

Pengaruh Kecepatan Potong Dan Kedalaman Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST60, Aluminium, Dan Polyethylene Pada Mesin CNC Turning FANUC Oi Mate TC VT15L Type PU 2A

Bambang Setyono¹, Gatot Setyono², Sigit Pratama³

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3}

e-mail : bambang@itats.ac.id

ABSTRACT

Surface roughness resulting from the machining process is important thing. The difference in material and the variation of cutting parameters in the turning process is predicted to affect the machining surface roughness. This study aims to determine whether there is an influence and how much influence the difference in material and variations in cutting parameters to the roughness of the turning process in a CNC machine. The research method was carried out by testing directly to the CNC Turning FANUC Oi Mate TC VT15L type PU 2A material ST60 steel, aluminum 6061, and polyethylene. Cutting variations in the form of variations in cutting speed and cutting depth. Data analysis uses surface response graphs, analysis of variance and regression. Surface roughness uses the measurement method Ra (roughness arithmetic). The results of the analysis of variance indicate that changes in material have an influence on the results of surface roughness, but the effect is less significant. The higher the cutting speed, the Ra or the finer the surface roughness and vice versa, the greater the depth of cut, the smoother the surface roughness.

Keywords: cutting speed, cutting depth, surface roughness, variance analysis, regression

ABSTRAK

Kekasaran permukaan hasil proses pemesinan merupakan sesuatu yang penting. Perbedaan material dan variasi parameter pemotongan pada proses turning diprediksi berpengaruh terhadap kekasaran permukaan hasil pemesinan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada pengaruh dan seberapa besar pengaruh perbedaan material dan variasi parameter pemotongan terhadap kekasaran hasil proses turning di mesin CNC. Metode penelitian dilakukan dengan pengujian langsung ke mesin CNC Turning FANUC Oi Mate TC VT15L type PU 2A material baja ST60, aluminium 6061, dan polyethylene. Variasi pemotongan berupa variasi kecepatan potong dan kedalaman potong. Analisis data menggunakan grafik respon surface, analisis varians dan regresi. Kekasaran permukaan menggunakan metode pengukuran Ra (roughness arithmetic). Hasil analisis varians menunjukkan bahwa perubahan material memiliki pengaruh terhadap hasil kekasaran permukaan, namun pengaruhnya kurang signifikan. Kecepatan potong semakin tinggi maka Ra atau kekasaran permukaan semakin halus dan sebaliknya kedalaman potong semakin besar maka kekasaran permukaan semakin halus.

Kata Kunci : kecepatan potong, kedalaman potong, kekasaran permukaan, analisis varians, regresi

PENDAHULUAN

Material komponen pemesinan saat ini kian bervariasi. Pada era sebelum tahun 1980 masih didominasi material baja, sekarang sudah beralih ke material yang lebih ringan, tahan korosi, mudah dalam pengerjaan namun memiliki kekuatan yang memenuhi spesifikasi teknis. Material aluminium dan jenis poliethylene mulai banyak digunakan.

Kualitas hasil pemesinan pada mesin perkakas ditentukan pada ketepatan produk hasil pemesinan terhadap gambar kerja dan kekasaran permukaan. Perencanaan tingkat kekasaran permukaan benda kerja tergantung pada penggunaan dari komponen. Tingkat kehalusan suatu permukaan memegang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya yang menyangkut masalah gesekan pelumasan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan sebagainya[1].

Pada penelitian-penelitian sebelumnya tentang pengaruh perubahan parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan, umumnya menggunakan satu atau dua jenis material spesimen saja, misalkan aluminium, ST 60, AISI 1020 dan sebagainya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada pengaruh dan seberapa besar pengaruh perbedaan material yaitu baja ST-60, aluminium, polyethylene dan variasi parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan hasil proses turning di mesin CNC.

