

ANALISIS KEAUSAN MATA PAHAT DAN WAKTU PEMOTONGAN PADA PROSES DRILLING BAJA S 45 C

Sobron Y Lubis¹, Reynaldi², Alifya Putri Askolani³, Silvi Ariyanti⁴

^{1,2,3} Jurusan Teknologi Industri, Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta Barat 11440, Indonesia

Phone: (021) 5672548, Fax: (021) 5655521

⁴Program Studi Teknik Industri-Fakultas Teknik- Universitas Mercu Buana

¹E-mail: sobronl@ft.untar.ac.id

ABSTRACT

In the drilling process, to determine the cutting time and cutting tool wear that occurs, it is necessary to know the type of work and the cutting tools used in the work of each component. The difference in cutting parameters is one of the factors that can affect the machining time and the rate of wear and tear of the cutting tool. The higher the cutting speed, the shorter the machining time and the faster wear occurs. This study aims to analyze the cutting time and wear and tear that occurs when the drilling process is carried out. The research was carried out experimentally using a CNC milling machine, the workpiece being cut was S 45 C steel using two types of cutting tools, namely HSS and carbide. The cutting process is carried out so that the cutting tool wears out, observations and measurements of cutting tool wear are carried out using a microscope. HSS tools 114.17 minutes, 103.36 minutes. The results of the research conducted by the carbide cutting tool type have a longer cutting time than the HSS type cutting tool, the cutting time can be seen that the carbide cutting tool type has a cutting time for each combination of cutting parameters 21.27 minutes, 14.10 minutes, and 9.8 minutes and on the HSS cutting tool 14.5 minutes, 8.62 minutes, and 5.07.

Keywords: tool wear, cutting time, cutting parameters

ABSTRAK

Pada proses drilling, untuk mengetahui waktu pemotongan dan keausan mata pahat yang terjadi, maka harus mengetahui jenis pengerjaan dan mata pahat yang digunakan dalam pengerjaan setiap komponen. Perbedaan parameter potong merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi waktu pemesinan serta tingkat kecepatan keausan mata pahat. Semakin meningkatnya kecepatan pemotongan, maka waktu pemesinan akan menjadi lebih singkat dan keausan juga lebih cepat terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis waktu pemotongan dan keausan yang terjadi ketika proses drilling dilakukan. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan mesin milling CNC, benda kerja yang dipotong adalah jenis baja S 45 C menggunakan dua jenis mata pahat yaitu HSS dan karbida. Proses pemotongan dilakukan sehingga mata pahat mengalami keausan, pengamatan dan pengukuran keausan mata pahat dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Dari hasil penelitian yang dilakukan jenis pahat karbida memiliki waktu pemotongan yang lebih lama dibandingkan dengan jenis pahat HSS, waktu pemotongan dapat dilihat bahwa pada jenis pahat karbida memiliki waktu pemotongan untuk masing-masing kombinasi parameter pemotongan 21.27 menit, 14,10 menit, dan 9,8 menit dan pada jenis pahat HSS 14.5menit, 8.62 menit, dan 5.07.

Kata kunci: Keausan pahat, waktu pemotongan, parameter pemotongan

1. PENDAHULUAN

Mesin perkakas yang dikenal dewasa ini dapat membantu menyelesaikan sebuah pekerjaan yang berhubungan dengan logam atau plat, dalam dunia industri ada banyak bermacam-macam mesin perkakas antara lain: mesin bubut, mesin frais, mesin milling, gergaji, gerinda, dan lain-lain. Dalam melakukan proses pemesinan, tidak terlepas dalam penggunaan mata pahat potong, penggunaan mata pahat yang tepat dapat menghasilkan produk yang baik dengan waktu pemesinan yang singkat sesuai dengan jumlah produk yang direncanakan. Namun dalam praktiknya, jika mata pahat digunakan pada kecepatan yang tinggi untuk menghasilkan waktu pemotongan yang pendek, mengakibatkan keausan pada mata pahat lebih awal terjadi, dan hal ini berdampak kepada umur mata pahat yang semakin singkat, dan juga kualitas permukaan benda kerja yang dihasilkan menjadi lebih kasar.

