



Pengaruh kecepatan potong terhadap keausan dan panjang pemakanan mata pahat keramik alumina pada pembubutan *cast iron*

The influence of cutting speed on tool wear and feed length of alumina ceramic cutting tool in cast iron turning

A.R. Nistelroy*, S.Y. Lubis, A. Riza

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1, Kota Jakarta Barat, Jakarta, Indonesia, 11400. HP. 085156091506

*E-mail: andre.515200014@stu.untar.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 12 June 2024

Accepted 13 July 2024

Available online 01 October 2024

Keywords:

Dry turning

Insert ceramic alumina

Cast iron

Tool wear



Turning is a metal forming process to produce cylindrical machine parts made using a lathe machine. Cast iron is one of the materials that has hard and brittle properties, therefore a harder and tougher type of cutting tools is needed. One type of cutting tools that has hardness and resistance to high temperatures is alumina-based ceramic. This study aims to analyze the alumina ceramic cutting tools by determining the level of wear that occurs with various cutting variables in cast iron turning. The experiment was carried out using a conventional lathe while the tool used was an alumina-based ceramic tool with a dry turning process without cooling. The cutting parameters used were cutting speed: 141,3 m/min, 222,9 m/min, 351,6 m/min, Spindle rotation: 450 r/min, 710 r/min, 1120 r/min, Depth of Cut: 0.1 mm, Feedrate : 0.1 mm. The turning process was carried out with a time span of 5 minutes and then the tool wear value (V_b) was measured at 0,3 mm. The experimental results showed that at a cutting speed of 141,3 mm/min, the tool wear was 0,3 mm with a total feed length of 1575 mm for 35 minutes. At V_c 222,9 mm/min the tool wear was 0,35 mm with a total feed length of 1420 mm for 20 minutes. At V_c 351,6 the tool wear was 0,32 mm with a total feed length of 1680 mm for 15 minutes.

Dinamika Teknik Mesin, Vol. 14, No. 2, Oktober 2024, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729

1. PENDAHULUAN

Pada perkembangan industri saat ini, proses pembentukan logam atau *metal forming process* dibutuhkan dalam membuat komponen-komponen mesin dengan tingkat presisi tinggi yang biasanya menggunakan mesin bubut. Dalam proses pembubutan, parameter kecepatan potong sangat berpengaruh karena dapat menentukan jumlah produk yang akan dihasilkan, semakin tinggi kecepatan potong tentu saja mata pahat yang digunakan akan semakin mengalami keausan, disamping itu temperatur pada proses pemotongan juga mempengaruhi nilai

keausan yang terjadi. Proses pemakanan terjadi ketika mata pahat bersentuhan atau terkena kontak dengan benda kerja yang dapat menyebabkan perubahan temperatur tinggi di area tersebut. Hal ini berpengaruh terhadap keausan mata pahat, kualitas permukaan dan waktu pemesinan (Bayuseno, 2010). Dalam industri modern, peningkatan permesinan dan peningkatan produktivitas telah menjadi tujuan yang sangat penting. Fokus industri permesinan saat ini adalah untuk mencapai kualitas tinggi dalam hal ketepatan dimensi benda kerja, hasil akhir permukaan, tingkat produksi yang tinggi, keausan alat potong yang lebih sedikit, ekonomi permesinan untuk menghemat biaya, dan kinerja produk yang lebih baik dengan dampak lingkungan yang lebih rendah (Modi dkk, 2019). Banyak penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kemampuan permesinan untuk mengidentifikasi parameter proses pembubutan dengan menggunakan pemodelan dan teknik optimasi untuk mendapatkan karakteristik hasil permesinan yang baik. Optimasi parameter diperlukan untuk mengurangi gaya potong dalam proses permesinan. Gaya potong yang terlalu tinggi dapat menyebabkan temperatur meningkat antara benda kerja dan pahat bubut. Ini terjadi karena perubahan energi pemotongan menjadi energi panas, yang menyebabkan gesekan antara benda kerja dan pahat, yang menyebabkan penyerpihan pada pahat, yang pada saatnya dapat menyebabkan pahat menjadi rusak dan patah (Aden dan Nurrohkeyati, 2022). Selama proses pemesinan, pahat bersentuhan dengan benda kerja dan mengalami gesekan karena permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong. Gesekan menyebabkan pahat mengalami keausan dan dapat menyebabkan pahat menjadi tidak dapat dipergunakan lagi atau rusak (Lubis dkk, 2023). Besar gaya potong dapat dipengaruhi oleh jenis pahat yang dipilih untuk proses pemesinan sesuai dengan jenis material. Salah satu hal yang harus dipertimbangkan adalah kemampuan pahat untuk menahan gesekan yang mengakibatkan keausan pada mata pahat (Nasution dkk, 2021).

