

Pengaruh Variasi Kedalaman dan Kecepatan Pemakanan *End Mill* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Material Tembaga

Aep Surahto¹, Fatimah Dian Ekawati², Ellysa Kusuma Laksanawati³

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam 45
Jl. Cut Mutia No.83, RT.004/RW.009, Margahayu, Kec. Bekasi Tim., Kota Bks, Jawa Barat 17113
E-mail: ¹ rahtoderocha79@gmail.com

³ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I No.33, RT.007/RW.003, Babakan, Cikokol, Kec. Tangerang, Kota Tangerang,
Banten 15118
e-mail: ³ ellysaki@gmail.com

Submitted Date: December 10, 2022

Reviewed Date: December 17, 2022

Revised Date: December 24, 2022

Accepted Date: December 31, 2022

Abstract

Determining milling parameters using feed rate variation and proper depth of feeding is highly important in order to obtain the desired surface roughness. The purpose of this study was to determine the cutting speed and depth of cut that lead to the lowest and highest roughness quality in the milling process. The feed rate variation parameters used are 24 mm/min, 42 mm/min and 74 mm/min with depth of cut of 0.1 mm, 0.3 mm and 0.5 mm. SJ-210 Mitutoyo SJ-210 surface roughness tester profilometer results were found, surface roughness value from 0.1mm depth of cut was 1.222 μ m, average magnification value was 1.133 μ m, depth of cut result was 0.3mm. The roughness value was 1.863 μ m with an average size of 1.598 μ m, a depth of cut of 0.5 mm resulted in a roughness value of 3.915 μ m with an average size of 3.566 μ m. This results in a better milling process and more efficient handling and results, with the highest surface roughness value for N7 with an average surface roughness value of 1,540 μ m.

Keywords: feeding speed, surface roughness, infeed depth, copper, conventional milling machine.

Abstrak

Pengerjaan pemesinan sangat memiliki peranan penting dalam dunia industri manufaktur suatu hasil kualitas dari material tersebut, terutama pada tingkat kekasaran produk material tembaga yang sekarang umumnya banyak digunakan dalam berbagai macam kebutuhan dibidang industri dan alat instrumen mesin. Penentuan parameter milling menggunakan variasi kecepatan feeding dan kedalaman pemakanan yang sesuai sangatlah penting untuk memperoleh kekasaran permukaan yang diinginkan. Tujuan dari sebuah penelitian ini adalah untuk mengetahui kecepatan feeding dan kedalaman pemakanan yang menghasilkan kualitas kekasaran yang paling terendah dan tertinggi pada hasil proses milling. Parameter variasi kecepatan feeding yang digunakan adalah 24 mm/min, 42 mm/min, 74 mm/min dan sedangkan untuk kedalaman pemakanan 0,1 mm, 0,3 mm, 0,5 mm. Didapati hasil dari pengukuran alat kekasaran permukaan surface roughness tester SJ-210 mitutoyo, pada nilai kekasaran permukaannya dari kedalaman pemakanan 0,1 mm hasil nilai kekesarannya adalah 1,222 μ m dan nilai rata-rata kekesarannya yaitu 1,133 μ m, hasil dari kedalaman pemakanan 0,3 mm hasil nilai kekesarannya adalah 1,863 μ m dan nilai rata-rata kekesarannya yaitu 1,598 μ m, dan hasil dari kedalaman pemakanan 0,5 mm hasil nilai kekesarannya adalah 3,915 μ m dan nilai rata-rata kekesarannya yaitu 3,566 μ m. Maka dengan ini mengakibatkan terjadinya proses milling yang lebih baik dan efisiensi dari segi pengerjaan maupun hasil, menghasilkan nilai kekasaran permukaan terbaik pada N7 dengan nilai kekasaran rata-rata permukaan sebesar 1,540 μ m.

Kata kunci: kekasaran, kecepatan dan kedalaman pemakanan, mesin milling konvensional.

I. Pendahuluan

Tembaga memiliki konduktivitas termal dan konduktivitas listrik yang baik, relatif lunak dan ulet, memancarkan kilau yang indah saat digosok dan terkorosi secara perlahan. Material digunakan secara luas

antara lain dalam komponen listrik, produk listrik, peralatan rumah tangga, badan mobil, badan pesawat dan bantalan. Jenis tembaga dengan laju korosi yang rendah umumnya digunakan untuk melapisi logam lain dengan laju korosi tinggi, seperti baja.