Selama proses pemrosesan terjadi interaksi antara mata bor dengan benda kerja dimana benda kerja terpotong sedangkan mata bor mengalami gesekan. Gesekan yang dialami pahat berasal dari permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong. Akibat gesekan ini pahat mengalami keausan. Keausan pahat ini akan makin membesar sampai batas tertentu sehingga pahat tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan

Dalam literatur tentang kemampuan mesin yang rendah yang disampaikan oleh Castagne (2011) ketika melakukan pemotongan bahan paduan Ti6Al4V adalah sebagai berikut: Pemotongan tinggi suhu terjadi selama pemotongan paduan titanium. Karena konduktivitas termal yang rendah dari paduan ini, panas yang dihasilkan selama proses pemotongan menghilang perlahan dan menyebabkan peningkatan suhu yang berlebihan pada zona pemotongan. Suhu yang dihasilkan mempersingkat masa pakai mata pahat dan juga mengurangi kualitas pengerjaan mesin kualitas permukaan, (Castagne, 2011). Adhesi paduan pada permukaan mata pahat adalah masalah lain yang membuat kemampuan mesin rendah. Serpihan yang melekat pada mata pahat menyebabkan terkikisnya sebahagian bahan mata pahat selama proses pemotongan.(Caliskan,2015).

Permintaan produk dari konsumen dengan kualitas yang baik dan juga persaingan produk yang semakin tinggi. Industry diminta memproduksi produk secara masal dengan waktu singkat dan juga biaya yang efisien. Maka dari itu mesin CNC sangat diperlukan untuk menunjang produktifitas sebuah industri.(Firdaus, 2021)

Maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis keausan yang terjadi pada mata pahat dan waktu proses yang dihasilkan Ketika melakukan proses drilling benda kerja Baja S 45 C dengan menggunakan mesin milling CNC. dari penelitian ini akan dilihat bagaimana pertumbuhan keausan yang terjadi pada mata pahat dengan meningkatnya waktu pemotongan.

Pada proses drilling terdapat beberapa elemen dasar proses yaitu kecepatan potong, *feeding Speed* dan kedalaman potong. Elemen dasar tersebut sering disebut dengan parameter pemotongan. Untuk menentukan besaran kecepatan pemotongan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

Kecepatan pemotongan:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} ; m/min \tag{1}$$

Gerak makan per mata potong:

$$Fz = \frac{V_f}{(n \cdot z)} ; z = 2; mm/rev \tag{2}$$

Kedalaman potong:

$$a = \frac{d}{2}; mm \tag{3}$$

lamanya waktu pemotongan berlangsung dapat diukur Ketika proses pemotongan berlangsung diawali dari mata drill bergerak melakukan pelobangan pada benda kerja hingga selesai, namun waktu pemotongan tersebut dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan berikut:

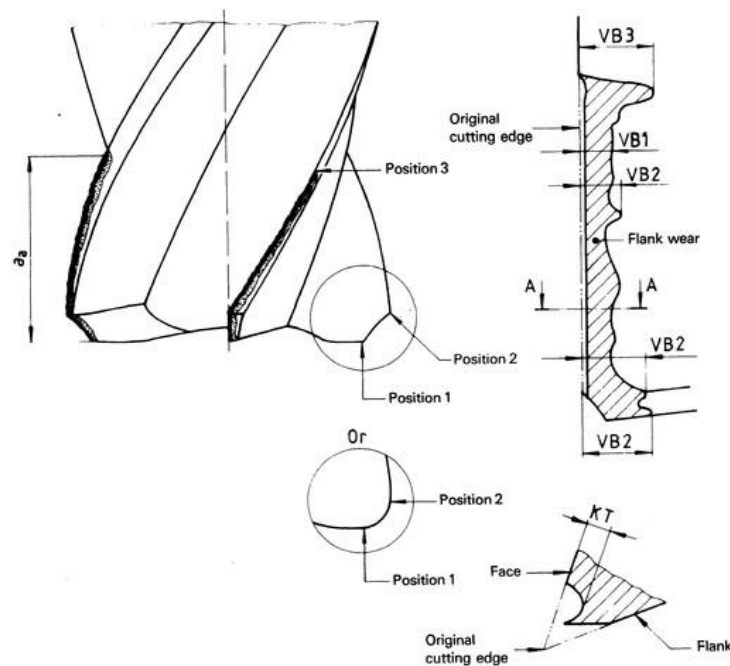
$$t_c = \frac{L}{v_f} ; min \tag{4}$$

Kriteria Keausan Mata Pahat

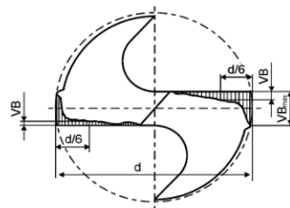
Pahat gundi adalah sebuah pahat potong yang ujungnya berputar dan memiliki satu atau beberapa tepi potong dan galur (*flute*) yang berhubungan kontinu disepanjang badan pahat. Galur ini dapat lurus atau heliks, yang fungsinya adalah sebagai jalan lewatnya geram dan fluida pemotong (cairan pendingin).(Duniawan.2015)