Cast iron adalah material yang mudah dibentuk dan berkembang selama bertahun-tahun seiring dengan kemajuan teknis dan ilmiah. Pada tahun 2019, berbagai bentuk *cast iron* telah mewakili 70% dari 110 juta ton logam per tahun yang diproduksi di seluruh dunia, 10% untuk baja tuang, 20% untuk aluminium dan paduan lainnya (*Census of World Casting Production*). *Cast iron* sudah menarik untuk digunakan dalam berbagai aplikasi pertanian, rumah tangga, dan dekorasi. Sangat menarik untuk melihat evolusi *cast iron* dari awal kemunculannya hingga era modern, karena *cast iron* pertama kali muncul selama zaman besi, ketika suhu tungku cukup tinggi untuk memrosesnya (Lacaze dkk, 2021).

Salah satu material logam yang memiliki kekerasan tinggi tetapi memiliki sifat rapuh adalah *cast iron* atau bisa disebut besi tuang yang telah lama digunakan oleh manusia dan pada saat ini hampir 80% digunakan untuk mesin kendaraan. Besi tuang ini terdiri dari paduan besi dan karbon eutektik dan memiliki titik leleh sekitar 1200° C, dengan titik lebur yang rendah sehingga membuat penggunaan bahan bakar untuk peleburan logam lebih efisien dan murah (Lubis dkk, 2020). Dalam proses pemotongan logam, terjadi interaksi antara pahat, chip, dan benda kerja yang dapat menyebabkan keausan pahat dan kerusakan pada pahat, seperti deformasi plastis, chipping, termal dan retakan mekanis (Lubis dkk, 2019). Oleh karena itu, diperlukan suatu jenis mata pahat yang memiliki kekuatan lebih dan tahan terhadap temperatur tinggi. Salah satu jenis mata pahat yang memiliki ketahanan aus, peningkatan kekerasan dan ketahanan panas tinggi adalah mata pahat keramik berbasis alumina (Al_2O_3),

Mata pahat keramik berbasis alumina ini terbuat melalui proses sintering yang memiliki banyak sifat fisik dan mekanik penting, seperti ketidakaktifan kimia yang tinggi, kekerasan yang lebih tinggi, ketahanan panas yang lebih baik, dan ketahanan aus yang lebih baik, yang memastikan proses pemotongan yang sangat baik saat digunakan pada pembubutan *cast iron* (Lubis, 2023; Sherman dkk, 2000). Mata pahat keramik alumina telah banyak digunakan pada proses pemotongan karena memiliki kelebihan seperti stabilitas kimiawi yang sangat baik dan memiliki kekerasan yang tinggi dan tahan terhadap suhu tinggi, sehingga sangat cocok untuk digunakan pada aplikasi industri khususnya pemotongan material *cast iron* untuk menghasilkan permukaan yang baik dibandingkan dengan material mata pahat lain seperti *High Speed Steel* dan *Carbide* (Arab dkk, 2019). Karena parameter pemotongan dapat meningkatkan produktivitas, tetapi dapat merusak kualitas permukaan akhir dan masa pakai pahat, pemilihan parameter pemotongan yang tepat sangat penting untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi dan murah (Azhar dkk, 2023). Mata pahat keramik alumina juga memiliki sifat dan ciri ciri yang berbeda dibandingkan logam atau polimer karena perbedaan pada ikatan atom-atomnya (Rochim, 1993).

Berdasarkan latar belakang yang tersebut maka diperlukan penelitian untuk mengetahui bagaimana pengaruh kecepatan potong pada pembubutan *cast iron* terhadap nilai keausan yang terjadi dan berapa panjang total pemakanan dan waktu pemakaian mata pahat keramik alumina. Eksperimen dilakukan untuk menganalisis nilai keausan pada mata pahat kecepatan potong 141,3 m/menit, 222,9 m/menit dan 351,6 m/menit, kedalaman potong 0,05 mm, *feedrate* 0,1 mm dengan nilai batas keausan (V_b) sebesar 0,3 mm.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan mesin bubut konvensional yang memvariasikan tiga kecepatan potong kemudian dilakukan pengamatan dan pengukuran keausan mata pahat setiap 5 menit dengan batasan nilai keausan tepi (V_b) sebesar 0,3 mm, proses pemesian dilakukan tanpa menggunakan media pendingin/coolant. Untuk tabel design eksperimen dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Design eksperimen