Hal ini dapat mengendalikan atmosfer korosif baja dan meningkatkan sifat konduktivitas listrik dan termal baja.

Pada saat ini proses pemesinan memegang peranan penting dalam dunia manufaktur karena dapat digunakan untuk membuat komponen mesin berbasis logam. Mesin milling adalah mesin yang digunakan untuk memproduksi part ini. Mesin ini menggunakan pemotong frais (cutter) untuk memproses atau menyelesaikan suatu benda kerja. Mesin frais adalah sejenis mesin yang mengubah energi listrik, yang diubah menjadi gerak utama dengan menggunakan motor listrik, kemudian gerak utama tersebut diteruskan melalui alat transmisi sehingga menghasilkan tenaga putar gerakan pada spindel, feeding, kedalaman mesin milling.

Hari Yanuar dalam penelitian mengenai pengaruh kecepatan potong dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan material menyatakan bahwa terdapat pengaruh antara kecepatan potong dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan material, dengan variasi kecepatan potong 28,13 m/min, 41,1 m/min, dan 53,41 m/min, dan tebal pemakanan 0,1 mm, 0,3 mm, dan 0,5 mm diperoleh nilai kekasaran yang paling rendah didapat pada penelitian ini adalah 0.67 μm dan yang tertinggi 4.83 μm . (Hari Yanuar, 2014)

Secara khusus, untuk kekasaran permukaan stainless steel, pada penelitian ini parameter pemotongan yang digunakan adalah kecepatan spindel dengan variasi 600 rpm; 860 rpm; 960 rpm dan kedalaman pemakanan dengan variasi 0,1 mm; 0,3 mm; 0,5 mm. Hasil analisa data menggunakan metode Taguchi dapat diketahui nilai kekasaran permukaan paling besar terdapat pada parameter pemotongan kecepatan spindel 600 rpm dan kedalaman pemakanan 0,5 yaitu 2,259 μm , sedangkan nilai kekasaran permukaan paling kecil terdapat pada parameter pemotongan kecepatan spindel 960 rpm dan kedalaman pemakanan 0,1 mm yaitu 1,137 μm , sehingga kombinasi yang optimal dari parameter pemotongan

adalah kecepatan spindel sebesar 960 rpm dan kedalaman pemakanan sebesar 0,1 mm. (Agus Hari Cahyono, 2017)

Melalui beberapa penelitian sebelumnya mengenai pengaruh kecepatan potong dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan material, khususnya material jenis Tembaga, umumnya masih menggunakan mesin milling konvensional dimana parameter yang digunakan sudah pasti akan memiliki perbedaan. Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan, maka akan dipilih parameter kecepatan pemakanan 24 mm/min, 42 mm/min, dan 74 mm/min, sedangkan untuk kedalaman pemakanan adalah 0,1 mm, 0,3 mm, dan 0,5 mm.

Pemilihan parameter tersebut bertujuan untuk mendapatkan nilai hasil pengaruh variasi tersebut terhadap nilai kekasaran permukaan tembaga setelah dilakukan proses milling pada mesin milling konvensional, dan dapat diketahui jenis variasi kecepatan feeding dan kedalaman potong terhadap kualitas kekasaran permukaan tembaga.

II. Metode Penelitian

Proses pengerjaan milling spesimen material tembaga dilakukan pada tanggal 15 April 2021 dan untuk penghitungan kekasaran permukaan menggunakan alat surface roughness tester dilakukan pada tanggal 19 April 2021, semua kegiatan tersebut dilaksanakan di Workshop Teknik Mesin Universitas Islam "45" Bekasi, dengan bahan dan alat berikut:

Spesimen bahan material yang digunakan untuk penelitian ini adalah tembaga yang berukuran lebar 60 mm, panjang 288 mm, tebal 8 mm.

Alat yang digunakan adalah:

1. Mesin milling konvensional tipe X6328B.
2. Pahat.
3. *Surface roughness*.
4. Sarung tangan.
5. *Varnier caliper*.
6. Tacho meter.
7. Kunci ragum.