Pada dasarnya dalam semakin besar gaya gesekan antara mata pahat dengan benda kerja maka akan semakin besar pula tingkat keausan dan kerusakannya. Apabila mata pahat itu tetap

digunakan maka akan berdampak kepada mata pahat itu sendiri, mesin perkakas yang digunakan, benda kerja yang dipakai dan juga dapat membahayakan operator yang menjalankan. Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan maka ditetapkan suatu batas keausan yang dianggap sebagai suatu batas kritis dimana pahat tidak boleh lagi digunakan. Pada proses pemotongan keausan pahat dapat terjadi pada bidang utama pahat atau yang kemudian disebut dengan keausan tepi (*flank wear*) dan keausan yang terjadi pada bidang geram disebut dengan keausan kawah (*creater wear*). Keausan tepi merupakan keausan yang sering terjadi pada mata pahat yang disimbolkan dengan VB. Keausan tepi ini merupakan sisi samping pada mata pahat, dimana terletak pada sisi tepi potong utama. Keausan tepi ini terjadi karena ujung bagian mata pahat bersentuhan langsung dengan benda kerja dan menahan gaya pemotongan, keausan ini bermula dari bagian tepi sisi potong dan akan terus melebar.



Gambar 1. Keausan pada end milling dan slot drill.(ISO 8688-2,1989)



Gambar 2. Keausan Tepi (VB). (Kalpakjian, 2014)

Tabel 1. Batasan Keausan Maksimum Umur Pahat (ISO 8688-2,1989)

Pahat	Benda Kerja	V_B (mm)
HSS	Baja dan Besi Tuang	0,3 – 0,8
Karbida	Baja	0,2 – 0,6
Karbida	Besi Tuang dan Non Ferrous	0,4 – 0,6
Keramik	Baja dan Besi Tuang	0,3

Menurut ISO-8688-1/1989, kriteria tes akhir ditetapkan ketika rata-rata keausan pahat mencapai 0,3-0.8 mm untuk mata pahat HSS dan 0.2 – 0.6 untuk mata pahat karbida atau kegagalan fatal pahat diproduksi. Di antara setiap pengujian, mata pahat pemotong yang berbeda digunakan untuk membersihkan benda kerja dari pengujian drilling sebelumnya. Setiap tes diulang tiga kali, menggunakan mata pahat baru untuk setiap pengujian.

(Fernández,2021)

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimenta proses drill benda kerja Baja S 45 C dengan menggunakan mesin CNC milling. Nilai kecepatan pemotongan, kedalaman potong dan hantaran yang digunakan dirujuk melalui table katalog mata pahat drill yang disampaikan pada Tabel 1.

Tabel 2. Katalog Parameter *Drilling* (Groover,2012)

Workpeice material	Surface speed (m/min)	Drill diameter			
		Feed, mm/rev		Speed, r/min	
		1.5 mm	12.5 mm	1.5 mm	12.5 mm
Alluminium alloys	30-120	0.025	0.30	6400-25.00	800-3000
Magnesium alloys	45-120	0.025	0.30	9600-25.000	1100-3000
Copper alloys	15-60	0.025	0.25	3200-12.000	400-1500
Steels	20-30	0.025	0.30	4300-6400	500-800
Stainless steel	10-20	0.025	0.18	2100-4300	250-500
Titanium alloys	6-20	0.010	0.15	1300-4300	150-500
Cast irons	20-60	0.025	0.30	4300-12.000	500-1500
Thermoplastics	30-60	0.025	0.13	6400-12000	800-1500
Thermosets	20-60	0.025	0.10	4100-12000	500-1500

Sehingga parameter pemotongan tersebut dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2. Parameter Pemotongan

Kecepatan Potong (m/menit)	Feed (mm/rev)	Depth of cut (mm)	Spindle (rpm)
20	30	16	910
25	38	16	1140
30	46	16	1365

Pengamatan keausan mata pahat dilakukan dengan menggunakan mikroskop digital Mata drill yang digunakan adalah bahan HSS yang memiliki diameter dan mata *drill* karbida 7 mm. Matrik parameter pemotongan diatas digunakan pada proses drilling untuk kedua jenis mata pahat tersebut. Pada eksperimen ini, mata pahat melakukan proses drilling terhadap benda kerja sehingga dicapainya nilai keausan pada mata drill tersebut.