Keterangan	1	2	3
Kecepatan spindle (r/menit)	450	710	1120
Kecepatan potong (m/menit)	141,3	222,9	351,6
Kedalaman pemotongan (mm)		0,05	
Feedrate (mm/putaran)		0,1	
Mesin perkakas	Mesin bubut konvensional		
Jenis mata pahat	Keramik berbasis alumina		
Jenis material	Cast iron		

Proses pembubutan dilakukan pada variasi kecepatan potong 141,3 m/min, 222,9 m/min dan 351,6 m/min dengan kedalaman potong 0,05 mm dan hantaran pemotongan 0,1 mm. Pembubutan benda kerja dilakukan sepanjang 150 mm selama 5 menit, kemudian mata pahat diukur nilai keausannya (V_b) apakah sudah mencapai 0,3 mm atau belum dengan menggunakan mikroskop digital. Jika nilai keausan sudah mencapai 0,3 mm maka mata pahat dapat dianggap sudah aus. Apabila mata pahat belum mencapai V_b 0,3 mm, maka dilakukan pembubutan ulang sehingga mata pahat dapat mencapai batas keausan yang telah ditetapkan. Setiap parameter pembubutan dilakukan menggunakan mata pahat yang baru. Berikut adalah peralatan dan bahan yang digunakan pada penelitian ini :

1. *Microtara turn master 35 lathe*

Penelitian ini menggunakan mesin bubut konvensional dengan tipe *Microtara Turn Master 35 Lathe* yang terdapat di laboratorium proses produksi teknik mesin universitas tarumanagara.



Gambar 1. Mesin bubut konvensional

2. *Tool holder SCLCR2020K12*

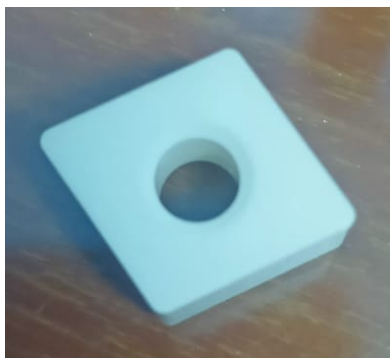
Mata pahat yang digunakan berbentuk insert sehingga diperlukan sebuah *tool holder* agar mata pahat dapat digunakan. Gambar *tool holder* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. *Tool holder*

3. Mata pahat keramik berbasis alumina

Jenis mata pahat yang digunakan adalah mata pahat keramik berbasis alumina yang tahan terhadap temperatur tinggi.



Gambar 3. Mata pahat alumina

4. Material benda kerja *cast iron*

Benda kerja yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Gray Cast Iron* dengan diameter 100 mm, panjang 200 mm yang akan dibubut sepanjang 150 mm. Gambar benda kerja *cast iron* dan karakteristik material dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 2.



Gambar 4. *Cast iron*

Tabel 2. Karakteristik material *cast iron* (Lubis dkk, 2020)

<i>Characteristic</i>	<i>Description</i>
<i>Density</i>	$706 \times 10^3 - 734 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
<i>Modulus elastic</i>	124 Gpa
<i>Thermal expansion (20°C)</i>	9,0 x
<i>Specific heat capacity (25°C)</i>	490 j/(kg x K)
<i>Conductivities thermal</i>	53,3 W/(m x K)
<i>Electrical resistivaitality</i>	1,1 x
<i>Tensile stress</i>	276 Mpa
<i>Hardness</i>	180 – 302 HB, <i>hardness brinnel</i>

5. Mikroskop digital

Untuk mengukur nilai keausan yang terjadi pada mata pahat keramik alumina, maka digunakan mikroskop digital untuk mengamati nilai keausan.



