

PENGARUH JUMLAH DAN ARAH SAYATAN TERHADAP HASIL MILLING ALUMINIUM

Nurlia Pramita Sari¹, Akhmad Faizin², Muhammad Fakhruddin³, Agus Dani⁴

^{1,2,3,4} Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

nurlia_ps@polinema.ac.id

akhmad.faizin@polinema.ac.id

fakhruddin91@polinema.ac.id

agus.dani@polinema.ac.id

Abstrak— Kualitas barang produksi khususnya milling pada material aluminium yang dianggap baik biasanya ditandai dengan kualitas permukaan komponen yang baik dan waktu pemesinan yang efisien (singkat). Faktor yang memengaruhi hal tersebut ada bermacam-macam. Pada penelitian ini dilakukan penyelidikan mengenai parameter permesinan CNC milling yaitu kedalaman pemakanan (*Depth of cut*) dan langkah pemakanan (*Step over*) yang dituliskan sebagai pengaruh jumlah dan arah sayatan terhadap kualitas permukaan dan waktu pemesinan pada bahan aluminium. Tujuannya yaitu untuk memperoleh parameter yang sesuai sehingga proses permesinan tersebut lebih efisien dan dengan kualitas yang sesuai. Milling CNC yang digunakan adalah CNC Dahlih dengan pahat berdiameter 6mm, *feed rate* 460 mm/min, kec. putar 2800 RPM. Variabelnya yaitu arah sayatan vertikal (*depth of cut* 5mm) dengan variasi *step over* 0.5 mm, 1mm, dan 2mm, dan arah sayatan horizontal (*step over* 5mm) dengan variasi *depth of cut* 0.5mm, 1mm, 2mm. Sehingga dapat disamakan jumlah sayatan 4, 6, dan 12 pada arah sayatan vertikal dan horizontal. Hasilnya semakin banyak jumlah sayatan maka semakin rendah kekasaran permukaan akan tetapi meningkatkan waktu permesinan.

Kata Kunci— Aluminium; CNC Milling; Jumlah sayatan; Arah sayatan

Abstract— *The quality of production goods, especially milling on aluminum material, is considered good if it is characterized by good surface quality of the components and efficient (short) machining time. There are various factors that affect this. This study investigated the CNC milling machining parameters, namely depth of cut and step over, which were written as the influence of the number and direction of cuts on the surface quality and machining time of aluminum materials. The purpose was to obtain the appropriate parameters so that the machining process is more efficient and with the appropriate quality. The CNC milling used was CNC Dahlih with a 6mm diameter tool, feed rate of 460 mm/min, and rotational speed of 2800 RPM. The variables were vertical cutting direction (depth of cut 5mm) with variations in step over of 0.5 mm, 1 mm, and 2 mm, and horizontal cutting direction (step over 5mm) with variations in depth of cut of 0.5mm, 1mm, and 2mm. So that the number of cuts can be equalized to 4, 6, and 12 in the vertical and horizontal cutting directions. The results showed that the more cuts, the lower the surface roughness, but it increased the machining time.*

Keywords—Aluminium; CNC Milling; Number of feeding; feeding direction.

PENDAHULUAN

Suatu penelitian memprediksi hubungan antara kedalaman pemakanan, kecepatan makan per gigi, kecepatan potong, pahat, cairan pendingin dan gaya potong dengan kekasaran permukaan pada pemesinan milling paduan aluminium. Penelitian yang dilakukan menggunakan *Taguchi design of experimental* dan *Artificial Neural Networks*. Parameter pemesinan memiliki pengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan adalah kecepatan putaran spindle dan kondisi pemotongan. Diketahui bahwa parameter yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan adalah kecepatan potong, kedalaman pemakanan, dan kecepatan pemakanan.[1]. Penelitian lain menyebutkan bahwa kondisi optimal kekasaran terendah permukaan dapat dicapai pada

kedalaman pemakanan 1.5 mm, kecepatan potong 20 m/min, gerak makan 0.33 mm/rev dengan kombinasi tersebut dihasilkan harga kekasaran terendah 1,52 μm . [2]

Penelitian mengenai optimasi parameter proses milling terhadap kualitas hasil permesinan aluminium menggunakan material aluminium AC4B dan pahat HSS Superhard End Milling 5 mm. Dari hasil pengujian proses permesinan pada material aluminium dengan variasi pendingin didapatkan untuk kondisi permesinan menghasilkan kekasaran permukaan paling halus pada *spindle speed* 1500 rpm, *feed rate* 98 mm/min, *depth of cut* 1 mm, dan *cutting condition* udara dingin[3].

