



Analisis Peningkatan Kinerja dan Umur Pahat Karbida Pada Proses Pembubutan Baja Aisi 1045 dengan Menggunakan Coating Tialn

Felix Chistiano¹, Rosehan², Sobron Yamin Lubis³

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

DOI: 10.31004/jutin.v6i1.16386

• Corresponding author:

[felix.515190021@stu.untar.ac.id] [rosehan@ft.untar.ac.id] [sobronl@ft.untar.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Grade insert carbide;
Nilai keausan mata pahat;
Baja aisi 4140.

Keywords:

Grade carbide inserts;
Chisel eye wear value;
4140 aisi steel.

Dalam proses permesian pembuatan berbagai macam produk diperlukan berbagai jenis mesin, salah satu yaitu menggunakan mesin bubut (turning). Dalam penelitian ini metode yang digunakan berupa metode eksperimen, dimana dilakukan menggunakan mesin bubut konvensional dengan bervariasi grade mata pahat karbida terhadap material baja AISI 4140. Hasil penelitian menunjukkan pada mata pahat dengan grade IC9250 dengan kandungan coated CVD (Chemical Vapor Deposition) memiliki kekuatan lapisan yang kuat, sehingga keausan yang terjadi menjadi lama di menit ke 189 sedangkan mata pahat dengan grade IC907 dengan kandungan coated TiAlN (Titanium Aluminium Nitride) memiliki kekuatan lapisan yang lemah, sehingga keausan yang terjadi menjadi lebih cepat di menit ke 182. Keausan tepi yang terjadi pada mata pahat berbadang lurus dengan waktu pemotongan, dikarenakan rpm saat proses permesian yang digunakan konstan. Pada umumnya keausan yang terjadi pada mata pahat adalah keausan abrasi dan abrasif

Abstract

In the machining process for making various kinds of products, various types of machines are needed, one of which is using a lathe (turning machine). In this study the method used was an experimental method, which was carried out using a conventional lathe by varying the grade of the carbide bit against AISI 4140 steel material. The results showed that the bit with grade IC9250 with a coated CVD (Chemical Vapor Deposition) content had higher coating strength. strong, so that the wear that occurs is long in the 189th minute while the IC907 grade chisel with a coated TiAlN (Titanium Aluminum Nitride) content has a weak coating strength, so the wear that occurs is faster in the 182th minute. chisel is directly proportional to the cutting time, because the rpm when the machining process is used is constant. In general, the wear that occurs on the tool eye is abrasive and abrasive wear.

1. PENDAHULUAN

Proses permesinan merupakan suatu proses untuk pembuatan alat atau produk baru, melalui suatu tahapan diawali dari bahan baku kemudian diproses menjadi suatu produk yang dapat berfungsi dengan baik (Aldyansyah et al., 2023). Ketika melakukan proses pemesinan, digunakan mata pahat untuk membentuk material bahan baku tersebut. Pemilihan mata pahat sangat penting karena ketika mata pahat bergesekan dengan permukaan material, akan menimbulkan panas (Izzaty et al., 2023). Dengan semakin banyaknya gesekan yang terjadi maka pahat akan mengalami keausan yang kemudian semakin membesar sehingga mata pahat menjadi rusak dan tidak dapat digunakan kembali. Dalam perencanaan proses pemesinan suatu produk diperlukan data mengenai umur pahat dan berapa lama pahat tersebut harus diganti ketika memotong satu produk. Karena mata pahat yang sudah aus memberi pengaruh terhadap ketelitian hasil produk lamanya pahat mampu melakukan pemotongan dengan baik disebut dengan umur pahat.

Dalam proses permesinan pembuatan berbagai macam produk diperlukan berbagai jenis mesin, salah satu yaitu menggunakan mesin bubut (turning) (A. R. Nasution & Affandi, 2021). Pada saat melakukan proses pembubutan, ada banyak parameter pemesinan yang dapat mempengaruhi hasil kualitas produk yang dibuat, terdapat juga faktor lain diluar parameter pemesinan yang dapat berpengaruh pada kualitas produk.

