yang baik untuk mencegah pelelehan dan pembakaran material. Oleh karena itu, pemilihan jenis material mata bor yang tepat menjadi faktor krusial dalam meningkatkan umur pahat, menstabilkan proses pemotongan, serta menghasilkan kualitas permukaan dan ketepatan dimensi yang optimal pada mesin CNC *Router Cutting 3 Axis*.

Secara ilmiah, penelitian ini penting karena menggabungkan prinsip rancang bangun mekanik dengan analisis performa pemotongan. Melalui pengembangan desain yang berbasis analisis teknik, diharapkan dapat dihasilkan desain dan material mata bor yang ideal untuk material baik logam maupun non logam. Sebagaimana dijelaskan oleh (Faza & Yuhas, 2022),

bahwa integrasi antara desain geometri dan pemilihan material merupakan kunci utama dalam peningkatan efisiensi proses pemotongan pada mesin CNC modern.

Dengan demikian, penelitian tentang pengembangan desain mata bor CNC *Router Cutting 3 Axis* ini tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan kualitas hasil kerja, tetapi juga menjadi inovasi teknologi terapan yang bermanfaat bagi industri manufaktur maupun pendidikan teknik mesin. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan mata bor lokal yang berkualitas tinggi, serta menumbuhkan kemandirian teknologi di bidang permesinan di Indonesia (Bahri et al., 2023).

B. Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas serta agar penelitian dapat dilaksanakan secara terarah dan sistematis, maka diperlukan batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan desain dan jenis material mata bor yang digunakan pada mesin CNC *Router Cutting 3 Axis*.
2. Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin CNC Router dengan sistem tiga sumbu gerak (X, Y, dan Z) tanpa melibatkan sistem sumbu tambahan.
3. Material benda kerja yang digunakan dalam pengujian dibatasi pada material logam dan non logam, karena material tersebut umum digunakan pada mesin CNC Router.
4. Parameter pemotongan seperti kecepatan putaran spindel, feed rate, dan kedalaman potong ditetapkan berdasarkan spesifikasi mesin dan digunakan secara konstan selama pengujian.
5. Pengujian difokuskan pada hasil pemotongan, yang meliputi kehalusan permukaan dan ketepatan dimensi hasil potong.
6. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam mengenai analisis umur pahat, perhitungan gaya potong, sistem control CNC, maupun aspek ekonomi produksi.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Bagaimana analisis pengaruh variasi desain dan jenis material pada mesin CNC Router *Cutting 3 Axis* terhadap kerataan permukaan hasil pemotongan?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: untuk mengetahui hasil analisis pengaruh variasi desain dan jenis material pada mesin CNC Router *Cutting 3 Axis* terhadap kerataan permukaan hasil pemotongan.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik mesin, khususnya mengenai desain mata bor dan proses pemotongan menggunakan mesin CNC Router. Selain itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya. Bagi lingkungan akademis, penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran dan referensi bagi mahasiswa, khususnya dalam mata kuliah yang berkaitan dengan proses manufaktur, CNC, dan perancangan alat potong.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat:

- a. Memberikan informasi mengenai desain mata bor yang sesuai untuk penggunaan pada mesin CNC Router.
- b. Membantu meningkatkan kualitas hasil pemotongan pada material MDF dan akrilik.
- c. Menjadi bahan pertimbangan bagi pengguna mesin CNC Router dalam memilih atau mengembangkan mata bor yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amala, M., Widyanto, S. A., Jurusan, M., Mesin, T., Teknik, F., Diponegoro, U., Jurusan, D., Mesin, T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2014). *PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK SISTEM OPERASI MESIN MILLING CNC*. 2(3), 204–210.
- Angle, D., Mata, D., Process, D., Strut, M., & Guruh, M. (2013). *MENENTUKAN SUDUT PUNCAK MATA BOR PADA PROSES Determining Angle Drill Mata Peak In the Drilling Process Models Strut*.
- Bahri, A., Lilih, H., & Widhy, K. (2023). *MODIFIKASI STRUKTUR RANGKA DAN BAHAN COMPUTER NUMERICALLY CONTROLLED (CNC) ROUTER MINI 3 AXIS*. 04(02), 79–86.
- Basuki, B., Hendaryanto, I. A., Prayoga, B. T., Mesin, T. R., Mesin, D. T., Vokasi, S., & Mada, U. G. (2023). *Hubungan Antara Produktifitas Pemesinan dan Kualitas Permukaan Bahan UHMWPE Hasil Bubut Silindris dengan Mesin CNC*. 7(1), 15–20.
- Choirony, I. V., Hariyanto, M. S., Ulum, M., Ubaidillah, A., Elektro, T., Teknik, F., Madura, U. T., Telang, J. R., Bangkalan, K., & Timur, J. (2021). *Rancang Bangun Acrylic Engraver and Cutting Machine Menggunakan CNC Milling 3 Axis Berbasis Mikrokontroler*. 13–21.
- Ebrahimi, A., & Moshksar, M. M. (2008). *Evaluation of machinability in turning of microalloyed and quenched-tempered steels : Tool wear , statistical analysis , chip morphology*. 9, 910–921. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2008.02.067>
- Elektro, T., Sipil, T., Susanto, D., & Atmadja, I. H. (2024). *Analisis Kinerja Mesin CNC Milling Three Axis pada Pembuatan Pipa Jet oil*. 8(01), 22–30.
- Faza, M., & Yuhas, D. (2022). *Redesign Mesin CNC Router Dengan Metode Design For Assembly (DFA)*. 446–452.
- Febryanto, I. D., & Kartikasari, S. D. (2022). *PERANCANGAN MESIN CNC ROUTER 3 AXIS BERBASIS METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)*. 17(1), 109–120.
- Gonçalves, M., Oliveira, M., Sandrine, T., Gonçalves, M., Oliveira, M., Sandrine,