Permukaan mesin paduan titanium Ti-10V-2Fe-3Al (Ti-1023) selama *face milling*. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kekasaran permukaan meningkat ketika kecepatan potong meningkat dari 40 menjadi 100 m/min dan menurun ketika kecepatan potong meningkat dari 100 menjadi 300

m/min. Selain itu, nilai kekasaran permukaan stabil saat kecepatan potong dinaikkan pada $VB=0,2\text{mm}$ dan meningkat saat VB dinaikkan. Pada bagian ini memuat penjelasan tentang pentingnya reviu atau penelitian tersebut dilakukan, permasalahan yang akan dipecahkan, dan kajian pustaka (teori dan penelitian terdahulu) yang mendukung dalam pemecahan masalah tersebut. [4].

Kekasaran permukaan sangat berpengaruh terhadap suatu rangkaian komponen mesin terlebih yang berkaitan dengan suaian, karena sebuah produk pemesinan yang berkaitan dengan suaian dan memiliki kelas kekasaran permukaan yang tinggi dapat menyebabkan proses keausan yang cepat, sehingga efisiensi kerja dari komponen tersebut menjadi menurun dan tidak efektif [5]. Dalam pengerjaan dengan mesin frais ketika benda kerja yang dihasilkan memiliki nilai kekasaran permukaan yang rendah dapat dikatakan pegerjaannya sudah efektif dan produk yang dihasilkan tentunya berkualitas [6]. Berkualitas atau tidaknya sebuah benda kerja dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut. Sehingga benda kerja yang berkualitas itu dapat diketahui dari kelas kekasaran permukaan yang diperoleh. [7].

Salah satu cara untuk menghasilkan benda kerja dengan kelas kekasaran yang rendah adalah dengan melakukan proses finishing. [8] Proses frais itu merupakan sebuah proses dimana sebuah benda dibentuk dengan cara terlepasnya material logam dari sebuah objek oleh gerakan alat potong/cutter yang sedang berputar pada mesin ini dapat melakukan pekerjaan seperti membuat roda gigi, membuat alur, ulir dalam, pengefraisan rata datar, pengefraisan miring, pengefraisan cekung/cembung, pengerjaan permukaan bersiku, bersudut dan memotong benda kerja [9].

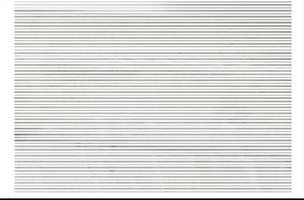
METODE

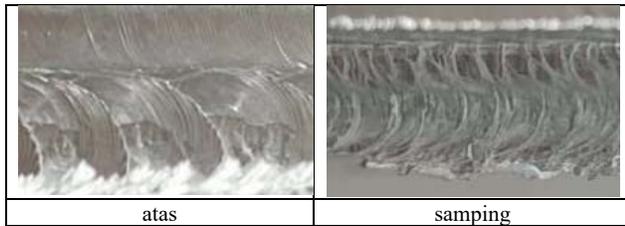
Pada penelitian ini dilakukan penyelidikan mengenai parameter permesinan CNC milling yaitu kedalaman pemakanan (*Depth of cut*) dan langkah pemakanan (*Step over*) yang dituliskan sebagai pengaruh jumlah dan arah sayatan terhadap kualitas permukaan dan waktu pemesinan pada bahan aluminium. Tujuannya yaitu untuk memperoleh parameter yang sesuai sehingga proses permesinan tersebut lebih efisien dan dengan kualitas yang sesuai. Milling CNC yang digunakan adalah CNC Dahlih dengan pahat berdiameter 6mm, *feed rate* 460 mm/min, kec. putar 2800 RPM. Variabelnya yaitu arah sayatan vertikal (*depth of cut* 5mm) dengan variasi *step over* 0.5 mm, 1mm, dan 2mm, dan arah sayatan horizontal (*step over* 5mm) dengan variasi *depth of cut* 0.5mm, 1mm, 2mm.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental. Awalnya dilakukan pembuatan desain menggunakan software CAM dan simulasi gerakannya. Kemudian setelah sesuai kode G-Code dikeluarkan dan dimanufaktur menggunakan CNC Dahlih. Hasil pemakanan diukur kekerasan, temperatur saat pengujian, dan waktu pemesinan.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Pemeriksaan Visual