TINJAUAN PUSTAKA

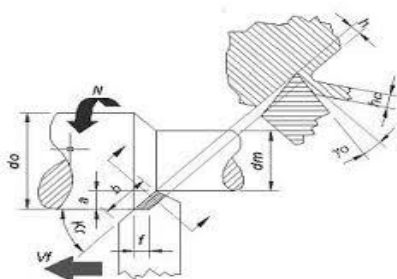
C.O. Izelu1et.al [2] melakukan pengujian pengaruh variasi kedalaman potong, kecepatan potong, asutan, radius pahat, panjang pahat dan panjang benda kerja pada proses turning terhadap kekasaran permukaan benda kerja hasil proses pemesian. Kesimpulan dari pengujian ini adalah variasi parameter pemotongan tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan. Kedalaman potong, kecepatan potong dan panjang benda kerja memiliki pengaruh yang proporsional terhadap hasil kekasaran permukaan benda kerja hasil pemesian.

Omar Zurita et.al [3] meneliti tentang pengaruh parameter pemotongan yaitu kedalaman potong, asutan dan kecepatan potong dengan materila baja AISI 1020. Kesimpulan dari penelitian ini adalah semakin besar kedalaman potong dan asutan maka kekasaran permukaan juga semakin tinggi, sebaliknya semakin besar kecepatan potong maka permukaan benda kerja cenderung semakin halus. Kecepatan potong memberikan kontribusi 69.35%, asutan 30.13% dan kedalaman potong 0.52 % terhadap kekasaran permukaan hasil pemesian.

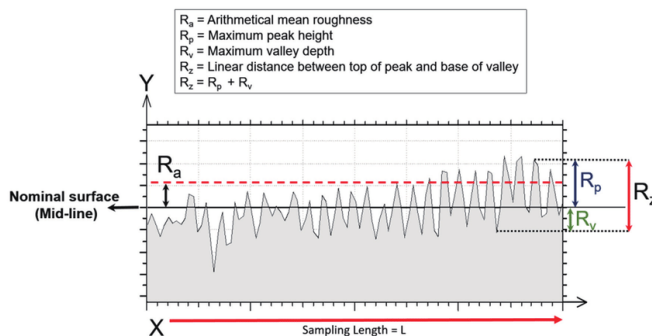
Khalid Ahmed Al-Dolaimy [4] melakukan penelitian pengaruh variasi kecepatan potong, asutan, dan kedalaman potong material baja pada proses turning menggunakan mesin CNC terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Kesimpulannya adalah spindel speed naik, pemberian pendinginan menyebabkan kekasaran permukaan cenderung turun, sebaliknya semakin besar kedalaman potong dan asutan menyebabkan kekasaran permukaan meningkat.

Pengaruh kecepatan potong dan asutan terhadap kekasaran permukaan aluminium pada proses milling juga diteliti oleh Ahmad Baharudin Abdulah et.al [5]. Kesimpulannya bahwa asutan memberikan kontribusi terbesar pada hasil kekasaran permukaan benda kerja. Variasi kecepatan dan kedalaman potong memberikan pengaruh pada proses pembubutan konvensional terhadap kekasaran permukaan lubang [6]. Sudut potong dan kecepatan putaran spindel memberikan pengaruh terhadap kekasaran permukaan pada proses bubut Mild Steel ST 37[7].

Sobron Y Lubis et.al [8] dari hasil penelitiannya menyatakan bahwa *cutting speed* memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan bahan alluminium alloy 6061 pada proses pembubutan. Semakin besar kecepatan asutan dan semakin kecil kedalaman potong maka nilai kekasaran permukaan (R_a) makin kecil tetapi tergolong normal [9]. Studi kekasaran permukaan juga dilakukan pada mesin miling yakni pengaruh parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan pada proses up dan *down milling* dengan pendekatan *vertical milling* [10][11].