Gambar 5. Mikroskop digital

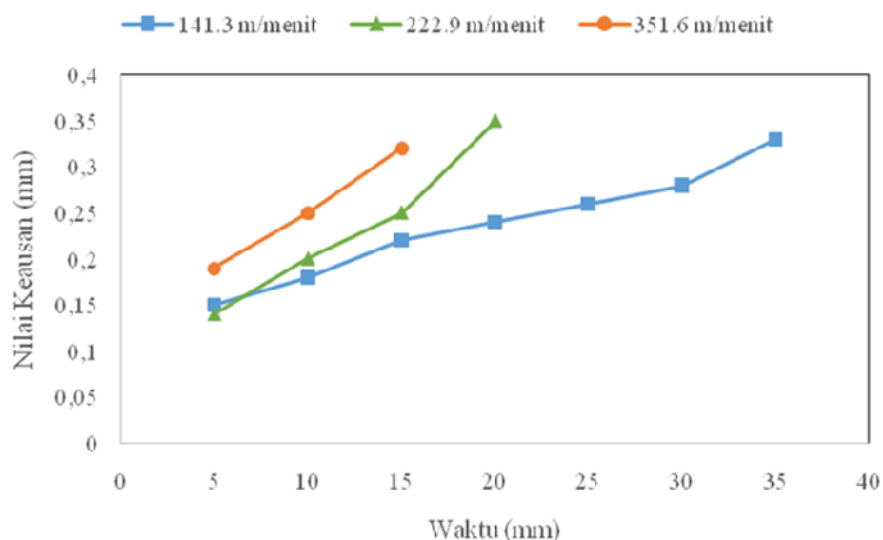
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai keausan dari pengujian mata pahat keramik alumina pada pembubutan *cast iron* pada kecepatan potong (V_c) yang bervariasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai keausan mata pahat proses pembubutan

V_c (m/menit)	Waktu (menit)	V_b (mm)
141,3	5	0,15
	10	0,18
	15	0,22
	20	0,24
	25	0,26
	30	0,28
	35	0,33
222,9	5	0,14
	10	0,20
	15	0,25
	20	0,35
351,6	5	0,19
	10	0,25
	15	0,32

Pada Tabel 3, terdapat 3 data specimen pengujian mata pahat yang berbeda menggunakan mesin bubut dengan 3 kecepatan potong 141,3 m/menit, 222,9 m/menit dan 351,6 m/menit. Mata pahat yang digunakan adalah mata pahat keramik berbasis alumina yang berdasarkan hasil pengujian di atas memiliki rekomendasi V_c 141,3 m/menit dengan 450 RPM. Hal ini dikarenakan pada V_c 141,3 m/menit pertumbuhan keausan pada mata pahat cenderung stabil dan lebih tahan lama. Gambar 6 menunjukkan pertumbuhan nilai keausan dengan variasi kecepatan potong.



Gambar 6. Pertumbuhan nilai keausan mata pahat pada variasi kecepatan potong

Gambar 6 menunjukkan bahwa pertumbuhan keausan yang terdapat pada V_c 141,3 m/menit, keausan mata pahat (V_b) menunjukkan tren peningkatan yang signifikan seiring bertambahnya waktu pemotongan. Pada 5 menit pertama, V_b mencapai 0,15 mm, namun terus meningkat hingga mencapai 0,33 pada menit ke 35. Hal ini menunjukkan bahwa pada kecepatan potong yang rendah, mata pahat mampu bertahan lebih lama sebelum mengalami keausan atau sebelum V_b mencapai 0,3 mm. Sementara itu, pada kecepatan potong yang lebih tinggi yaitu 222,9 m/menit, keausan mata pahat juga meningkat dengan cepat. Pada 5 menit pertama, nilai keausan sudah mencapai 0,14mm dan terus meningkat hingga 0,35 mm pada menit ke 20. Peningkatan kecepatan pemotongan secara signifikan mempercepat laju keausan mata pahat. Pada kecepatan potong tertinggi yaitu 351,6 m/menit, keausan mata pahat menunjukkan tren yang serupa. Pada 5 menit pertama, keausan mata pahat sudah mencapai 0,19mm dan terus meningkat hingga 0,32 mm pada menit ke 15. Kecepatan pemotongan yang sangat tinggi ini jelas memberikan beban yang berat pada mata pahat sehingga menyebabkan keausan yang lebih cepat terjadi.

Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan pemotongan (V_c), semakin cepat pula laju keausan mata pahat (V_b) yang terjadi. Pada kecepatan pemotongan yang lebih rendah, 141,3 m/menit, keausan mata pahat meningkat secara bertahap seiring dengan bertambahnya waktu pemotongan. Namun, pada kecepatan pemotongan yang lebih tinggi yaitu pada V_c 222,9 m/menit dan 351,6 m/menit, keausan mata pahat meningkat dengan lebih cepat. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti peningkatan gaya pemotongan, gesekan dan panas yang dihasilkan pada kecepatan pemotongan yang lebih tinggi.

Persamaan waktu spesifik ketika mata pahat mencapai nilai keausan V_b 0,3 mm, dapat digunakan persamaan fungsi eksponensial sebagai berikut.