8. Air duster gun.

Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data menggunakan mesin milling universal dan roughness test yaitu :

1. Membuat ukuran spesimen tembaga menggunakan mesin milling konvensional.
2. Melakukan proses pemotongan milling untuk menentukan ukuran pemakanan pada spesimen dengan kecepatan feeding 24 mm/min, 42 mm/min, 74 mm/min dan kedalaman pemakanan 0.1 mm, 0.3 mm, 0.5 mm, dan kecepatan putaran tetap spindle 1842 Rpm.
3. Melakukan pengujian untuk pengambilan data dengan menggunakan roughness test pada spesimen dengan kecepatan feeding 24 mm/min, 42 mm/min, 74 mm/min dan kedalaman pemakanan 0.1 mm, 0.3 mm, 0.5 mm, dan kecepatan putaran tetap spindle 1842 Rpm. Dari hal tersebut maka akan memperoleh hasil pengerjaan mana yang sangat halus dan kekasaran untuk mengetahui nilai kekasaran dari permukaan material tembaga setelah dilakukan proses milling.
4. Data yang diperoleh dari data primer dan data sekunder, kemudian data perhitungan disajikan dalam bentuk tabulasi dan grafik.

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang melibatkan dua faktor. Faktor yang pertama adalah variasi feeding yaitu 24 mm/min, 42 mm/min, 74 mm/min, sedangkan faktor yang kedua adalah variasi kedalaman pemakanan yaitu 0,1 mm, 0,3 mm dan 0,5 mm.

Variabel terikat dari penelitian ini adalah kekasaran permukaan tembaga hasil proses dari mesin milling universal pada material tembaga dalam hal ini terhitung dengan nilai Ra (μm). Selain faktor dari variasi kecepatan feeding (*feed rate*) dan kedalaman pemakanan (*depth of feeding*),

beberapa faktor lain yang dilibatkan tanpa perubahan nilai adalah kecepatan putar spindle (*spindle speed*) dengan melakukan setting angka kecepatan putar yaitu 1842 rpm, serta pahat milling jenis *endmill 4 flute* dengan ukuran pahat berdiameter 10 mm merk pahat tersebut yaitu Nachi nomor kode 4SE LIST6210 10x30x80x12 pahat dan insert jenis ini memang dipakai untuk pengerjaan *facemilling* pada mesin tersebut dan juga mata *insert* yang digunakan juga disesuaikan dengan data *cutting tool insert* tersebut.

Kedalaman pemakanan (a) menggunakan kedalaman pemakanan 0,1 mm, 0,3 mm, 0,5 mm ditentukan berdasarkan material yang dikerjakan dan jenis material pahat yang digunakan, diameter pahat yang digunakan adalah 10 mm dengan 4 mata insert. Kedalaman pemakanan ini serta diperoleh berdasarkan jurnal yang sudah ada.

Kecepatan *feeding* (VI) yang digunakan adalah 24 mm/min, 42 mm/min, 74 mm/min. Gambar 1. Spesimen kedalaman pemakanan 0.1 mm min. Pengambilan kecepatan feeding ini berdasarkan jurnal dan spesifikasi mesin universal.

Dari uji kekasaran permukaan didapatkan data berupa angka (nilai). Data pengujian diperoleh menggunakan alat ukur *Surface Roughness Meter Mitutoyo SJ-210*. Pengukuran dilakukan setelah benda kerja melewati proses pemesinan yang direncanakan yaitu variasi laju pemakanan 24 mm/menit, 42 mm/menit dan 74 mm/menit, variasi kedalaman 0,1 mm, 0,3 mm, 0,5 mm dan kecepatan spindle 1842 rpm dengan menggunakan cairan pendingin. Tahapan dalam mengukur permukaan yang akan dipotong, ambil satu titik, yaitu di tengah benda kerja. Pengukuran pada titik tersebut kemudian diambil untuk menghitung rata-rata kekasaran dan kualitas permukaan.

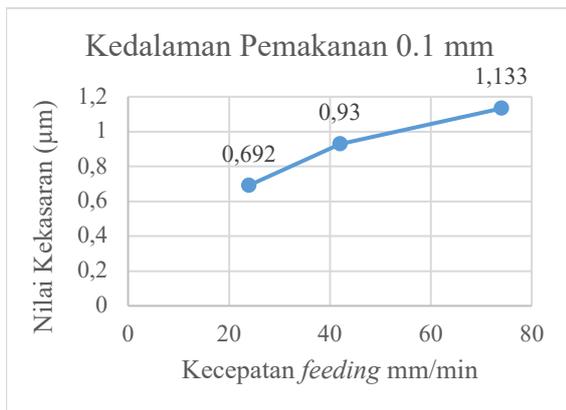
Spesimen yang sudah di uji dengan *Surface Roughness Meter* dengan kedalaman 0,1 mm pada kecepatan feeding 24 mm/min, 42 mm/min dan 74 mm/min..



