

## Analisis Pertumbuhan Keausan Pahat Pada Pembubutan Material Mild Steel

### *Analysis Of Tool Wear Growth In Turning Of Mild Steel Material*

Muhammad Sobron Yamin Lubis<sup>1\*</sup>, Abrar Riza<sup>1</sup>, John Michel<sup>1</sup>, Silvi Ariyanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta 11440, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana, Jakarta 11650, Indonesia

\*Corresponding author: [sobronl@ft.untar.ac.id](mailto:sobronl@ft.untar.ac.id)

Diterima: 03-10-2023

Disetujui: 17-10-2023

Dipublikasikan: 11-12-2023

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



#### Abstrak

Studi tentang keausan pada mata pahat saat memotong logam penting karena pengaruhnya terhadap hasil kerja dan biaya produksi. Peningkatan kekerasan logam menuntut ketahanan dan kekuatan mata pahat. Lama penggunaan dan kecepatan tinggi bisa menyebabkan keausan, merusak mata pahat, dan memengaruhi kualitas hasil serta biaya produksi. Penelitian ini menggunakan mesin bubut CNC dengan mata pahat karbida untuk memotong mild steel. Kecepatan potong bervariasi antara 170 hingga 190 m/menit dengan hantaran potong 0,3 mm/putaran, kedalaman potong 0,7 mm dan kriteria keausan 0,3 mm. Pembubutan dilakukan selama 2,5 menit, kemudian keausan diamati menggunakan optical electro mikroskop. Hasilnya menunjukkan keausan abrasive pada sisi mata pahat (flank wear) akibat gesekan. Kecepatan potong 190 m/menit membutuhkan waktu 7:25 menit, sementara 180 m/menit memerlukan 8:09 menit, dan 170 m/menit memakan waktu 8:36 menit. Penelitian ini membuktikan bahwa kecepatan memotong memengaruhi tingkat keausan, dengan keausan terutama disebabkan oleh gesekan abrasive.

**Kata kunci:** Pahat Karbida, Keausan Pahat, Pembubutan, Baja Lunak.

#### Abstract

*The study of wear on tool blades when cutting metal is important because it influences work results and production costs. Increasing metal hardness demands durability and strength of the chisel bit. Long periods of use and high speeds can cause wear, damage the chisel, and affect the quality of the results and production costs. This research uses a CNC lathe with a carbide cutting edge to cut mild steel. The cutting speed varies between 170 to 190 m/min with a cutting pass of 0.3 mm/revolution, a cutting depth of 0.7 mm, and a wear criterion of 0.3 mm. Turning was carried out for 2.5 minutes, then wear was observed using an optical electron microscope. The results show abrasive wear on the side of the chisel blade (flank wear) due to friction. A cutting speed of 190 m/min took 7:25 minutes, 180 m/min took 8:09 minutes, and 170 m/min took 8:36 minutes. This research proves that cutting speed influences wear rates, with wear primarily caused by abrasive friction.*

**Keywords:** Carbida Tools, Tool Wear, Turning, Mild Steel

### 1. Pendahuluan

Selama proses pemesinan berlangsung terjadi interaksi pahat dengan benda kerja, dimana benda kerja terpotong sedangkan pahat mengalami gesekan. Gesekan yang dialami pahat oleh 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. Lamanya waktu untuk mencapai batas keausan ini didefinisikan sebagai umur pahat. Data mengenai umur pahat ini sangat diperlukan dalam perencanaan proses pemrosesan suatu komponen/produk. Contoh pada produksi komponen beberapa pahat harus diganti, ini dapat diketahui dengan menghitung waktu total yang diperlukan untuk memotong bahan baja yaitu mild steel. kemudian dibandingkan dengan umur pahat yang dipakai.