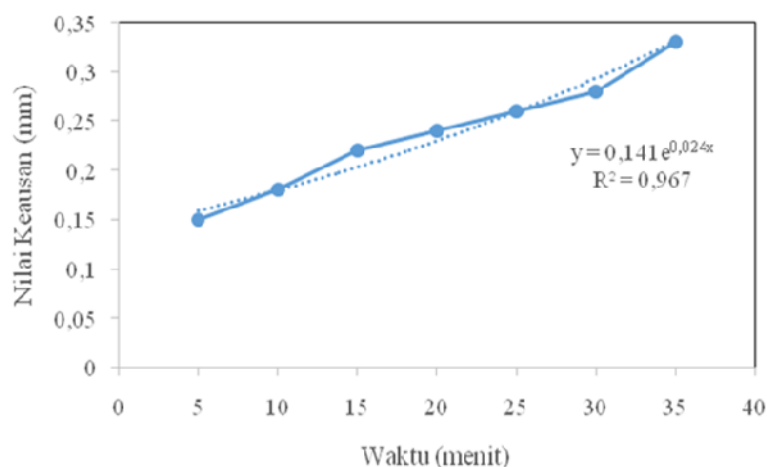
$$y = a^{bx} \tag{1}$$

Pada persamaan (1), nilai x dapat diturunkan menggunakan persamaan logaritma persamaan (2) sebagai berikut.

$$x = \frac{\ln(y/a)}{b} \tag{2}$$

Berdasarkan persamaan (1) dan (2), maka dapat ditentukan hasil spesifikasi waktu saat V_b menyentuh 0,3 mm pada masing masing grafik pada kecepatan potong dibawah ini.

- Spesifikasi waktu pada Vc 141,3 m/menit

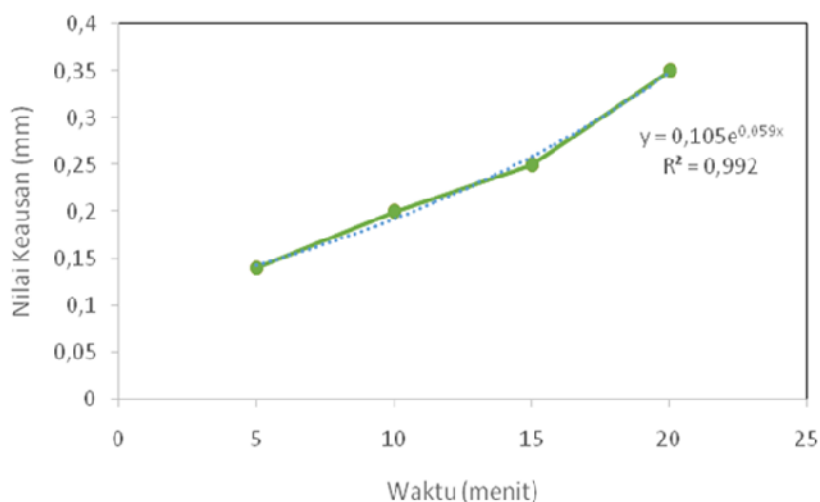


Gambar 7. Pertumbuhan nilai keausan mata pahat pada Vc 141,3 m/menit

$$x = \frac{\ln(y/a)}{b} = \frac{\ln(0,3/0,1413)}{0,0244} = 30,9 \text{ menit}$$

Berdasarkan persamaan yang telah dihitung, dapat diketahui spesifikasi waktu saat Vb mencapai nilai 0,3 mm pada kecepatan potong (Vc) 141,3 m/menit yaitu pada 30,9 menit.