Sampel 1 Langkah makan 0.5 mm kedalaman makan 5 mm	
	
atas	samping
Sampel 2 Langkah makan 1 mm kedalaman makan 5 mm	
	
atas	samping
Sampel 3 Langkah makan 2 mm kedalaman makan 5 mm	
	
atas	samping
Sampel 4 Langkah makan 5 mm kedalaman makan 0.5 mm	
	
atas	samping
Sampel 5 Langkah makan 5 mm kedalaman makan 1 mm	
	
atas	samping
Sampel 6 Langkah makan 5 mm kedalaman makan 2 mm	



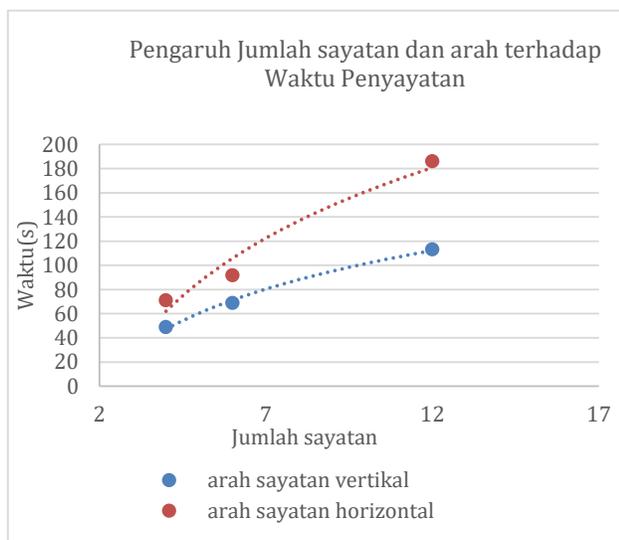
Gbr. 1 Pemeriksaan visual spesimen

Gambar diatas menunjukkan penampang visual tampak atas dan samping dari hasil pemakanan.

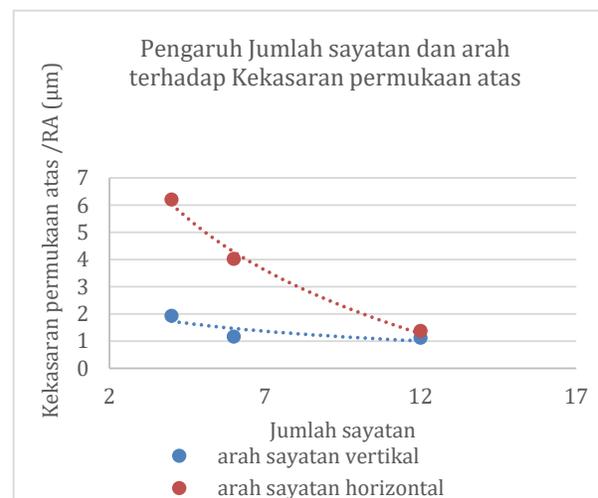
Hasil Pemesinan

TABEL I
HASIL PENELITIAN

Sampel	step over (mm)	depth of cut (mm)	Jumlah Sayatan	Arah penyayatan	Temperatur (c)	waktu (s)	Ra atas (µm)	Ra samping (µm)
1	0.5	5	12	vertikal	26.4	113.12	1.1	1.8
2	1	5	6		26.87	68.7	1.16	1.798
3	2	5	4		27.2	48.8	1.9	1.17
4	5	0.5	12	horizontal	26.2	185.9	1.37	7.75
5	5	1	6		34.4	91.6	4.0	-
6	5	2	4		35	71	6.2	-