Gambar 1. Skema proses turning [11]



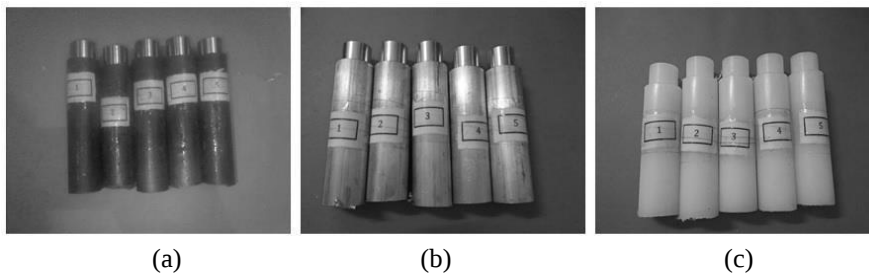
Gambar 2. Kekasaran permukaan R_a , R_p , R_z

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Proses pemesinan di mesin CNC jenis PU-2A Fancu Oi Mate TC VT15L. Pahat yang digunakan adalah *Insert Tool Carbida*. Material uji baja ST60, aluminium 6061, dan polyethelene dengan diameter awal $\varnothing$ 25.4 mm berbentuk silinder pejal dengan panjang 90 mm. Variabel bebas : kedalaman potong (*depth of cut*) 0,5 ; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50 mm dengan kecepatan potong (*cutting speed*) 60 ; 90 ; 120 ; 150 ; dan 180 m/menit. Variabel tak bebas kekasaran permukaan. Pengujian kekasaran permukaan menggunakan *Surftest MT-301* produksi dari *Mitotoyo Corporation*. Metode pengukuran kekasaran menggunakan metode Ra (μm).

Bahan dan peralatan

Material uji baja ST60, aluminium 6061, dan polyethelene dengan diameter awal $\varnothing$ 25.4 mm berbentuk silinder pejal dengan panjang 90 mm.



Gambar 3. a) Material baja ST-60, b) aluminium 6061, c) polyethelene

Alat yang digunakan pada penelitian diantara lainnya, yaitu :

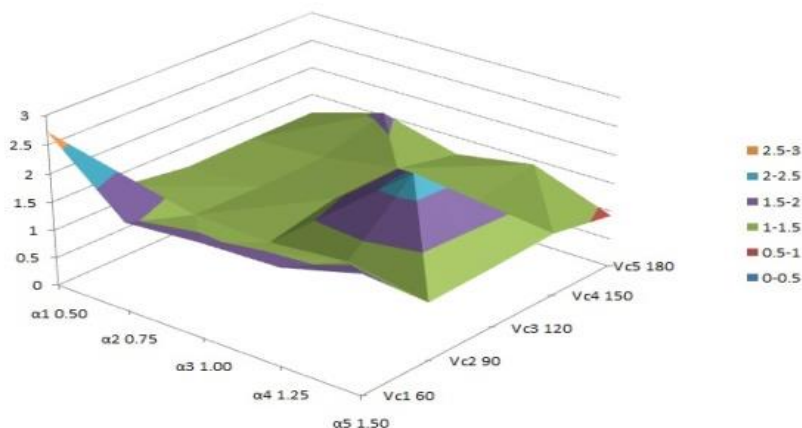
1. Software Desain, Software desain yang digunakan ialah *Mastercam X Lathe*.
2. Mesin Bubut, yang digunakan jenis mesin CNC Fancu Oi Mate TC VT15L PU2A.
3. *Surface Roughness Tester* untuk pengujian kekasaran permukaan yaitu jenis *Surftest MT-301* produksi dari *Mitotoyo Corporation*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kekasaran permukaan **spesimen baja ST-60** hasil dari proses turning dengan variasi kecepatan potong (*cutting speed*) dan kedalaman potong (*depth of cut*) ditabulasikan sebagai berikut.

Tabel 1. Kekasaran spesiman baja ST-60

Kekasaran Permukaan		Cutting Speed (Vc)m/ menit				
Ra (μm)		Vc1 60	Vc2 90	Vc3 120	Vc4 150	Vc5 180
Dept of Cut (α) mm	$\alpha 1$ 0.50	2.72	1.28	1.12	1.15	1.16
	$\alpha 2$ 0.75	1.58	1.19	1.18	1.22	1.55
	$\alpha 3$ 1.00	1.68	1.15	1. 4	1.43	1.19
	$\alpha 4$ 1.25	1.72	1.27	2.27	1.23	1.42
	$\alpha 5$ 1.50	2.08	1.03	1.07	1.13	0.92
Total		9.78	5.92	7.04	6.16	6.24
Rata rata		1.956	1.184	1.408	1.232	1.248



Gambar 4. Response surface spesimen baja ST60

Berdasarkan tabel 1 dan gambar 4 terlihat bahwa semakin besar kecepatan potong permukaan semakin halus dan sebaliknya semakin besar kedalaman potong maka permukaan benda kerja hasil pemesian semakin kasar. Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh tersebut maka dilakukan analisis varians dibawah ini.