- Spesifikasi waktu pada Vc 222,9 m/menit

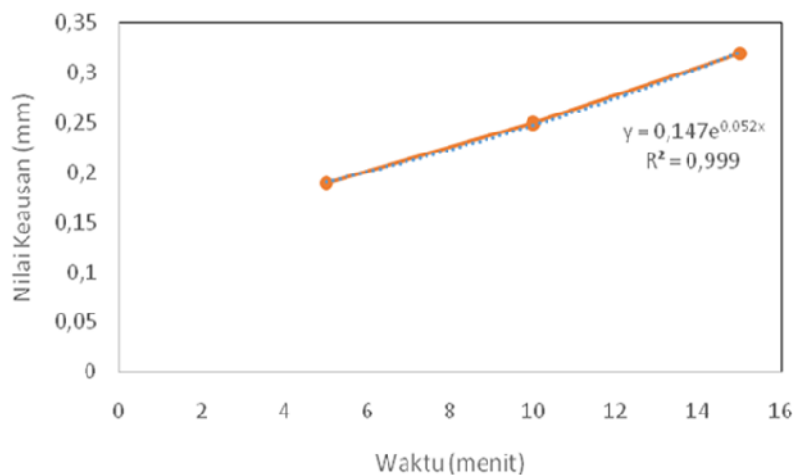


Gambar 8. Pertumbuhan nilai keausan mata pahat pada Vc 222,9 m/menit

$$x = \frac{\ln(y/a)}{b} = \frac{\ln(0,3/0,1058)}{0,0594} = 17,6 \text{ menit}$$

Berdasarkan persamaan yang telah dihitung, dapat diketahui spesifikasi waktu saat Vb mencapai nilai 0,3 mm pada kecepatan potong (Vc) 222,9 m/menit yaitu pada 17,6 menit.

- Spesifikasi waktu pada Vc 351,6 m/menit



Gambar 8. Pertumbuhan nilai keausan mata pahat pada Vc 351,6 m/menit

$$x = \frac{\ln(y/a)}{b} = \frac{\ln(0,3/0,1471)}{0,0521} = 13,7 \text{ menit}$$

Berdasarkan persamaan yang telah dihitung, dapat diketahui spesifikasi waktu saat Vb mencapai nilai 0,3 mm pada kecepatan potong (Vc) 351,6 m/menit yaitu pada 13,7 menit. Untuk menghitung kecepatan pemakanan per menit (*feed rate*), maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut.

$$F = \text{Hantaran per putaran} \times \text{kecepatan spindle} \quad (3)$$

Sedangkan, untuk menghitung total panjang pemakanan, maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut.

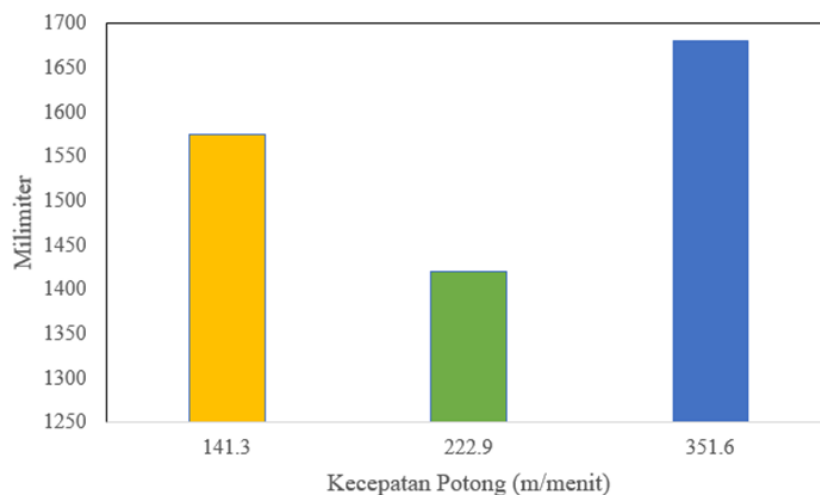
$$\text{Total pemakanan} = F \times \text{waktu pemakanan} \quad (4)$$

Berdasarkan Persamaan (3) dan (4), maka dapat dihitung total panjang pemakanan mata pahat keramik alumina pada pembubutan *cast iron* dengan masing masing kecepatan potong yang bervariasi sebagai berikut.

Tabel 4. Totalpanjang pemakanan dengan variasi kecepatan potong (Vc)

Vc (mm/putaran)	Feedrate (mm/menit)	Waktu (menit)	Total Pemakanan (mm)
141,3	45	35	1575
222,9	71	20	1420
351,6	112	15	1680

Berdasarkan Tabel 4, maka dapat dibuat gambar 9 total panjang pemakanan yang telah dihitung. Pada kecepatan potong 141,3 mm/menit, total panjang pemakanan yang dihasilkan adalah 1575 mm dengan waktu pemakanan yang lebih panjang selama 35 menit dan nilai keausan mata pahat sebesar 0,33 mm. Meskipun panjang pemakanan total cukup besar, waktu yang diperlukan lebih lama dibandingkan dengan kecepatan potong yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi waktu kurang optimal pada kecepatan potong yang rendah yang berarti mata pahat dapat bertahan lebih lama tanpa mengalami keausan yang signifikan. Namun, efisiensi waktu kurang optimal dengan laju pemakanan 45 mm/menit, yang terendah di antara variasi kecepatan potong yang diteliti. Hal ini terjadi karena beban dan gesekan yang diterima mata pahat lebih kecil sehingga mata pahat mampu bertahan hingga menit ke 35. Oleh karena itu, meskipun kecepatan potong ini baik untuk menjaga umur pakai mata pahat, efisiensi waktu pemakanan menjadi pertimbangan penting. Dalam aplikasi di mana waktu bukan faktor utama, kecepatan potong 141,3 mm/menit dapat menjadi pilihan yang baik untuk meminimalkan keausan mata pahat.