Gambar 1. Spesimen kedalaman pemakanan 0.1 mm

Tabel 1. Hasil kedalaman pemakanan 0.1mm

Kedalaman pemakanan 0.1 mm					
No.	Kecepatan Feeding (mm/min)	Titik 1 (μm)	Titik 2 (μm)	Titik 3 (μm)	Rata-rata (Ra) (μm)
1	24	0,592	0,685	0,798	0,692
2	42	0,826	0,963	1,002	0,930
3	74	1,012	1,165	1,222	1,133



Gambar 2. Grafik kedalaman pemakanan 0,1 mm

Berdasarkan gambar 2 diatas dapat disimpulkan apabila semakin besar kecepatan feeding, semakin tinggi nilai kekasarannya pada kedalaman 0,1 mm. Nilai kekasaran yang tertinggi pada pengujian awal dengan kedalaman 0.1 mm yaitu nilai kekasarannya yaitu 1,222 μm pada kecepatan feeding 74 mm/min.

Dari grafik pada gambar 2 juga menjelaskan bahwa hasil nilai rata-rata perbandingan dari kedalaman pemakanan 0,1 mm, nilai rata-ratanya yang tertinggi dihasilkan dari kecepatan feeding 74 mm/min dengan nilai rata-rata kekasaran adalah 1,133 μm.

Berdasarkan gambar 2 diatas dapat disimpulkan apabila semakin besar kecepatan feeding, semakin tinggi nilai

kekasarannya pada kedalaman 0,1 mm. Nilai kekasaran yang tertinggi pada pengujian awal dengan kedalaman 0.1 mm yaitu nilai kekasarannya yaitu 1,222 μm pada kecepatan feeding 74 mm/min.

Dari grafik pada gambar 2 juga menjelaskan bahwa hasil nilai rata-rata perbandingan dari kedalaman pemakanan 0,1 mm, nilai rata-ratanya yang tertinggi dihasilkan dari kecepatan feeding 74 mm/min dengan nilai rata-rata kekasaran adalah 1,133 μm.

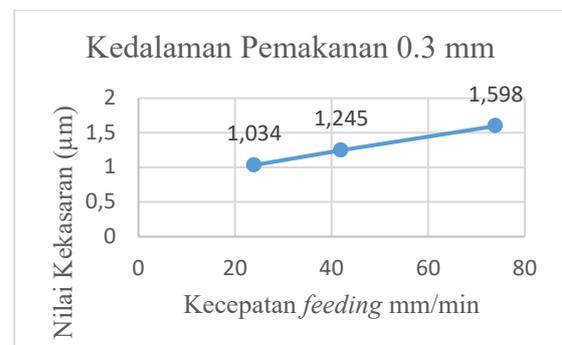
Spesimen kedalaman pemakanan 0,3 mm di uji dengan Roughness Test dengan kedalaman 0,3 mm pada kecepatan feeding 24 mm/min, 42 mm/min dan 74 mm/min. Hasil yang diperoleh terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.



Gambar 3. Spesimen Kedalaman Pemakanan 0.3 mm.

Tabel 2. Hasil kedalaman pemakanan 0.3 mm

Kedalaman pemakanan 0.1 mm					
No.	Kecepatan Feeding (mm/min)	Titik 1 (μm)	Titik 2 (μm)	Titik 3 (μm)	Rata-rata (Ra) (μm)
1	24	1,002	1,029	1,070	1,034
2	42	1,129	1,300	1,308	1,245
3	74	1,384	1,547	1,863	1,598



Gambar 4. Grafik kedalaman pemakanan 0,3 mm.

Tabel 2 terlihat bahwa dengan kecepatan pemakanan 24 mm/min, 42 mm/min, dan 74 mm/min, nilai kekasaran

permukaan tertinggi untuk kedalaman pemakanan 0,5 mm nilai kekasaran permukaan yang diperoleh yaitu 3,915 μm dan nilai rata-rata kekasaran permukaannya yaitu 3,566 μm pada kecepatan pemakanan 74 mm/min.