Tabel 2. Analisis varians spesimen baja ST-60

Sumber Variasi	Dk	Jumlah Kuadrat	Mean Kuadrat	F hitung	F tabel
Antar Kolom	5-1 =4	2.01	1.5025	2.034	3.55
Antar Baris	5-1 =4	0.33	0.0825	0.334	3.55
Intraksi (Kolom x Baris)	4x 4= 16	(-0.33)	(-0.0206)	(-0.083)	2.93
Dalam	25 – (4x4) = 9	2.23	0.0247		
Total	25-1 = 24	4.24			

Untuk kolom (*cutting speed*) harga $F_{tabel} = 3,55$ sedangkan $F_{hitung} = 2,034$. Karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka variasi kecepatan potong kurang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan. Untuk baris (*depth of cut*) harga $F_{tabel} = 3,55$ sedangkan $F_{hitung} = 0,334$ sehingga $F_{hitung} < F_{tabel}$ sehingga variasi kedalaman potong kurang memberi pengaruh yang signifikan pada kekasaran permukaan benda kerja. Interaksi antara kecepatan potong dan kedalaman potong juga kurang memberikan pengaruh yang signifikan.

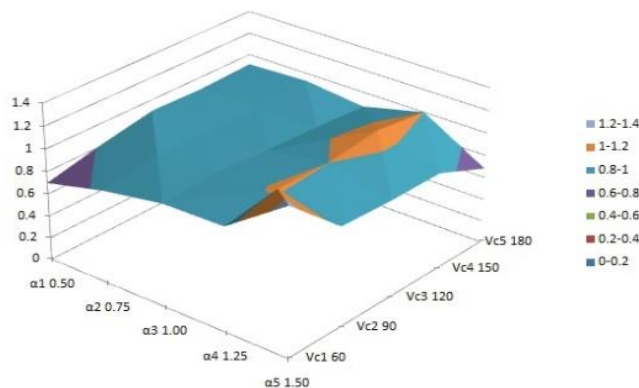
Analisis regresi linier menghasilkan model matematik hubungan antara variasi kecepatan (Vc) dan kedalaman potong (α) terhadap kekasaran permukaan (Y).

$$Y = 2,04 + 0,09664 \alpha - 0,00456 Vc$$

Pengukuran kekasaran permukaan **spesimen aluminium 6061** hasil pemesian dengan variasi kecepatan potong dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan ditunjukkan pada tabel 3 dibawah ini. Gambar 5 menunjukkan grafik *respon surface* kekasaran permukaan.

Tabel 3. Kekasaran spesiman baja ST-60

Kekasaran Permukaan		Cutting Speed (Vc)m/ menit				
Ra (µm)		Vc1 60	Vc2 90	Vc3 120	Vc4 150	Vc5 180
Dept of Cut (α) mm	α1 0.50	0.7	0.81	0.9	0.89	0.91
	α2 0.75	0.83	0.92	0.9	0.9	0.93
	α3 1.00	0.92	0.95	0.92	0.9	0.87
	α4 1.25	0.93	1.01	1	1.06	1
	α5 1.50	1.31	0.89	0.87	0.87	0.68
Total		4.69	4.58	4.59	4.62	4.39
Rata rata		0.938	0.916	0.918	0.924	0.878



Gambar 5. Response surface spesimen aluminium 6061

Analisi varians berikut ini digunakan untuk mengetahui apakah variasi kecepatan dan kedalaman potong memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan pada material aluminium 6061.

