

PENGARUH VARIASI *CUTTING FLUID* dan KEDALAMAN POTONG terhadap KEKASARAN PERMUKAAN MAGNESIUM AZ31 pada PROSES PEMBUBUTAN

Candra Dwi Prastyono¹, Priyagung Hartono², Unung Lesmanah³

^{[1] [2] [3]} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
Jl. M.T Hariyono 193, Malang 65144, Indonesia

candradwip512@gmail.com

priyagung@unisma.ac.id

ununglesmanah@unisma.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan proses pembubutan semakin cepat menuntut peningkatan kualitas hasil produksi salah satunya pada paduan magnesium yang telah banyak digunakan di berbagai industri. Kekasaran permukaan merupakan tolak ukur kualitas produk industri yang mempengaruhi berbagai fungsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi *cutting fluid* dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan magnesium AZ31 pada proses pembubutan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *true experiment* dengan menggunakan *cutting fluid aloe vera*, minyak kelapa sawit, minyak kelapa dan minyak biji bunga matahari dan kedalaman potong 0.5mm, 1mm, 1.5mm. Hasil penelitian didapatkan penggunaan *cutting fluid aloe vera* menghasilkan kekasaran permukaan terendah dengan nilai 1.42 μ m, 1.52 μ m, dan 1.55 μ m karena memenuhi fungsi utama *cutting fluid* sebagai pelumas dan pendingin. Hasil penelitian didapatkan kedalaman potong tertinggi 1.5mm menghasilkan kekasaran permukaan tertinggi pada setiap *cutting fluid* dengan nilai 1.55 μ m, 2.03 μ m, 2.12 μ m dan 2.27 μ m karena kedalaman potong yang semakin tinggi meningkatkan gaya potong dan gaya gesek pada bidang pemotongan.

Kata kunci : Magnesium AZ31, kekasaran permukaan, *cutting fluid*, kedalaman potong, pembubutan

ABSTRACT

The rapid development of the turning process demands an increase in the quality of production, one of which is magnesium alloys which have been widely used in various industries. Surface roughness is a measure of the quality of industrial products that affect various functions. This study aims to determine the effect of variations in cutting fluid and depth of cut on the surface roughness of magnesium AZ31 in the turning process. The research method used is a true experiment method using cutting fluid aloe vera, palm oil, coconut oil and sunflower seed oil and the depth of cut is 0.5mm, 1mm, 1.5mm. The results showed that the use of aloe vera cutting fluid produces the lowest surface roughness with values of 1.42 μ m, 1.52 μ m, and 1.55 μ m because it fulfills the main function of cutting fluid as a lubricant and coolant. The results showed that the highest cutting depth of 1.5mm resulted in the highest surface roughness in each cutting fluid with values of 1.55 μ m, 2.03 μ m, 2.12 μ m and 2.27 μ m because the higher the depth of cut increases the cutting force and frictional force on the cutting plane.

Keyword : Magnesium AZ31, surface roughness, cutting fluid, depth of cut, turning

PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, penggunaan teknologi pada proses pemesinan di industri manufaktur Indonesia maupun global semakin berkembang. Perkembangan proses pembubutan semakin cepat dan semakin kompleks sejalan dengan meningkatnya permintaan, peningkatan kualitas hasil produk dan penurunan biaya [1]. Hasil

pembubutan yang baik memiliki karakteristik ukuran yang presisi, bentuk yang baik serta kekasaran permukaan yang nilainya rendah [2] [3].

Paduan magnesium telah banyak digunakan di berbagai bidang industri, seperti elektronik, otomotif, dan *aerospace* karena sifat ringan, kekuatan spesifik yang tinggi, konduktivitas yang baik dan lain-lain [4]. Paduan magnesium banyak dipelajari di bidang biomedis sebagai

material implant tulang dikarenakan sifat biokompatibel yang baik dan memiliki struktur yang sama seperti tulang [5]. Salah satu sifat magnesium adalah mudah beroksidasi sehingga menimbulkan resiko kebakaran [6]. Proses pemesinan paduan magnesium terdapat resiko kebakaran dan pembentukan *built up edge* ketika magnesium mencapai suhu lelehnya. Api sangat mungkin terjadi jika geram tipis atau halus menumpuk sehingga pada proses pemesinan magnesium memerlukan perhatian khusus agar tidak terjadi kegosongan pada proses pemesinan [7], [8].