Dalam penelitian ini parameter yang digunakan divariasikan menjadi 3 yaitu, dengan kecepatan potong 20 m/min, 25 m/min, 30 m/min, kemudian feed 30 mm/rev, 38 mm/rev, 30 mm/rev, dan putaran spindle 910 r/min, 1140 r/min, 1365 r/min dengan kedalaman potong 16 mm, untuk pahat yang digunakan sebanyak 3 pahat HSS dan 3 pahat karbida dengan ukuran 7 mm. Masing-masing pahat menggunakan parameter pemotongan yang telah ditentukan.

Adapun Langkah eksperimen yang dilakukan adalah melakukan proses drill terhadap benda kerja sehingga mata pahat mengalami keausan, untuk setiap kombinasi parameter pemotongan dilakukan suatu proses pemotongan dengan menggunakan mata pahat HSS, kemudian mesin dihentikan untuk mengamati dan mengukut keausan yang terjadi pada mata pahat, jika mata pahat belum menunjukkan tanda keausan maka proses drilling dilanjutkan. Setelah nilai keausan pada mata pahat terjadi, maka pemesinan dihentikan. Kemudian, eksperimen dapat dilanjutkan dengan

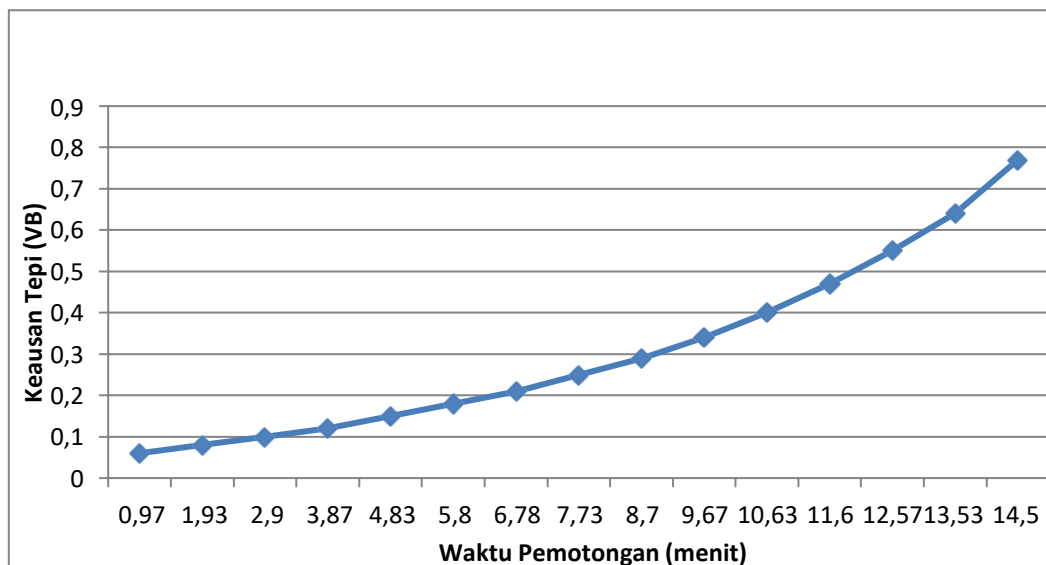
menggunakan kombinasi parameter pemotongan yang berbeda, dengan metode yang sama mata pahat diamati dan diukur. Setelah selesai eksperimen tersebut, dilanjutkan dengan mengganti mata pahat dengan jenis karbida. Proses pengujian mata pahat dan waktu pemotongan dilakukan sama dengan proses sebelumnya. Pengukuran keausan mata pahat dilakukan dengan mikroskop digital dan bantuan aplikasi amcap dan amscope.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran keausan mata pahat dan waktu pemotongan dengan parameter pemotongan sebagai berikut :