Gambar 9. Total panjang pemakanan dengan variasi V_c

Pada kecepatan potong 222,9 mm/menit, total panjang pemakanan yang dicapai adalah 1420 mm dalam waktu 20 menit. Dibandingkan dengan kecepatan potong rendah 141,3 mm/menit, yang mencapai 1575 mm dalam 35 menit, kecepatan potong 222,9 mm/menit menghasilkan panjang pemakanan yang sedikit lebih rendah tetapi dalam waktu yang lebih singkat. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun panjang pemakanan total sedikit berkurang, efisiensi waktu meningkat secara signifikan. Kecepatan potong 222,9 mm/menit memberikan hasil yang seimbang dalam hal keausan mata pahat dan efisiensi waktu. Keausan sebesar 0,14 mm menunjukkan bahwa mata pahat masih dapat digunakan dengan efisien tanpa mengalami keausan berlebih. Laju pemakanan sebesar 71 mm/menit memberikan peningkatan efisiensi yang signifikan dibandingkan dengan kecepatan potong rendah, meskipun tidak secepat pada kecepatan potong tertinggi. Oleh karena itu, kecepatan potong 222,9 mm/menit dapat dianggap sebagai pilihan yang baik untuk mencapai keseimbangan antara umur pakai alat dan efisiensi pemakanan.

Pada kecepatan potong 351,6 mm/menit, total panjang pemakanan yang dicapai adalah 1680 mm dalam waktu 15 menit. Ini merupakan panjang pemakanan tertinggi di antara semua variasi kecepatan potong yang diteliti, menunjukkan bahwa kecepatan potong yang lebih tinggi memungkinkan pemakanan material yang lebih cepat dan efisien. Tingginya kecepatan potong menyebabkan total panjang pemakanan yang lebih besar namun berpengaruh terhadap waktu pemakanan yang menjadi lebih pendek karena mata pahat lebih cepat mengalami keausan. Kecepatan potong yang tinggi cenderung meningkatkan keausan pada mata pahat karena menghasilkan gesekan dan panas yang lebih besar sehingga mata pahat lebih cepat mengalami keausan dan mengurangi umur pakai mata pahat. Kecepatan potong 351,6 mm/menit menunjukkan keausan mata pahat sebesar 0,32 mm, yang berarti mata pahat mengalami keausan lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan potong yang lebih rendah. Namun, efisiensi waktu sangat optimal dengan laju pemakanan 112 mm/menit, yang tertinggi di antara semua kecepatan potong yang diteliti. Oleh karena itu, meskipun kecepatan potong ini mengurangi umur pakai mata pahat, efisiensi waktu pemakanan sangat tinggi, menjadikannya pilihan yang baik dalam aplikasi di mana kecepatan pemrosesan dan efisiensi waktu sangat penting.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis terhadap hasil eksperimen yang telah dilakukan pada penelitian, berdasarkan kecepatan potong 141,3 mm/menit, keausan mata pahat tercatat sebesar 0,33 mm. Total panjang pemakanan yang dicapai adalah 1575 mm dalam waktu 35 menit, dengan total pemakanan sebesar 45 mm/menit, yang juga merupakan laju pemakanan terendah. Meskipun keausan mata pahat paling minimal, efisiensi waktu kurang optimal. Pada kecepatan potong 222,9 mm/menit, keausan mata pahat meningkat menjadi 0,35 mm. Total panjang pemakanan yang dicapai adalah 1420 mm dalam waktu 20 menit, dengan laju pemakanan sebesar 71 mm/menit. Kecepatan potong ini memberikan keseimbangan antara keausan mata pahat dan efisiensi waktu, menunjukkan peningkatan efisiensi yang signifikan dibandingkan dengan kecepatan potong rendah. Pada kecepatan potong 351,6 mm/menit, keausan mata pahat tercatat sebesar 0,32 mm. Total panjang pemakanan yang dicapai adalah 1680 mm dalam waktu 15 menit, dengan laju pemakanan sebesar 112 mm/menit, yang merupakan laju pemakanan tertinggi. Meskipun keausan mata pahat meningkat, efisiensi waktu sangat tinggi. Secara umum, keausan mata pahat meningkat dengan meningkatnya kecepatan potong, sementara efisiensi