Pada feeding 24, 42, 74 mm/min, nilai kekasaran permukaan yang tertinggi dengan kedalaman pemakanan 0,1 mm dan kecepatan feeding 74 mm/min diperoleh nilai kekasaran permukaannya yaitu 1,863 μm dan nilai rata-rata kekasaran permukaannya yaitu 1,598 μm .

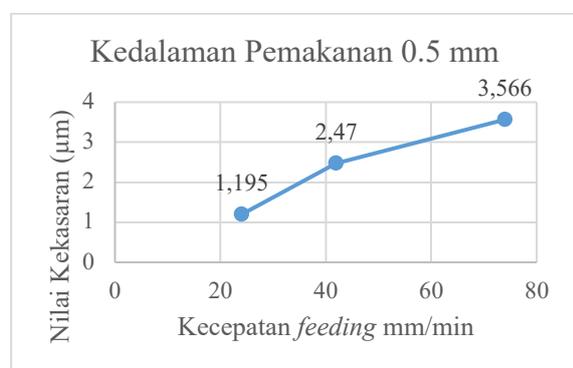
Adapun pengujian dengan kedalaman pemakanan 0,5 mm dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar 6 serta gambar 7.



Gambar 5. Spesimen Kedalaman Pemakanan 0.3 mm.

Tabel 3. Hasil kedalaman pemakanan 0.5 mm

No.	Kecepatan Feeding (mm/min)	Kedalaman pemakanan 0.1 mm			Rata-rata (Ra) (μm)
		Titik 1 (μm)	Titik 2 (μm)	Titik 3 (μm)	
1	24	1,002	1,029	1,070	1,034
2	42	1,129	1,300	1,308	1,245
3	74	1,384	1,547	1,863	1,598



Gambar 6. Grafik kedalaman pemakanan 0,5 mm.

Dari Hasil penelitian yang dilakukan, hasil dari nilai rata-rata ekekasaran permukaan dengan variasi kedalaman pemakanan 0,1 mm, 0,3 mm dan

0,5 mm. Nilai rata-ratanya yang tertinggi adalah kedalaman pemakanan permukaan 0,5 mm dengan nilai kekasaran rata-ratanya adalah 2,752 μm .

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian bahwa faktor kecepatan potong dan kedalaman pemakanan ikut menentukan tingkat kekasaran permukaan tembaga disamping faktor-faktor lainnya. Data hasil penelitian yang telah diskripsikan dalam bentuk grafik tersebut untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan material tembaga, terjadi kecenderungan penurunan nilai kekasaran, hal ini disebabkan oleh faktor kecepatan potong yang mempengaruhi nilai kekasaran permukaan, yaitu semakin besar nilai kecepatan potong maka kekasaran yang terjadi akan semakin kecil atau semakin halus.

Pada grafik hubungan antara kedalaman pemakanan terhadap kekasaran dengan variasi kecepatan pemakanan 24 mm/min, 42 mm/min, dan 74 mm/min pada spesimen tembaga menggunakan terjadi kecenderungan peningkatan nilai kekasaran, hal ini disebabkan faktor ketebalan pemakanan yang mempengaruhi nilai kekasaran permukaan, yaitu semakin besar nilai ketebalan pemakanan maka kekasaran akan semakin besar atau semakin kasar.

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian pengaruh variasi kecepatan feeding dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan benda kerja proses milling konvensional pada material tembaga dengan proses end mill.

Parameter permesinan milling seperti kecepatan spindle, kecepatan feeding, dan kedalaman pemakanan potong milling yang optimum terutama pada operasi finishing. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa tolak ukur parameter optimal suatu operasi pemesinan. Operasi pemesinan yang dipilih adalah proses milling dengan mesin milling konvensional.

Kecepatan feeding memiliki pengaruh terhadap tingkat kekasaran pada proses machining end mill benda kerja dengan material tembaga. Semakin besar kecepatan feeding yang digunakan maka semakin besar tingkat kekasaran yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena membuat kecepatan feeding dan kedalaman pemakanan potong semakin besar akan menghasilkan permukaan material benda kerja yang lebih kasar.