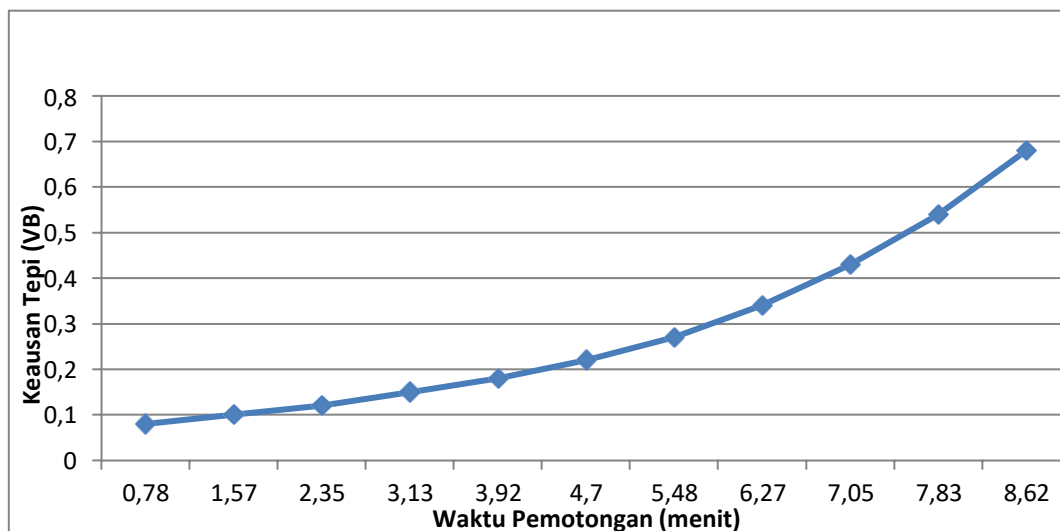
Percobaan (1).

Kecepatan Potong : 20 m/menit, feed : 30 mm/rev Putaran Spindel : 910 r/min,
 Diameter Spindel: 7 mm



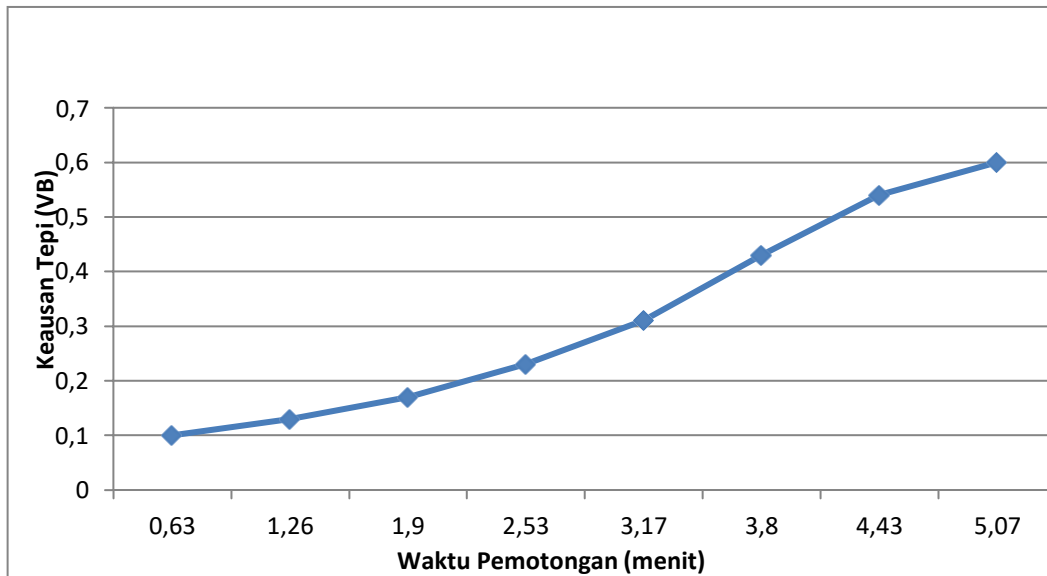
Gambar 3. Waktu Pemotongan Vs Keausan Tepi Mata Pahat HSS (Perc.1)Percobaan (2).

Kecepatan Potong : 25 m/menit, feed : 38 mm/rev
 Putaran Spindel : 1140 r/min, Diameter Spindel : 7 mm