Kekasaran permukaan merupakan tinggi rendahnya permukaan yang diukur dari titik acuan [9]. Kekasaran permukaan dapat mempengaruhi fungsi suatu produk hasil pemesinan seperti perpindahan panas, gesekan antar permukaan, proses pelumasan dan pelapisan [10]. Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan yaitu dari putaran spindel, kedalaman potong, gerak makan, jenis material pahat, geometri pahat dan *cutting fluid* yang digunakan [11][12].

Kedalaman Potong merupakan parameter pembubutan sebagai salah satu batasan dalam interaksi yang membantu proses pemotongan [13]. Kedalaman potong merupakan parameter yang sering diabaikan oleh teknisi mesin bubut agar cepat selesai dalam proses pengerjaan sehingga menggunakan kedalaman potong yang tinggi dimana kedalaman potong memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keausan pahat dan tingkat kekasaran permukaan pada hasil proses pembubutan [14], [15].

Cutting fluid merupakan cairan pemotongan yang memiliki fungsi utama sebagai pelumas dan pendingin pada proses pemotongan selain itu, *cutting fluid* digunakan untuk memperpanjang umur pahat, membersihkan geram, memperhalus permukaan [16], [17]. Pada proses pemesinan material tertentu penggunaan *cutting fluid* dapat menurunkan kekasaran permukaan dibandingkan proses pemesinan kering karena *cutting fluid* dapat menurunkan temperature yang tinggi akibat proses pemesinan sehingga dapat mencegah resiko cacat produk dan kekasaran permukaan yang tinggi [18].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode experimental nyata dengan mengumpulkan data-data yang didapatkan di lapangan dengan menggunakan variasi *cutting fluid* dan kedalaman potong. Proses pemesinan dilakukan dengan pemesinan *wet cutting* menggunakan *cutting fluid aloe vera*, minyak kelapa sawit, minyak kelapa dan minyak biji bunga matahari. Material magnesium AZ31 memiliki sifat mekanik dengan kekerasan 39,5 HB dan struktur kimia Mg 95.64%. Spesimen

dari penelitian memiliki ukuran panjang 125mm dengan diameter 20mm.



Gambar 1. Aloe vera dan Minyak Kelapa Sawit



Gambar 2. Minyak kelapa dan Minyak Biji Bunga Matahari

Tabel 1. Sifat Cutting Fluid

Jenis <i>Cutting Fluid</i>	Viskositas	Massa Jenis	Kadar Air
	(Cps)	Kg/m ³	%
<i>Aloe vera</i>	17.3	914	99.2
Minyak kelapa sawit	73.6	918	0.16
Minyak kelapa	75.4	923,4	0.11
Minyak biji bunga matahari	61.8	917	0.21

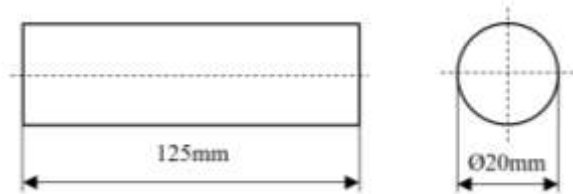
Tabel 2. Sifat mekanik magnesium AZ31

Kekuatan Tarik	260 MPa
Kekuatan Luluh	160 Mpa
Tegangan Geser	130 MPa
<i>Elongation</i>	11%
Kekerasan Brinell	39.5 HB
Kekerasan Vickers	57.8 (HV5)
Titik Cair	922°K
Titik Didih	1380°K

Rapat massa	1,74 g/cm ³
-------------	------------------------

Tabel 3. Unsur kimia spesimen magnesium AZ31

Mg %	Al %	Zn %	Mn %	Si %	Fe %
95.64	3.1	0.93	0.31	0.034	0.0023

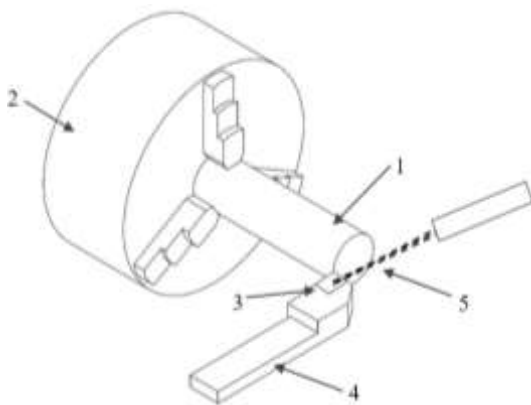


Gambar 3. Spesimen Penelitian

Proses pembubutan dilakukan dengan menggunakan mesin CNC *Turning* Senyang dengan tipe CAK4085d1 sepanjang 60mm pada putaran spindel 550 Rpm dan gerak makan 0.20mm/rev menggunakan pahat sisipan karbida tipe CNMG 120408. Hasil pembubutan diuji kekasaran permukaan dengan menggunakan alat *surface roughness tester* tipe mitutoyo *surface SJ301*.