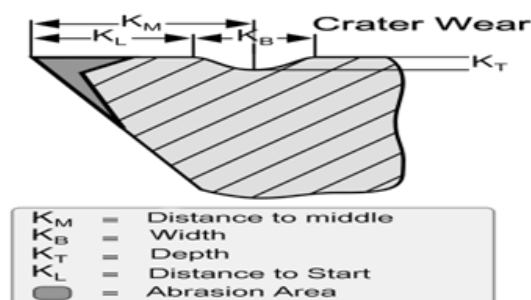
Di dalam hal keausan mata pahat, kegagalan mata pahat seperti itu tidak hanya dapat dihindari tetapi juga penggunaan maksimal harus diperoleh dari mata pahat tersebut. Perkembangan terkini dalam material mata pahat pemotong dan optimalisasinya parameter proses pemrosesan memungkinkan umur mata pahat lebih panjang dan tahan lama, namun mata pahat akan tetap aus jika digunakan dalam jangka priode waktu yang lama. Mata pahat yang sudah lama mempunyai pengaruh langsung terhadap penyelesaian akhir permukaan dan keakuratan geometri benda kerja yang dihasilkan. Penggantian mata pahat yang tidak direncanakan dapat menyebabkan berhentinya proses pemrosesan dan sebagian ketidaksesuaian yang menyebabkan kerugian ekonomi.

## 2. Keausan Mata Pahat

Bidang aktif pahat yang mengalami kerusakan/keausan selama proses pembentukan geram berlangsung, pahat dapat mengalami kegagalan dari fungsinya yang normal karena berbagai sebab antara lain:

- Keausan yang secara bertahap membesar (tumbuh) pada bidang aktif pahat.
- Retak yang menjalar sehingga menimbulkan patahan pada mata potong pahat.
- Deformasi plastik yang akan mengubah bentuk/geometri pahat.

Jenis kerusakan yang terakhir di atas jelas disebabkan tekanan temperatur yang tinggi pada bidang aktif pahat dimana kekerasan dan kekuatan material pahat akan turun bersama naiknya temperatur, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

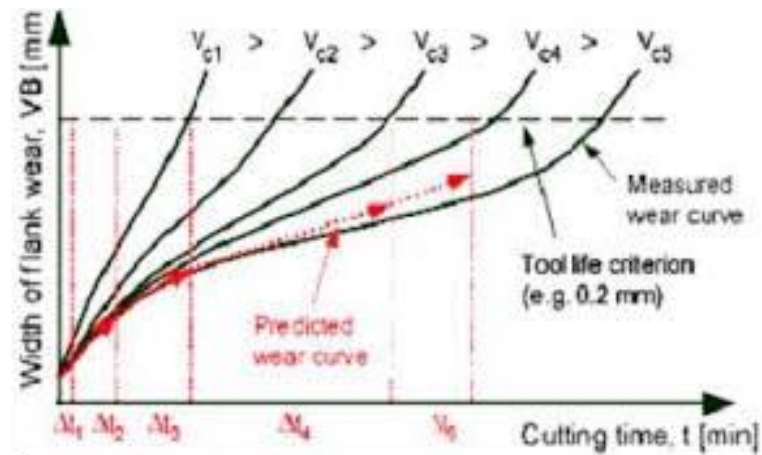


**Gambar 1.** Keausan mata pahat

Keausan dapat terjadi pada bidang geram ( $A\gamma$ ) dan/atau pada bidang utama ( $A\alpha$ ) pahat. Keausan dibedakan jadi 2 macam yaitu:

- Keausan kawah (crater wear)
- Keausan tepi (flank wear)

Pertumbuhan Keausan Pada dasarnya dimensi keausan menentukan batasan umur pahat. Dengan demikian kecepatan pertumbuhan keausan menentukan laju saat berakhirnya masa guna pahat. Pertumbuhan keausan tepi (flank wear) pada umumnya mengikuti bentuk, yaitu dimulai dengan pertumbuhan yang relatif cepat sesaat setelah pahat digunakan diikuti pertumbuhan yang linier setaraf dengan bertambahnya waktu pemotongan dan kemudian pertumbuhan yang cepat terjadi lagi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik Pertumbuhan Keausan Tepi Mata pahat untuk Variasi Kecepatan Pemotongan

### 2.1 Mekanisme Keausan & Kerusakan Pahat

Berdasarkan hasil-hasil penelitian mengenai keausan dan kerusakan pahat dapat disimpulkan bahwa penyebab keausan dan kerusakan pahat dapat merupakan suatu faktor yang dominan atau gabungan beberapa faktor tertentu. Faktor-faktor penyebab tersebut antara lain :

- Proses Abrasif
- Proses Kimiawi
- Proses Adhesi

Tekanan yang tinggi dalam zona pemotongan menyebabkan suhu tinggi. Pelepasan panas yang kurang baik dari daerah pemotongan karena rendahnya konduktivitas termal Paduan nikel menyebabkan akumulasi panas [7,8]. Pertemuan dari panas di daerah pemotongan menyebabkan pengerasan kerja material dan mempercepat reaktivitas kimia antara benda kerja dan Mata pahat. Fenomena ini mengakibatkan cepatnya terjadi keausan pada mata pahat selama pemesinan Inconel 718 [9].