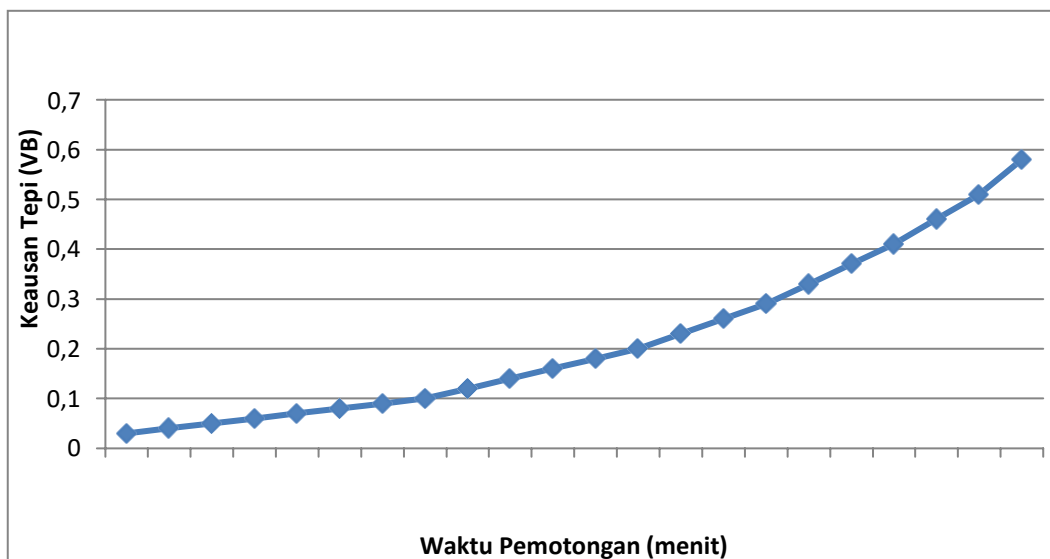


Gambar 4. Waktu Pemotongan Vs Keausan Tepi Mata Pahat HSS (Perc.2) Percobaan (3).

Kecepatan Potong : 30 m/menit, feed : 46 mm/rev
 Spindel : 1365 r/min, Diameter Spindel : 7 mm

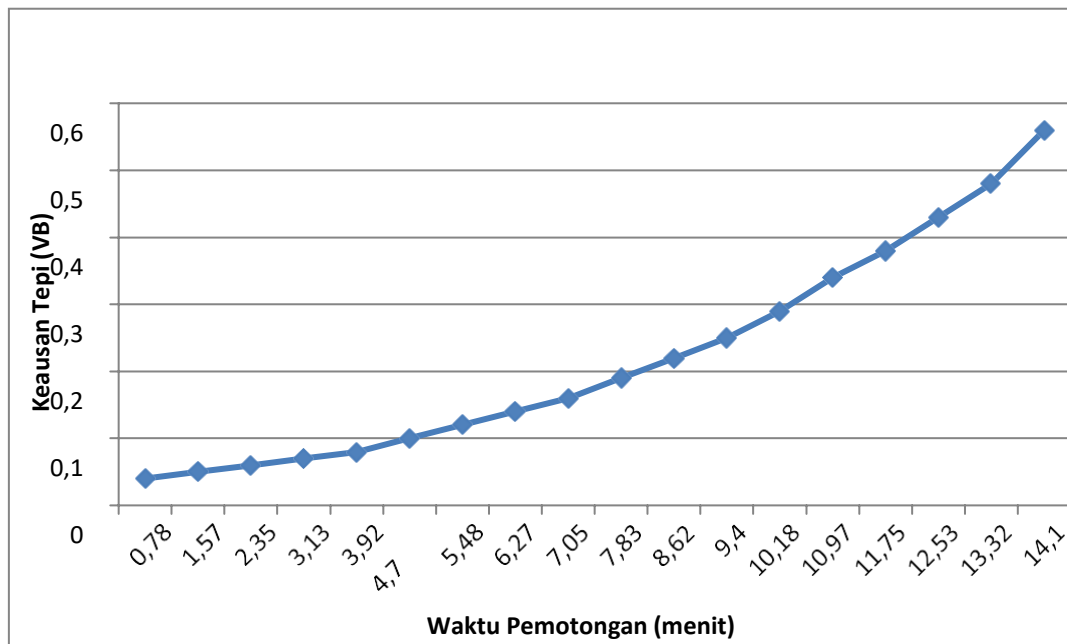


Gambar 5. Waktu Pemotongan Vs Keausan Tepi Mata Pahat HSS (Perc.3)Percobaan (4).
 Kecepatan Potong : 20 m/menit, feed : 30 mm/rev Spindel : 910 r/min, Diameter Spindel: 7 mm