Tabel 4. Kekerasan Pahat

Pahat sisipan karbida CNMG 120408	Kekerasan	
	Hb	HV30
	387,1	1537,8



Gambar 4. Instalasi penelitian

Keterangan

1. Benda kerja
2. Cekam rahang
3. Pahat sisipan karbida CNMG 120408
4. Holder pahat
5. *Cutting fluid*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menggunakan metode statistik deskriptif. Dari data penelitian akan dianalisis menggunakan metode anova dua arah dan uji F. Hasil pengujian tingkat kekasaran permukaan dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 5. Data hasil uji kekasaran permukaan

<i>Cutting fluid</i>	Kedalaman Potong		
	0.5mm	1 mm	1.5mm
<i>Aloevera</i>	1.44 µm	1.59 µm	1.56 µm
	1.37 µm	1.45 µm	1.60 µm
	1.48 µm	1.53 µm	1.49 µm
Minyak Kelapa Sawit	1.71 µm	2.06 µm	2.21 µm
	1.67 µm	2.01 µm	2.38 µm
	1.68 µm	1.94 µm	2.14 µm
Minyak Kelapa	1.81 µm	2.16 µm	2.39 µm
	1.82 µm	2.12 µm	2.19 µm
	1.73 µm	2.05 µm	2.24 µm
Minyak Biji Bunga Matahari	1.59 µm	1.86 µm	2.07 µm
	1.50 µm	1.78 µm	1.97 µm
	1.61 µm	1.82 µm	2.05 µm

Tabel 6. Data kekasaran permukaan *cutting fluid aloevera*

<i>Cutting fluid</i>	Titik Pengujian	Kedalaman potong		
		0,5mm	1mm	1.5mm
<i>Aloevera</i>	1	1.44	1.59	1.56
	2	1.37	1.45	1.60
	3	1.48	1.53	1.49
Total		4.29	4.57	4.65
Rata-rata		1.42	1.52	1.55

Tabel 7. Data kekasaran permukaan *cutting fluid* minyak kelapa sawit

<i>Cutting fluid</i>	Titik Pengujian	Kedalaman potong		
		0.5mm	1mm	1.5mm
Minyak Kelapa Sawit	1	1.71	2.06	2.21
	2	1.67	2.01	2.38
	3	1.68	1.94	2.14
Total		5.06	6.01	6.38

Rata-rata	1.68	2.01	2.12
-----------	------	------	------

Tabel 8. Data Kekasaran Permukaan *Cutting Fluid* Minyak Kelapa

<i>Cutting fluid</i>	Titik Pengujian	Kedalaman potong		
		0.5mm	1mm	1.5mm
Minyak Kelapa	1	1.81	2.16	2.39
	2	1.82	2.12	2.19
	3	1.73	2.05	2.24
Total		5.36	6.33	6.82
Rata-rata		1.79	2.11	2.27

Tabel 9. Data kekasaran permukaan *cutting fluid* minyak biji bunga matahari

<i>Cutting fluid</i>	Titik Pengujian	Kedalaman potong		
		0.5mm	1mm	1.5mm
Minyak Biji Bunga Matahari	1	1.59	1.86	2.07
	2	1.50	1.78	1.97
	3	1.61	1.82	2.05
Total		5.06	4.7	5.46
Rata-rata		1.57	1.82	2.03



Gambar 5. Grafik pengujian kekasaran permukaan

Dapat dilihat pada grafik nilai kekasaran permukaan rata-rata dari variasi *cutting fluid* dan kedalaman potong. Kedalaman potong 0.5mm menghasilkan nilai kekasaran permukaan terendah dengan nilai 1.42 μ m, 1.57 μ m, 1.68 μ m dan 1.79 μ m sedangkan kedalaman potong 1.5mm menghasilkan kekasaran permukaan tertinggi sebesar 1.55 μ m, 2.03 μ m, 2.12 μ m dan 2.27 μ m hal ini diakibatkan semakin tinggi nilai kedalaman potong akan memperbesar gaya potong dan gaya gesek yang terjadi pada bidang pemotongan sehingga getaran

pada proses pemotongan semakin tinggi yang akan mempengaruhi kekasaran permukaan pada hasil proses pembubutan.