- T., & On, A. A. (2025). *On the comparison of heterogeneous mechanical tests for sheet metal characterization To cite this version : HAL Id : hal-05337755*.
- Hasan, M. A. (2018). *Understanding Features and Requirements of Power Drives for Performance Improvement of the CNC Machines*. 5(1), 8–13.
- Hasim, W., & Suhadi, A. (n.d.). *Modifikasi Bentuk Mata Bor Untuk Efisiensi Proses Pembuatan Lubang Baut*. 11(1), 55–61.
- Ibrahim, G. A. (2014). *Identifikasi Nilai Kekasaran Permukaan pada Pemesinan Paduan Magnesium*. 5, 11–15.
- Ibrahim, G. A., Iskandar, J., Hamni, A., Maria, S., & Lestari, P. (2017). *Analisa Keausan Pahat pada Pemesinan Bor Magnesium AZ31 Menggunakan Metode Taguchi*. 8(September).
- Jufrizaldy, M. (2020). *RANCANG BANGUN MESIN CNC MILLING MENGGUNAKAN*. 4(1).
- Luo, L., & Stylios, G. K. (2024). *Algorithmic Information Theory for the Precise Engineering of Flexible Material Mechanics*. 215–232.
- Nugroho, A., Hutama, A. S., Budiyanoro, C., Studi, P., Rekayasa, T., Manufaktur, P., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., Yogyakarta, U. M., & Tamantirto, J. B. (2018). *Optimasi Keakuratan Dimensi dan Kekasaran Permukaan Potong Material Akrilik dengan Proses Laser Menggunakan Metode Taguchi dan PCR*. 2(2), 75–82.
- Nurlaila, Q., Mesin, D. T., Teknik, F., & Kepulauan, U. R. (2020). *Analisa umur alat potong mesin milling dengan material sus 420*. 8(2), 143–153.
- Nusantara, D. A., Pendidikan, J., Vol, B., & Arrahmaniyah, O. S. (2023). *Research And Development (R & D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan*. 1(1).
- Pamenang, F. R., Utama, F. Y., Nataria, A., & Ganda, F. (2024). *Analisis Biaya Pemesinan Dalam Proses Pengeboran Menggunakan Mata Bor HSS Dan Variasi Material Benda Kerja*. XX(Xx).
- Permana, D. (2022). *Penanaman Mata Pahat Carbide Pada Baja High Speed Steel Jurnal Teknik Mesin : Vol . 11 , No . 1 , Februari 2022 ISSN 2549-2888*. 11(1).
- Prianto, E., & Pramono, H. S. (n.d.). *PROSES PERMESINAN CNC DALAM PEMBELAJARAN SIMULASI*. 62–68.
- Program, D., & Teknik, S. (2015). *Pengaruh kecepatan dan sudut potong terhadap*

- kekasaran benda kerja pada mesin bubut 1). 3(1), 53–67.*
- Seleznev, A., Washington, N., & Pinargote, S. (2021). *Ceramic Cutting Materials and Tools Suitable for Machining*. 1–18.
- Suryono, E., Widodo, T., Riyadi, B., Tinggi, S., Warga, T., Tinggi, S., Warga, T., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (2021). *Creative Research in Engineering*. 1(2), 54–59.
- Sutarto, E. (2021). *Pengaruh Kekerasan Benda Kerja Terhadap Getaran Bentuk Geram dan Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut*. 15(2), 35–39.
- Suwandi, D. (2015). *Optimasi Cutting Tool Carbide pada Turning Machine dengan Geometry Single - Point Tool pada High Speed*. 41, 104–109.
- Teknik, J., Universitas, M., & Ratulangi, S. (n.d.). *PENGARUH KECEPATAN POTONG TERHADAP UMUR PAHAT BOR PADA BENCH DRILL IXION BT 25 MENGGUNAKAN CAIRAN PENDINGIN*. 11, 114–127.
- Wibowo, D., & Ibrahim, G. A. (2014). *Pengeboran Baja ASTM A1011 Menggunakan Pahat High Speed Steel dalam Kondisi Dilumasi Cairan Minyak*. 5(September), 29–35.