Peningkatan kecepatan pemotongan dan lamanya proses pemesinan memberi kontribusi terhadap keausan pada mata pahat. Secara perlahan mata pahat akan mengalami keausan yang disebabkan terjadinya gesekan antara permukaan bidang kontak mata pahat dengan benda kerja. Pertumbuhan keausan ini dapat terjadi namun tidak dapat diketahui secara pasti kapan terjadinya keausan tersebut. Maka berdasarkan hal tersebut penelitian ini dilakukan yang bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan keausan yang terjadi pada bidang kontak mata pahat tersebut.

Sistem pemantauan keausan mata pahat telah dikembangkan selama jangka waktu yang lama dan berbagai metode telah diusulkan seperti yang dirangkum oleh Siddhpura dkk, Teti dkk., dan Rehorn [5,2,6]. Memiliki sistem yang mencakup semua hal yang belum dikembangkan namun keberhasilan telah ditemukan pada beberapa penelitian. Metode dapat dikategorikan atas langsung (radioaktif, optik, hambatan listrik, dll.) dan metode tidak langsung (emisi akustik, arus motor spindel, pemotongan gaya, getaran, suhu, suara, dan sebagainya) [4].

Besarnya spektrum frekuensi kebisingan spindel dan nilai kumulatifnya dapat digunakan sebagai fitur pemantauan dalam pemantauan kondisi mata pahat untuk membantu pemilihan perangkat keras instrumentasi yang lebih mahal atau dikombinasikan dengan sensor serupa yang hemat biaya untuk memberikan hasil yang rendah sistem pemantauan keausan mata pahat biaya rendah [3].

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1. Bahan dan peralatan penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mesin bubut CNC Mazak (Gambar 3).



**Gambar 3.** Mesin Bubut CNC

Bahan benda kerja adalah mild steel (Gambar 4).



**Gambar 4.** Benda kerja Mild Steel

Mata pahat yang digunakan ada jenis karbida inset. Parameter pemotongan yang digunakan antara lain Kecepatan pemotongan ( $V_c$ ) adalah 170 m/min, 180 m/min, dan 190 m/min. Hantaran pemotongan ( $f$ ) = 0.3 mm/rev dan kedalaman pemotongan ( $a$ ) = 0.7 mm. Pengukuran keausan mata pahat dilakukan dengan menggunakan optical electro microscope. Pada penelitian ini kriteria keausan mata pahat ditetapkan apabila pada bagian tepi mata pahat (flank) telah mencapai nilai 0,3 mm. Atau jika pada proses pembubutan tersebut menimbulkan getaran yang tinggi.

### 3.2. Prosedure eksperimen

Prosedur eksperimen untuk mengetahui laju pertumbuhan keausan mata pahat antara lain mempersiapkan melakukan persiapan benda kerja mild steel, mata pahat dan parameter pemotongan, mesin perkakas dan mikroskop. mempersiapkan program pemesinan. Benda kerja di letakkan pada pencekam di mesin bubut. Mata pahat insert dilekatkan pada tool holder dan pasang pada tool post mesin bubut CNC, setting parameter pemotongan yang terdiri dari kecepatan pemotongan bervariasi mulai dari 170 m/min, 180 m/min, dan 190 m/min, hantaran pemotongan 0.3 mm/put dan kedalaman pemotongan 0,7 mm. Kemudian melakukan proses pemesinan. Mata pahat mulai bergerak ke permukaan benda kerja dan melakukan pemotongan. Pemesinan dilakukan sepanjang permukaan benda kerja selama dua menit. Kemudian pemesinan dihentikan dan dilakukan pengamatan dan pengukuran terhadap bagian tepi mata pahat yang merupakan bidang kontak mata pahat dengan benda kerja.