Cutting fluid aloe vera menghasilkan nilai kekasaran permukaan terendah dengan nilai sebesar 1.42 μ m, 1.52 μ m, dan 1.55 μ m dan *cutting fluid* minyak kelapa menghasilkan tingkat kekasaran permukaan tertinggi dengan nilai 1.79 μ m, 2.11 μ m dan 2.27 μ m. Hal ini diakibatkan *aloe vera* selain sebagai pelumasan pada proses pemotongan, *aloe vera* juga berfungsi sebagai pendingin akibat kadar air yang tinggi akan menurunkan temperatur yang terjadi akibat proses pemotongan dan dapat menurunkan tingkat keausan pahat sehingga menghasilkan kekasaran permukaan yang lebih rendah dibandingkan *cutting fluid* lain yang hanya berfungsi sebagai pelumasan akibat kadar air yang rendah.

Setelah mendapatkan data hasil pengujian kekasaran permukaan, dilakukan pengujian statistik dengan metode ANOVA dua arah dan uji F dengan taraf signifikansi 5%. Hasil dari pengolahan data mendapatkan kesimpulan sebagai berikut :

Tabel 10. Hasil uji ANOVA dua arah dan uji F

Sumber Varian	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F hitung	F tabel
Rata-rata baris	1,5472	3	0,5157	130,22	3,01
Rata-rata kolom	0,881872	2	0,441	111,364	3,40
Interaksi	0,1418	6	0,0236	5,9596	2,51
Error	0,095	24	0,00396		
Total	2,667	35			