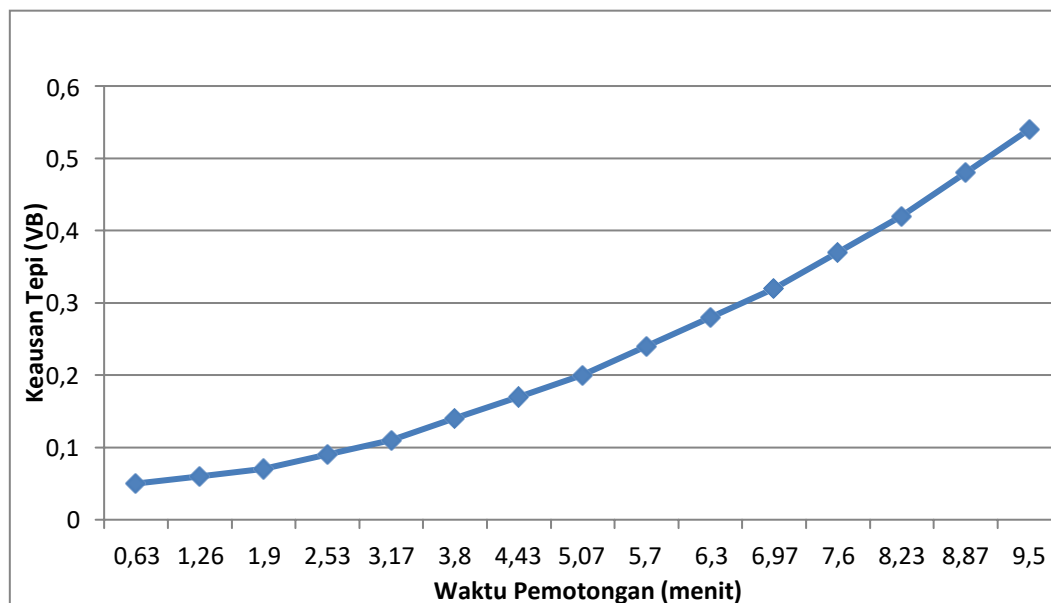


Gambar 6. Waktu Pemotongan Vs Keausan Tepi Mata Pahat Karbida (Perc.4)

Percobaan (5).
 Kecepatan Potong : 25 m/menit, feed : 38 mm/rev
 Spindel : 1140 r/min, Diameter Spindel : 7 mm



Gambar 7. Waktu Pemotongan Vs Keausan Tepi Mata Pahat Karbida (Perc.5) Percobaan (6).
 Kecepatan Potong : 30 m/menit, feed : 46 mm/rev
 Spindel : 1365 r/min, Diameter Spindel : 7 mm



Gambar 8. Waktu Pemotongan Vs Keausan Tepi Mata Pahat Karbida (Perc.6)

Berdasarkan Gambar.3 diketahui bahwa waktu pemotongan mata pahat hingga mengalami keausan adalah 14,5 menit dengan jumlah lubang sebanyak 15, untuk membuat 100 lubang membutuhkan waktu pemotongan sebesar 96,67 menit dengan mata pahat yang digunakan sebanyak 7 pahat.

Hasil pemotongan yang disampaikan pada Gambar. 4 didapati bahwa waktu pemotongan sampai pahat mengalami keausan sebesar adalah 8,62 menit dengan jumlah lubang sebanyak 11, jika mata pahat mampu melakukan pemotongan hingga 7.83 menit untuk membuat 100 lubang membutuhkan waktu pemotongan sebesar 78,36 menit dengan mata pahat yang digunakan

sebanyak 10 pahat.

Berdasarkan hasil yang disampaikan pada Gambar 5 diketahui bahwa waktu pemotongan pahat hingga mengalami keausan adalah 5,07 menit dengan jumlah lubang sebanyak 8, untuk membuat 100 lubang membutuhkan waktu pemotongan sebesar 63,37 menit dengan mata pahat yang digunakan sebanyak 13 pahat.

Kemudian hasil yang disampaikan pada Gambar.6 diketahui bahwa waktu pemotongan sampai pahat mengalami keausan adalah 21,27 menit dengan jumlah lubang sebanyak 22, untuk membuat 100 lubang membutuhkan waktu pemotongan sebesar 96,68 menit dengan mata pahat yang digunakan sebanyak 5 pahat.

Hasil penelitian yang disampaikan pada Gambar.7 diperoleh bahwa waktu pemotongan hingga mata pahat mengalami keausan adalah 14,10 menit dengan jumlah lubang sebanyak 18, untuk membuat 100 lubang membutuhkan waktu pemotongan sebesar 78,33 menit dengan mata pahat yang digunakan sebanyak 6 pahat.

Waktu pemotongan sampai pahat mengalami keausan adalah 9,50 menit dengan jumlah lubang sebanyak 15, untuk membuat 100 lubang membutuhkan waktu pemotongan sebesar 63,3 menit dengan mata pahat yang digunakan sebanyak 7 pahat dapat diketahui pada Gambar 8.