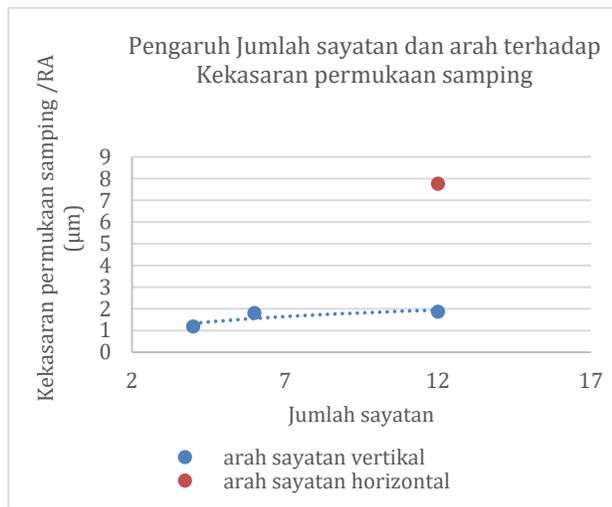


Gbr. 2 Grafik Jumlah sayatan dan arah terhadap waktu penyayatan



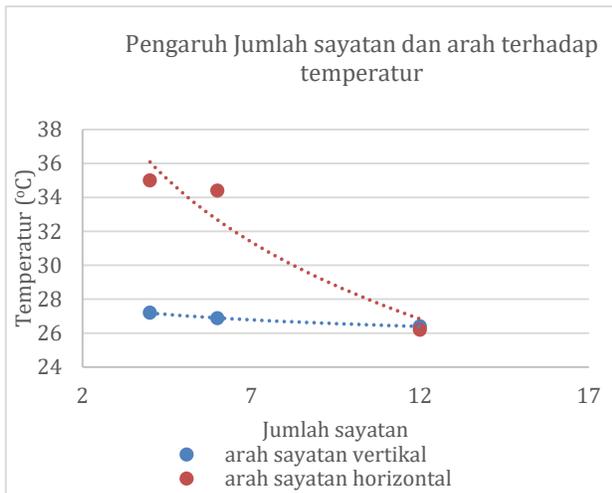
Gbr. 3 Grafik Jumlah sayatan dan arah terhadap kekasaran permukaan atas

Dari kedua grafik diatas dapat diketahui bahwa semakin besar jumlah sayatan maka akan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyayat. Sedangkan arah sayatan vertikal lebih baik (waktu penyayatan lebih sedikit) dari pada arah sayatan horizontal. Hal ini bisa disebabkan karena area pada sayatan horizontal lebih besar. Area yang disebabkan sayatan adalah bagian bawah pahat dan tinggi pahat. Dikarenakan luasannya lebih besar, maka gaya yang terjadi lebih besar. Sehingga lebih sulit untuk menyayat menyebabkan waktunya semakin besar.



Gbr. 4 Grafik Jumlah sayatan dan arah terhadap kekasaran permukaan samping

Jumlah sayatan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan. Semakin banyak jumlah sayatan, semakin halus permukaan benda kerja. Hal ini disebabkan karena semakin banyak jumlah sayatan, semakin kecil pula luasan permukaan yang dipotong oleh alat pemotong dalam satu kali proses. Akibatnya, bekas pemotongan akan lebih kecil dan menyebabkan peningkatan kehalusan permukaan.