Tabel 4. Analisis varians spesimen aluminium 6061

Sumber Variasi	Dk	Jumlah Kuadrat	Mean Kuadrat	F hitung	F tabel
Antar Kolom	5-1 =4	(-0.02)	(-0.005)	(-0.131)	3.55
Antar Baris	5-1 =4	0.04	0.01	0.263	3.55
Intraksi (Kolom x Baris)	4x 4= 16	(-0.04)	(-0.0025)	(-0.065)	2.93
Dalam	25 – (4x4) = 9	0.342	0.0038		
Total	25-1 = 24	0.332			

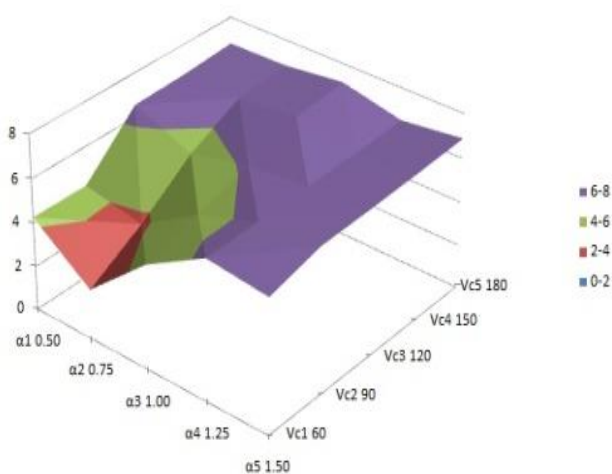
Berdasarkan hasil analisis varians terlihat bahwa nilai F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} , maka variasi kecepatan potong dan kedalaman potong kurang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil kekasaran permukaan benda kerja.

Model matematik hubungan antara variasi kecepatan potong (Vc) dan kedalaman potong (α) terhadap nilai kekasaran permukaan (Y) terlihat dalam model matematik hasil analisis. $Y = 0,852 + 0,1072 \alpha - 0,00037 Vc$. Dari model matematik ini terlihat bahwa kedalaman potong semakin besar maka kekasaran permukaan cenderung semakin kasar, namun sebaliknya semakin besar kecepatan potong permukaan benda kerja semakin halus.

Hasil pengukuran kekasaran permukaan **spesimen polyethelene** sebagai berikut.

Tabel 5. Kekasaran spesimen polyethelene

Kekasaran Permukaan		Cutting Speed (Vc)m/ menit				
Ra (µm)		Vc1 60	Vc2 90	Vc3 120	Vc4 150	Vc5 180
Dept of Cut (α) mm	α1 0.50	4.27	4.23	6.54	6.6	6.76
	α2 0.75	2.28	3.71	5.47	6.63	6.81
	α3 1.00	4.76	5.42	6.15	6.9	7.15
	α4 1.25	6.37	6.4	6.43	6.46	6.54
	α5 1.50	6.06	6.64	6.69	6.77	6.89
Total		23.74	26.4	31.28	33.36	34.15
Rata rata		4.748	5.28	6.256	6.672	6.83



Gambar 6. Response surface spesimen polyethelene

Analisis varians akibat dari variasi kecepatan potong dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan spesimen polyethelene disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Tabel analisis varians

Sumber Variasi	Dk	Jumlah Kuadrat	Mean Kuadrat	F hitung	F tabel
Antar Kolom	5-1 =4	16.39	4.0975	1.979	3.55
Antar Baris	5-1 =4	8.51	2.1275	1.027	3.55
Intraksi (Kolom x Baris)	4x 4= 16	(-8.51)	(-0.531)	(-0.256)	2.93
Dalam	25 – (4x4) = 9	18.63	2.07		
Total	25-1 = 24	35.02			

Tabel 6 menunjukkan bahwa variasi kecepatan potong dan kedalaman potong memberikan pengaruh pada kekasaran permukaan hasil pemotongan namun kurang signifikan. Variasi ini juga menghasilkan model matematik $Y = 2,406 + 1,328 \alpha - 0,01852 Vc$. Persamaan ini menunjukkan bahwa semakin besar kedalaman potong maka semakin kasar dan semakin tinggi kecepatan potong maka kekasaran permukaan semakin halus.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil plotting data kekasaran permukaan, analisis varians dan pemodelan matematik dapat disimpulkan:

1. Kecepatan potong semakin besar, maka kekasaran permukaan benda kerja hasil proses turning cenderung semakin halus.
2. Semakin besar kedalaman potong maka permukaan benda kerja semakin kasar.
3. Penggunaan variasi material baja ST-60, aluminium 6061, dan polyethelene kurang memberi pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan proses turning.
4. Variasi kedalaman potong memberi pengaruh yang lebih besar pada kekasaran permukaan benda kerja dibanding dengan variasi kecepatan potong.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rektor ITATS, Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Kepala Laboratorium CNC yang telah memberi fasilitas dalam pengambilan data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Paridawati, "Pengaruh Kecepatan dan Sudut Potong Terhadap Kekasaran Benda Kerja Pada Mesin Bubut," Universitas Islam "45" Bekasi, 2015. Accessed: Oct. 08, 2020. [Online]. Available: <http://ejournal.unismabekasi.ac.id>.
- [2] C. O. Izelu, S. C. Eze, B. U. Oreko, and B. A. Edward, "Effect of Depth of Cut, Cutting Speed and Work-Piece Overhang on Induced Vibration and Surface Roughness In The Turning of 41Cr4 Alloy Steel," *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.*, vol. 9001, no. 1, 2008, Accessed: Oct. 08, 2020. [Online]. Available: www.ijetae.com.
- [3] O. Zurita, V. Di-Graci, and M. Capace, "Effect of Cutting Parameters on Surface Roughness in Turning Of Annealed AISI-1020 Steel," *Rev. Fac. Ing.*, vol. 27, no. 47, p. 109, Jan. 2018, doi: 10.19053/01211129.v27.n47.2018.7928.
- [4] K. A. Al-Dolaimey, "Effect of Cutting Parameters on Surface Roughness in Turning Operations," *Al-Qadisiyah J. Eng. Sci.*, vol. 9, no. 4, 2016, Accessed: Oct. 08, 2020. [Online]. Available: <https://www.iasj.net/iasj/article/118940>.
- [5] A. B. Abdullah and Z. Samad, "The Effect of Feed Rate and Cutting Speed to Surface Roughness Flash Less Cold Forging to Manufacture Auv Propeller View Project Contractile Water Jet Thruster View Project," doi: 10.3923/ajsr.2008.12.21.
- [6] B. Siswanto and S. Sunyoto, "Pengaruh Kecepatan dan Kedalaman Potong Pada Proses Pembubutan Konvensional Terhadap Kekasaran Permukaan Lubang," *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 82–86, Oct. 2018, doi: 10.21831/dinamika.v3i2.21403.
- [7] Y. A. E. Indrawan, N. Helmi, A. Aziz, and Y. A. Putra, "Pengaruh Sudut Potong Dan Kecepatan Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut Mild Steel ST 37," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 19, no. 2, pp. 29–36, Oct. 2019, doi: 10.24036/invotek.v19i2.582.
- [8] S. Y. Lubis and R. W. Rosehan, "Pengaruh Cutting Speed Terhadap Kekasaran Permukaan Bahan Alluminium Alloy 6061 Pada Proses Pembubutan", vol. 2, no. 1. 2019.
- [9] I. E. Putra and R. Adil, "Pengaruh Kecepatanasutan dan Kedalaman Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Aluminium pada Bubut CNC TU-2A," *J. Momentum*, Accessed: Oct. 08, 2020. [Online]. Available: <https://ejournal.itp.ac.id/index.php/momentum/article/view/394>.
- [10] M. A. Hendrawan, "Studi Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Up dan Down Milling Dengan Pendekatan Vertical Milling,"

- Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 1, Jan. 2017, doi: 10.23917/mesin.v11i1.3194.
- [11] T. Rochim, "Teori dan Teknologi Proses Pemesinan", Jakarta: Higher Education Development 1993.