Berdasarkan hasil pengukuran keausan mata pahat dan waktu pemotongan yang dihasilkan menunjukkan bahwa waktu pemotongan menggunakan mata pahat karbida lebih lama berbanding menggunakan mata pahat HSS, hal ini disebabkan sifat material pahat karbida yang memiliki kekerasan lebih tinggi daripada mata pahat HSS sehingga mampu melakukan pemotongan dengan kecepatan yang lebih tinggi dengan waktu potong yang relative lama.

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan jenis pahat karbida memiliki waktu pemotongan yang lebih lama dibandingkan dengan jenis pahat HSS, waktu pemotongan dapat dilihat bahwa pada jenis pahat karbida memiliki waktu pemotongan untuk masing-masing kombinasi parameter pemotongan 21.27 menit, 14,10 menit, dan 9,8 menit dan pada jenis pahat HSS 14.5menit, 8.62 menit, dan 5.07.
2. Mata pahat karbida memiliki kekuatan yang lebih baik dari mata pahat HSS sehingga waktu terjadinya keausan pada mata pahat lebih lama.
3. Kecepatan pemotongan, kekerasan mata pahat merupakan factor yang memberi kontribusi yang signifikan terjadinya keausan pada mata pahat.

Saran

Sebagai saran pada penelitian ini adalah disamping mengetahui keausan mata pahat adalah perlu mengamati kondisi permukaan benda kerja yang dihasilkan agar pada penelitian berikutnya menggunakan alat surface test untuk mengukur nilai kekasaran permukaan benda kerja setiap kali selesai melakukan proses drilling.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdikan Masyarakat Universitas Tarumanagara yang membiayai kegiatan ini priode II Tahun 2021, Program Studi Teknik Mesin Universitas Tarumanagara.

REFERENSI

- Castagne, Sylvie., 2011. The 14th International Esaform Conference On Material Forming: Esaform 2011. AIPConference Proceedings, Volume 1353 p.1523-1528.
- Caliskan, H. A. L. I. L., & Altas, E. M. R. E. (2015). The effect of cutting conditions on cutting forces in milling of Ti6Al4V alloy. *Int. J. Eng. Technol. Nat. Sci*, 13, 13-22.

- Firdaus, F. N., & Susanti, N. A. (2021). Pengaruh Kecepatan Putar Dan Penyayatan Endmill Cutter Type Hss Terhadap Tingkat Kekasaran Aluminium Pada Mesin CNC.
- Duniawan, A. (2015). Pengaruh Variasi Kecepatan Potong Pahat Hss Pengeboran Baja S45c/Aisi 1045 Terhadap Media Pendingin Pada Uji Kekerasan Dan Stuktur Mikro. *ReTII*.
- ISO 8688-2:1989(en) Tool life testing in milling — Part 2: End milling
- Groover, Mikell P., 2012, Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes and Systems, 4th ed.
- Fernández-Lucio, P., Pereira Neto, O., Gómez-Escudero, G., Amigo Fuertes, F. J., Fernández Valdivielso, A., & López de Lacalle Marcaide, L. N. (2021). Roughing Milling with Ceramic Tools in Comparison with Sintered Carbide on Nickel-Based Alloys. *Coatings*, 11(6), 734.
- Bahurdin, M. M., Baharudin, B. T. H. T., & Ismail, N. Optimization of Face-Milling Machining Parameters for Cutting Tool Lifespan Using Taguchi Method.
- Cabibbo, M., Forcelllese, A., Raffaelli, R., & Simoncini, M. (2017). Reverse engineering and scanning electron microscopy applied to the characterization of tool wear in dry milling processes. *Procedia CIRP*, 62, 233-238.
- Kalpakjian Serope, Steven R. Schmid. 2014, Manufacturing Engineering & Technology 7th Edition. New Jersey: Prentice Hall.
- <https://www.ssroundbar.com/roundbar-rodbar/carbonsteel-roundbar-carbonsteel-rodbar/rodbar-type-s45c-carbonsteel-roundbar/>
- Lubis, S. Y., & Christian, A. (2016) Analisis Topografi Permukaan Logam Dan Optimasi Parameter Pemotongan Pada Proses Milling Aluminium Alloy..
- Wika, K. K., Litwa, P., & Hitchens, C. (2019). Impact of supercritical carbon dioxide cooling with Minimum Quantity Lubrication on tool wear and surface integrity in the milling of AISI304L stainless steel. *Wear*, 426, 1691-1701.
- de Escalona, P. M., Cassier, Z., & Lovera, C. (2013). An Empirical Model For Surface Roughness Prediction When Considering The Tool Wear On A Face Milled 1045 Carbon Steel.

(halaman kosong)