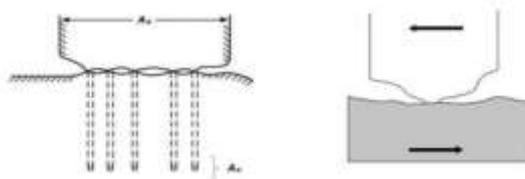
Pemotongan suatu material logam dan mengubah bentuk menjadi suatu komponen mesin merupakan proses pemotongan logam, dimana suatu proses pemotongan material logam itu menggunakan mata pahat potong yang dipasang ke mesin perkakas (Riyadi & Pratama, 2019). Pada saat melakukan proses pemotongan logam mata pahat pasti mengalami keausan akibat gesekan yang terjadi antara mata pahat dengan benda kerja, dimana keausan terjadi di area ujung sisi mata pahat. Keausan pahat potong saat proses bubut sangat penting yang dapat mempengaruhi pada kualitas produk, dan nilai jual produk.

Pahat adalah alat potong yang penting untuk melakukan suatu proses pembubutan, dimana pahat digunakan untuk memotong dan membentuk suatu material menjadi sebuah komponen (M. Nasution & Bakhori, 2021). Ada berbagai macam pahat bubut yaitu : pahat bubut rata, permukaan, potong, tirus, alur, ulir, dan dalam. Pahat bubut saat melakukan pemotongan dipengaruhi oleh faktor jenis material, bentuk pahat, sudut pahat, dan penggunaan bubut.

Keausan mata pahat merupakan suatu proses dimana mata pahat dengan material benda kerja saling bergesekan, sehingga menimbulkan panas yang menyebabkan hilang material secara progresif. Keausan mata pahat dapat merusak permukaan pada benda kerja serta geometri pahat (Lubis, Reynaldi, et al., 2021). Keausan pahat terjadi akibat ada pengaruh dari sifat mekanis.

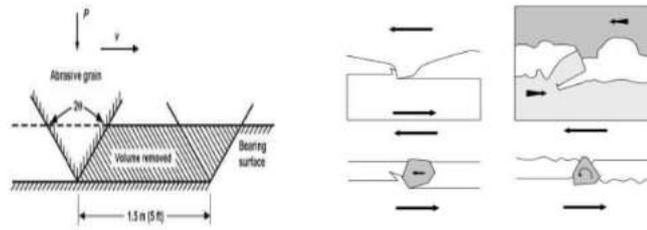
Keausan mata pahat potong dapat dikurangi tingkat keausan dengan cara menambah cairan pendingin saat pembubutan, tetapi itu bisa menambah biaya produksi (Ibrahim & Yanuar, 2020). keausan pahat bergantung pada banyak parameter termasuk bahan alat, benda kerja, kondisi pemotongan, pendingin, dan proses permesinan (Usman et al., 2022). Saat pembubutan benda kerja baja dengan mata potong, faktor utama keausan adalah karena difusi karbon dari sisipan ke dalam chip, keausan mata potong juga dipengaruhi oleh sifat abrasi dan adhesi. Adapun macam-macam keausan mata pahat adalah sebagai berikut:

Adhesive terjadi persententuhan permukaan dua material yang terus menerus, sehingga mengakibatkan terjadi perekatan antara dua material, terjadi deformasi plastis dan terjadi pelepasan suatu material.