1. Karena $F_{hit}(\text{baris}) = 130.22 > F_{0.5(3;24)} = 3.01$, maka H_0 ditolak. Penggunaan variasi *cutting fluid* mempunyai pengaruh terhadap kekasaran permukaan magnesium AZ31 pada proses pembubutan akibat perbedaan sifat yang dimiliki masing-masing *cutting fluid*.
2. Karena $F_{hit}(\text{Kolom}) = 111.364 > F_{0.5(2;24)} = 3.40$, maka H_0 ditolak. Penggunaan variasi kedalaman potong memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan magnesium AZ31 pada proses pembubutan.
3. Karena $F_{hit}(\text{Interaksi}) = 5.9596 > F_{0.5(6;24)} = 2.51$, maka H_0 ditolak. Jadi terdapat interaksi antara variasi *cutting fluid* dan variasi kedalaman potong yang digunakan terhadap kekasaran permukaan magnesium AZ31 pada proses pembubutan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang pengaruh variasi *cutting fluid* dan kedalaman potong terhadap kekasaran magnesium AZ31 pada proses pembubutan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian dari uji kekasaran permukaan menyatakan bahwa terdapat pengaruh akibat variasi kedalaman potong. Kedalaman potong 1.5mm menghasilkan kekasaran permukaan tertinggi sebesar 1.55 μ m, 2.03 μ m, 2.12 μ m dan 2.27 μ m, hal ini diakibatkan semakin tinggi nilai kedalaman potong akan memperbesar gaya potong dan gaya gesek yang akan mempengaruhi kekasaran permukaan pada hasil proses pembubutan.
2. Hasil penelitian penggunaan *cutting fluid* yang bervariasi memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan magnesium AZ31 pada proses pembubutan. Penggunaan *cutting fluid aloe vera* menghasilkan nilai kekasaran permukaan terendah dengan nilai sebesar 1.42 μ m, 1.52 μ m, dan 1.55 μ m dibandingkan jenis *cutting fluid* yang lain hal ini diakibatkan *aloe vera* selain sebagai pelumasan juga berfungsi sebagai pendingin akibat kadar air yang dimiliki lebih tinggi dibanding *cutting fluid* yang lain.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis *cutting fluid* yang digunakan dan kandungannya pada proses pembubutan dikarenakan jenis *cutting fluid* memiliki sifat yang berbeda-beda.
2. Dari penelitian ini dapat dikembangkan dengan melakukan penelitian tentang keausan pahat setelah proses pembubutan berlangsung.
3. Untuk para peneliti selanjutnya memvariasikan parameter pembubutan yang akan digunakan sehingga mendapatkan hasil kekasaran permukaan yang lebih baik.
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan *cutting fluid* yang bersifat non edible seperti minyak jarak, minyak karet dll.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Hartono, Pratikto, A. Suprpto, and Y. S. Irawan, "Aloe vera as cutting fluid optimization using response surface method," *Eastern-European J. Enterp. Technol.*, vol. 1, no. 1–91, 2018, doi: 10.15587/1729-4061.2018.123223.
- [2] P. Hartono, Pratikto, A. Suprpto, and Y. S. Irawan, "Characterisation of aloe vera as cutting fluids," *MM Sci. J.*, vol. 2018, no. March, 2018, doi: 10.17973/MMSJ.2018_03_201768.
- [3] H. N. Gupta, R. C. Gupta, and A. Mittal, *Manufacturing Processes*, 2nd ed. New Delhi: New Age International Ltd., 2009.
- [4] C. S. Wu, Z. Zhang, F. H. Cao, L. J. Zhang, J. Q. Zhang, and C. N. Cao, "Study on the anodizing of AZ31 magnesium alloys in alkaline borate solutions," *Appl. Surf. Sci.*, vol. 253, no. 8, 2007, doi: 10.1016/j.apsusc.2006.08.020.
- [5] H. Gao, B. Ma, R. P. Singh, and H. Yang, "Areal surface roughness of AZ31B magnesium alloy processed by dry face turning: An experimental framework combined with regression analysis," *Materials (Basel)*, vol. 13, no. 10, 2020, doi: 10.3390/ma13102303.
- [6] G. A. Ibrahim, A. Yahya, and R. Saputra, "EFEK PELUMASAN METODE MQL TERHADAP KWALITAS PERMUKAAN BENDA KERJA MAGNESIUM," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, 2018, doi: 10.24127/trb.v7i2.775.
- [7] G. Akhyar, S. Harun, and A. Hamni, "Surface Roughness Values of Magnesium Alloy AZ31 When Turning by Using Rotary Cutting Tool," *INSIST*, vol. 1, no. 1, 2016, doi: 10.23960/ins.v1i1.20.
- [8] M. Villeta, B. De Agustina, J. M. S. De Pipaón, and E. M. Rubio, "Efficient optimisation of machining processes based on technical specifications for surface roughness: Application to magnesium pieces in the aerospace industry," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 60, no. 9–12, 2012, doi: 10.1007/s00170-011-3685-8.
- [9] B. Budiana, F. Nakul, N. Wivanius, B. Sugandi, and R. Yolanda, "Analisis Kekasaran Permukaan Besi ASTM36 dengan menggunakan SurfTest dan Image – J," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 4, no. 2, 2020, doi: 10.30871/jaee.v4i2.2747.
- [10] Am. Mufarrih, "Pengaruh Parameter Proses Gurdi Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Material KFRP Komposit," *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, pp. 403–410, 2017.
- [11] T. Oerbandono, S. Muktiwibowo, and E. Sutikno, "Pengaruh Depth Of Cut dan Variasi Cutting Fluid Terhadap Surface Roughness Aluminium 6061 Hasil Proses Turning," 2014, [Online]. Available: <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/143307>.
- [12] P. Hartono, U. Lesmanah, and M. Anshori, "Analisis Perbandingan Kekasaran Permukaan Pada Proses Turning," *Tek. Mesin*, vol. x, no. x, 2018.
- [13] M. A. Sulaksono, U. Lesmanah, and M. Basjir, "PENGARUH KEDALAMAN POTONG DAN KECEPATAN SPINDLE DENGAN VARIASI PENDINGIN TERHADAP KEKASARAN BAJA ST 42 PADA PROSES BUBUT," *J. Tek. Mesin*, vol. 17, no. 1, pp. 52–59, 2021.
- [14] C. Johan, "Optimasi Umur Pahat Pada Proses Pembubutan Baja ST 42," *J. Dyn. Saint*, vol. 5, no. 2, 2021, doi: 10.47178/dynamicsaint.v5i2.1099.

- [15] 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.
- [16] T. Rochim, *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*, vol. 3, no. 1. 1998.
- [17] D. Rahdiyanta, "Cairan Pendingin Untuk Proses Pemesinan," *Teor. Pemesinan Dasar*, pp. 100–108, 2012, [Online]. Available: <http://staffnew.uny.ac.id/upload/131569341/pendidikan/teori-pemesinan-dasar-cairan-pendingin-cutting-fluid.pdf> [Diakses 23 Desember 2020].
- [18] I. G. Mahayarta, "Permesinan Kering (Dry Machining)," 2013.