waktu juga meningkat. Kecepatan potong 222,9 mm/menit menawarkan keseimbangan terbaik antara keausan mata pahat dan efisiensi waktu, menjadikannya pilihan yang baik untuk mencapai kinerja alat yang optimal tanpa mengorbankan umur pakai mata pahat secara signifikan. Dalam pemilihan kecepatan potong yang optimal, penting untuk mempertimbangkan kebutuhan spesifik dari proses pembubutan, apakah prioritasnya adalah umur pakai mata pahat atau efisiensi waktu pemakanan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan atas dukungan dan bantuan yang diberikan kepada kerabat dan keluarga yang telah terlibat baik segi materi maupun pikiran dalam penulisan jurnal ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh staff dan Kepala Laboratorium Proses Manufaktur Prodi Teknik Mesin Universitas Tarumanagara Jakarta yang telah memfasilitasi alat dan mesin yang digunakan untuk pengambilan data dalam penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di masa depan. Terima kasih.

DAFTAR NOTASI

a	: Basis dari fungsi eksponensial
b	: Koefisien dari pangkat
x	: Variable
F	: Feed rate (m/putaran)

DAFTAR PUSTAKA

- Aden, N.A.B., Nurrohmayati, A.S., Analisis perubahan temperatur mata pahat karbida pada proses pembubutan baja aisi 1045 dengan fem-simulation di pt x, teknosains, Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika, 9(2), 65–73, 2022.
- Arab, A., Sktani, Z.D.I., Zhou, Q., Ahmad, Z.A., Chen, P., Effect of mgo addition on the mechanical and dynamic properties of zirconia toughened alumina (ZTA) ceramics, *Materials*, 12(15), 2019.
- Azhar, A.A., Azlan, U.A.A., Bakar, H.A., Tamin, N., Herawan, S.G., Ahmad, Z., Friction comparison and wear analysis of ceramic cutting tools made from alumina-zirconia-chromia content, *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*, 112(1), 175–182, 2023.
- Bayuseno, A.P., Kajian pustaka tentang keausan pada pahat butut, *Rotasi*, 12(2), 38–41, 2010.
- Census of word casting production, *Modern Casting*, pp, 22–25, 2019.
- Lacaze, J., Dawson, S., & Hazotte, A., Cast iron: a historical and green material worthy of continuous research, *International Journal of Technology*, 12(6), 1123–1138, 2021.
- Lubis, M.S.Y., Djamil, S., Steven, D., Andri., Tool life investigation of carbide cutting tools in the turning of cast iron material, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 725(1), 2020.
- Lubis, M.S.Y., Karakteristik Kekasaran Permukaan Cast Iron Pada Pembubutan Menggunakan Mata Pahat Keramik Alumina, 16(1), 1–4, 2023.
- Lubis, M.S.Y., Djamil, S., Zebua, Y.K., Effect of cutting speed in the turning process of aisi 1045 steel on cutting force and built-up edge (bue) characteristics of carbide cutting tool, *Sinergi*, 24(3), 171, 2020.
- Lubis, M.S.Y., Riza, A., Michel, J., Ariyanti, S., Analisis pertumbuhan keausan pahat pada pembubutan material mild steel, *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 2(3), 8–14, 2023.
- Lubis, M.S.Y., Darmawan, S., Malik, R., The influence of cutting speed variation in turning of AISI 304 materials on wear and tool life coated carbide cutting tools, *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 10(06), 203–210, 2019
- Modi, M., Agarwal, G., Patil, V., Khare, A., Shukla, S., Sankhala, A., Modeling and analysis of turning process on lathe machine by taguchi and anova approach, *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(10), 1466–1470, 2019.
- Nasution, A.R., Damanik, W.S., Affandi, Analisa gaya potong pada proses pemesinan turning menggunakan bahan politetrafluoroetilena (PTFE), *Sintesa*, 1(1), 649–658, 2021.
- Nasution, A.R., Rahmatullah, R., Harahap, J., Pengaruh variasi putaran spindel terhadap gaya potong pada proses pemesinan, *Vocational Education and Technology Journal*, 2(2), 92–99, 2021.
- Rochim, T., Teori & teknologi proses pemesinan, HEDS, Bandung, 1993.
- Sherman, D., Brandon, D., Mechanical properties and their relation to microstructure, In *Handbook of Ceramic Hard Materials*, 2000.