Hasil dari penelitian pengaruh variasi kecepatan feeding dan variasi kedalaman pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan tembaga pada hasil proses milling konvensional yang dilakukan dan mengacu pada rumusan masalah, maka dapat diambil kesimpulan semakin besar kecepatan feeding dan kedalaman pemakanan maka semakin tinggi mempengaruhi tingkat nilai kekasarannya. Pada nilai kekasaran permukaannya dari kedalaman pemakanan 0,1 mm hasil nilai kekasarannya adalah 1,222 μm dan nilai rata-rata kekesarannya yaitu 1,133 μm , hasil dari kedalaman pemakanan 0,3 mm hasil nilai kekasarannya adalah 1,863 μm dan nilai rata-rata kekesarannya yaitu 1,598 μm , dan hasil dari kedalaman pemakanan 0,5 mm hasil nilai kekasarannya adalah 3,915 μm dan nilai rata-rata kekasarannya yaitu 3,566 μm . Maka dengan ini mengakibatkan terjadinya proses milling yang lebih baik dan efisiensi dari segi pengerjaan maupun hasil, menghasilkan nilai kekasaran permukaan terbaik pada N7 dengan nilai kekasaran rata-rata permukaan sebesar 1,540 μm .

Daftar pustaka

- Assegaf,A.N., and Sakti,A.M. 2014. *Pengaruh Jenis Pahat Kedalaman Pemakanan Dan Jenis Cairan Pendingin Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Kerataan Permukaan Baja ST.41 Pada Proses Milling Konvensional. Jurnal JTM. 3 (1):40-48.*
- Prakoso,I. 2014. Analisis Pengaruh Kecepatan Feeding Terhadap Kekasaran Permukaan Draw Bar Mesin Milling Aciera Dengan Proses CNC Turning. *Jurnal JTM. 3 (3).*
- Atedi,B. and Agustono,D. 2005. *Standar Kekasaran Permukaan Bidang Pada Yoke Flange Menurut ISO R.1302 Dan DIN 4768 Dengan Memperhatikan Nilai Ketidakpastiannya. Jurnal Media Mesin. 6 (2):63-69.*
- Cahyono,A.H., Mufarida,N.A., Finali,A. 2017. *Pengaruh Variasi Kecepatan Spindle Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekerasan Permukaan Stainless Steel AISI 304 Pada Proses Frais Konvensional Dengan Metode Taguchi. Jurnal Proteksion. 1 (2):7-12.*
- Ma'ruf, M. 2020. *Pengaruh Kecepatan Putar Spindle Pada Material Tembaga Terhadap Kekasaran Permukaan Dengan Menggunakan Mesin Bubut Gerinda. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.*
- Margono,B., and Haikal. 2018. *Optimasi Parameter Pemesinan Milling Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan Pada Kuningan UNS C26800 Dengan Menggunakan Metode Taguchi. Jurnal Prosiding KITT (Konferensi Ilmiah Teknologi Texmaco). 1:66-71.*
- Ribowo,A,F., and Sunyoto. 2018. *Pengaruh Sudut Penyayatan Endmill Cutter Dan Arah Pemakanan Terhadap Keausan Endmill Cutter Pada Pengefraisan Baja ST 40. Jurnal Kompetensi Teknik. 10 (1).*
- Wibowo,A. 2010. *Pengaruh Variasi Kecepatan Putar Spindle Dan Bahan Pahat Terhadap Kehalusan Permukaan Baja EMS 45 Pada Mesin CNC TU-2A Dengan Program Absolut. Skripsi. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.*
- Widhiantoro,D. 2017. *Pengaruh Spindle Speed Dan Feed Rate Terhadap Kekasaran Permukaan AL 6061 Melalui Proses CNC Milling Sinumeric Type 802S. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.*

- Yanuar,H., Syarief,A., Kusairi,A. 2014. *Pengaruh Variasi Kecepatan Potong Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Dengan Berbagai Media Pendingin Pada Proses Frais Konvensional*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam. 3 (1):27-33.
- Yessika, F.A., 2019. *Pengaruh Variasi Baja Terhadap Keausan End Mill Cutter HSS Pada Proses Pemesinan CNC Milling*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Zubaidi,A., Syafaat,I,, Darmanto. 2012. *Analisis Pengaruh Kecepatan Putar Dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Material FCD 40 Pada Mesin Bubut CNC*. Jurnal Momentum. 8 (1):40-47.