Pengamatan dan pengukuran dilakukan menggunakan optical electro microscope. Karakteristik keausan mata pahat (keausan tepi, VB) ditentukan berdasarkan tabel pada ISO 3685 untuk mata pahat dan benda kerja baja adalah 0,3 mm. [10, 11, 12]. Apabila pada proses pemotongan tersebut nilai VB yang diperoleh masih belum mencapai batas nilai keausan, maka proses pemesinan dilanjutkan dengan meningkatkan waktu pemesinan berikutnya. Namun apabila pada proses pemesinan tersebut nilai keausan mata pahat telah mencapai 0,3 mm, maka proses pemesinan dihentikan, dan selanjutnya memvariasikan kecepatan pemotongan berikutnya. Dengan metode yang sama pengamatan dan pengukuran keausan mata pahat dilakukan.

### 4. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengamatan dan pengukuran keausan pada mata pahat, maka diperoleh hasil sebagaimana disampaikan pada Tabel 1 Dari pengujian yang telah dilakukan, maka diperoleh data waktu pemesinan dan keausan mata pahat :

Hantaran pemotongan,  $f$  : 0.30 mm/put  
Kedalaman potong,  $a$  : 0.7 mm

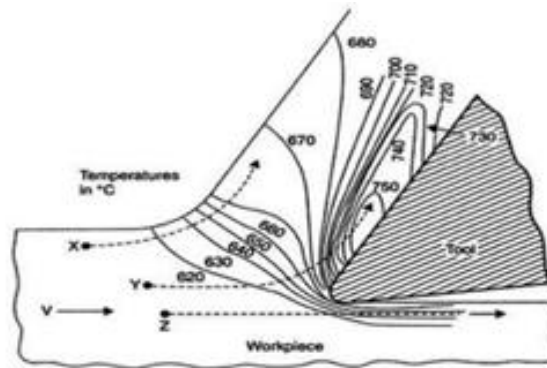
**Tabel 1.** Nilai waktu pemesinan dan keausan mata pahat

No.	$V_c$ , m/min	$T_m$ , min	$V_B$ , mm
1	190	2:25	0,12
		5:00	0,13
		7:25	0,45
2	180	3:10	0,10
		6:10	0,29
		8:09	0,89
3	170	3:20	0,12
		5:58	0,13
		8:36	0,46

Dari Tabel 1 dapat diperoleh bahwasanya pada kecepatan pemotongan 170 m/min, mata pahat mulai mengalami keausan pada menit ke 8.36 dengan nilai sebesar 0,46 keausan yang terjadi pada bagian tepi mata pahat (flank wear). Kemudian pada kecepatan pemotongan 180 m/min diperoleh nilai keausan mata pahat sebesar 0,89 mm dengan waktu pemesinan 8,09

menit, dan untuk kecepatan pemotongan 190 m/min nilai keausan mata pahat diperoleh sebesar 0,45 mm dengan waktu pemesinan 7,25 menit. Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa peningkatan kecepatan pemotongan memberi dampak terhadap cepatnya terjadi keausan pada permukaan mata pahat. Hal ini terjadi dikarenakan pada ketika proses pemotongan berlangsung, bagian bidang kontak pada permukaan mata pahat dan benda kerja terjadi gesekan yang menimbulkan kenaikan suhu pada diantara mata pahat, serpihan dan benda kerja, semakin meningkat kecepatan pemotongan, maka suhu panas juga meningkat dan terdistribusi pada ketiga bidang tersebut diatas, keausan yang terjadi pada umumnya adalah abrasive.

Secara berperingkat, mata pahat mengalami keausan seiring dengan meningkatnya waktu pemesinan yang dilakukan, gesekan yang timbul pada bidang kontak mata pahat menimbulkan panas yang terdistribusi pada bagian benda kerja, mata pahat dan serpihan yang dihasilkan. Pada umumnya suhu yang tinggi terjadi pada proses pemotongan tersebut berada bahagian sisi mata pahat yang bersentuhan langsung pada benda kerja hal ini dapat dilihat pada Gambar.5 distribusi temperatur pemotongan. Peningkatan suhu secara kontinu akan mempengaruhi terhadap kondisi material mata pahat, dan suatu ketika akan mengalami abrasive, tentunya nilai keausan mulai mengalami peningkatan.