Gbr. 5 Grafik Jumlah sayatan dan arah terhadap temperatur

Jumlah sayatan dan arah sayatan sangat mempengaruhi temperatur. Pada jumlah sayatan semakin sedikit maka material yang dipotong semakin banyak, sehingga luasan gesekan antara benda kerja dan pahat lebih banyak. Ini menyebabkan semakin sedikit jumlah sayatan maka temperatur pemesinanya semakin meningkat. Pada arah sayatan vertikal, peningkatan temperature kerja masih tergolong aman. Akan tetapi pada sayatan horizontal, pada jumlah sayatan 6 dan 4 temperatur nya

sangatlah tinggi hal ini terjadi karena luasan gesekan yang terjadi semakin besar. Temperatur yang semakin meningkat menyebabkan aluminium yang memiliki sifat ulet menempel pada pahat sehingga kekasarnya sangatlah besar. Foto pahat setelah digunakan dapat dilihat pada gambar selanjutnya. Tampilan dapat diperhatikan pada gambar tersebut geram hasil pemakanan menempel pada pahat sehingga pahat tidak dapat digunakan kembali.



Gbr. 6 Pahat setelah digunakan pemesinan dengan arah sayatan horizontal

KESIMPULAN

Dengan membandingkan kedalaman makan dan langkah makan, apabila diinginkan waktu yang paling efektif dengan tetap mempertimbangkan kekasaran permukaan minimum, lebih baik melakukan kedalaman pemakanan tinggi daripada langkah makan yang tinggi

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh dana DIPA Politeknik Negeri Malang. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih.

REFERENSI

- [1] P. G. Benardos and G.-C. Vosniakos, "Predicting surface roughness in machining: a review," *Int. J. Mach. Tools Manuf.*, vol. 43, no. 8, pp. 833–844, 2003, doi: [https://doi.org/10.1016/S0890-6955\(03\)00059-2](https://doi.org/10.1016/S0890-6955(03)00059-2).
- [2] Sunaryo, Rusnaldy, and Daniel, "Optimasi Parameter Pemesinan Proses CNC Freis Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan dan Keausan Pahat Menggunakan Metode Taguchi," *POLITEKNOSAINS*, vol. IX, no. 1, pp. 12–32, 2010.
- [3] B. Sugiantoro, Rusnaldy, and S. A. Wijayanto, "Optimasi Parameter Proses Milling Terhadap Kualitas Hasil Pemesinan Aluminium Dengan Metode Taguchi," *J. TRAKSI*, vol. 14, no. 1, pp. 42–57, 2014.
- [4] Y. Houchuan, C. Zhitong, and Z. ZiTong, "Influence of cutting speed and tool wear on the surface integrity of the titanium alloy Ti-1023 during milling," *Int. J. Adv.*

- Manuf. Technol., vol. 78, no. 5–8, pp. 1113–1126, 2015, doi: 10.1007/s00170-014-6593-x.
- [5] Indrawan, E., A. Y., Rifelino, R., & Herianto, R. F. U. A. Surface Quality Comparison of Down and Up cut Technique on CNC Milling Machine toward ST-37 Steel Material. *MOTIVECTIO: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 2(1), 11–20. 2020. <https://doi.org/10.46574/motivection.v2i1.65>
- [6] Rachmadi, R., Yufrizal, A., Irzal, I., & Kurniawan, A. Pengaruh Sudut Potong Dan Kecepatan Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Baja Karbon Ems 45 Menggunakan Mesin Bubut Konvensional. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 4(1), 151-157, 2022.
- [7] Novrialdy, Y., Arwizet, K., Yufrizal, A., & Prasetya, F. Pengaruh Variasi Feed Rate Terhadap Kekasaran Permukaan Polyethylene Menggunakan Mesin Cnc Milling. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 3(2), 25–33. 2021.
- [8] Syam, A. R., Yufrizal, A., Aziz, A., Syahri, B., & Aliafi, R. R. Perbandingan Nilai Kekasaran Permukaan Proses Frais Bahan Aluminium 6061 Menggunakan Endmill dan Fly Cutter dengan Variasi Spindle Speed pada Proses Finishing. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 3(4), 31-38. 2021.
- [9] Sulaiman, D., & Mas'ud, M. Pengaruh Cairan Pendingin Pada Campuran Air Kapur Dengan Minyak Jelantah Terhadap Kekasaran Permukaan Baja St 42 Di Proses End Milling. *Mechanical and Manufacture Technology*, 1(2), 43–57, 2020.