**Gambar 4.1** distribusi temperatur pemotongan [5]

Keausan mata pahat tersebut juga mempengaruhi terhadap kondisi permukaan benda kerja yang dihasilkan, dimana kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan menjadi lebih tinggi. permukaan benda kerja yang dihasilkan menjadi lebih rendah nilai kekasarannya. Mata pahat yang keras, memiliki ketahanan aus yang tinggi. Berbeda dengan mata pahat yang memiliki kekerasan lebih rendah, maka mata pahat akan cepat mengalami keausan, sehingga ketika proses pemesinan berlangsung, mata pahat tidak melakukan fungsinya sebagai alat potong, namun bagian sisi pahat yang telah aus melakukan proses geseran yang ini memberi efek terhadap goresan yang terjadi pada permukaan benda kerja yang dihasilkan sehingga kekasaran permukaan benda kerja menjadi besar.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dan analisa yang dilakukan maka dapat dibuat kesimpulan bahwa peningkatan kecepatan potong memberi pengaruh terhadap penurunan nilai keausan dan umur mata pahat potong. Keausan yang terjadi abasiv pada bidang kontak (flank wear) mata pahat karbida. Pada variasi kecepatan potong 170 m/min umur mata pahat adalah 8,36 menit dan pada kecepatan potong 190 m/min umur mata pahat adalah 7,25 menit. Secara berperingkat, mata pahat mengalami keausan abrasive pada bahagian sisinya yang dikenal dengan keausan tepi (flank wear). Keausan yang terjadi pada mata pahat umumnya disebabkan abrasive.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Tarumanagara, atas dukungan dan bantuan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Astakhov, V. P. 2004. "The Assessment of Cutting Tool Wear". *International Journal of Machine Tools And Manufacture* 44(6): 637-647.
- Khanna, N., Shah, P., Agrawal, C., Pusavec, F., & Hegab, H. 2020. "Inconel 718 Machining Performance Evaluation Using Indigenously Developed Hybrid Machining Facilities: Experimental Investigation And Sustainability Assessment". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 106: 4987-4999.
- Lubis, Sobron, Steven Darmawan, Rosehan, dan Tommi. 2016. "Analisa Pertumbuhan Keausan Pahat Karbida Coated dan Uncoated". *Jurnal Energi dan Manufaktur* 9(2): 1-5.
- Lubis, Muhammad Sobron Yamin, Steven D, Alfred Briantio, dan Rosehan Rosehan. 2023. "Penentuan Parameter Pemotongan Optimal Proses Milling Terhadap Kekasaran Permukaan Baja SKD11 Dengan Metode Taguchi". *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 1 (3):44-50. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v1i3.33>.
- Lubis, Muhammad Sobron Yamin, Agasha Wiyoso, Harry Wibowo, dan Silvi Ariyanti. 2023. "Penentuan Parameter Proses Laser Cutting Terhadap Kekasaran Permukaan Material Acrylic". *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 2 (2):19-28. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v2i2.43>.
- Mahalle, G., Salunke, O., Kotkunde, N., Gupta, A. K., & Singh, S. K. 2019. "Neural Network Modeling For Anisotropic Mechanical Properties And Work Hardening Behavior Of Inconel 718 Alloy At Elevated Temperatures". *Journal of Materials Research and technology* 8(2): 2130-2140.
- Nusa, M. Y., & Ridwan, F. 2018. "Pengaruh Sudut Geram dan Parameter Pemesinan Terhadap Keausan Tepi Pahat High Speed Steel (HSS) pada Proses Bubut Glass Fibre Reinforce Polymer (GFRP)". *METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal* 2(1): 40-46.
- Rehorn, A. G., Jiang, J., & Orban, P. E. 2005. "State-of-the-art methods and results in tool condition monitoring: a review". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 26: 693-710.
- Siddhpura, A., & Paurobally, R. 2013. "A review of flank wear prediction methods for tool condition monitoring in a turning process". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 65: 371-393.
- Seemuang, N., McLeay, T., dan Slatter, T. 2016. "Using spindle noise to monitor tool wear in a turning process". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 86: 2781-2790.
- Stavropoulos, P., Papacharalampopoulos, A., Vasiliadis, E., & Chryssolouris, G. 2016. "Tool Wear Predictability Estimation In Milling Based On Multi-Sensorial Data". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 82: 509-521.
- Standart ISO 3685, 1993.
- Teti, R., Jemielniak, K., O'Donnell, G., & Dornfeld, D. 2010. "Advanced Monitoring Of Machining Operations". *CIRP annals* 59(2): 717-739.
- Umbrello, D. 2013. "The effects of cutting conditions on surface integrity in machining Inconel 718 alloy". *Key Engineering Materials* 554: 2093-2100.