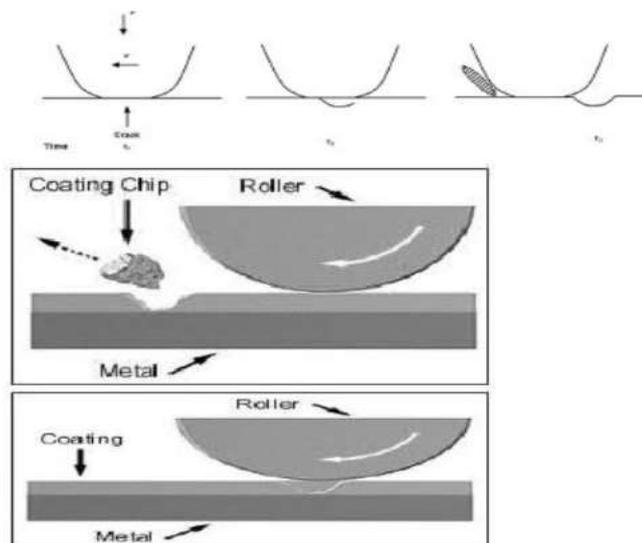
Gambar 1. Keausan ashesive

Abrasive terjadi apabila material keras bergesekan dengan material yang lebih lunak, sehingga terjadi pemotongan material. Keausan pada abrasive wear dipengaruhi oleh derajat kebebasan partikel keras (asperity).



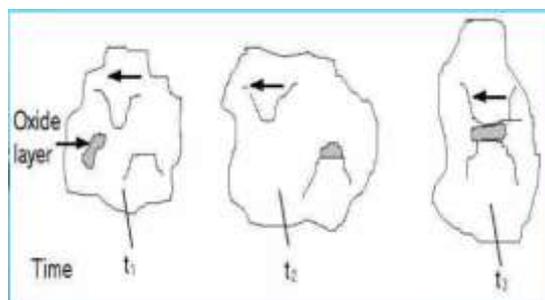
Gambar 2. Keausan abrasif

Keausan lelah berbeda dari dua mekanisme keausan. Keausan fatigue terjadi karena ada dua material yang saling bergesekan antar permukaan dimana salah satu mengalami beban berulang yang mengalami pembentukan retakan mikro. Retakan mikro yang menyatuh dan membuat pengelupasan pada material.



Gambar 3. Keausan lelah

Keausan oksidasi terjadi karena kecepatan potong yang tinggi dapat menyebabkan temperatur tinggi, sehingga dapat berakibat pada pahat karbida yang teroksidasi karena, temperatur tinggi dan tidak mendapatkan perlindungan dari serangan oksigen dan atmosfer.



Gambar 4. Keausan oksidasi

Umur pahat dipengaruhi oleh berbagai macam variabel proses, yaitu jenis proses pemesinan, material benda kerja dan pahat, geometri pahat, kondisi pemotongan, dan cairan pendingin yang digunakan (Nuri et al., 2019). Umumnya kondisi pemotongan yang digunakan seperti kecepatan pemotongan memberi pengaruh terhadap waktu pemesinan dan keausan yang terjadi.

Penelitian yang dilakukan oleh Angga menunjukkan pada proses pembubutan baja karbon sedang dengan menggunakan mata pahat HSS menyatakan bahwa kecepatan pemotongan berpengaruh terhadap keausan dan temperatur dimana pada putaran spindle 1500 r/min diperoleh keausan tertinggi 0,463 mm dan pada putaran spindle 750 r/min diperoleh nilai keausan terendah 0,150 mm, sedangkan pada putaran spindle 1500 r/min

didapatkan nilai temperatur tertinggi 126,3°C dan pada putaran spindel 750 r/min didapatkan temperatur terendah 65,0°C (Mujiarto et al., 2022).

Kecepatan potong adalah faktor paling dominan yang mempengaruhi kekasaran permukaan dan keausan pahat. Nilai prediksi dan eksperimental untuk kekasaran permukaan dan keausan pahat masing-masing adalah sebesar 9,27% dan 1,05% (Lubis, Djamil, et al., 2021). Saat proses pengerjaan pemotongan ada berbagai jenis proses antara lain Pembubutan muka (facing) merupakan proses pembubutan yang dilakukan dari tepi penampang tegak lurus sampai sumbu kerja. Pembubutan rata merupakan proses pembubutan yang dilakukan sepanjang garis sumbu silindris. Pembubutan ulir merupakan proses pembubutan yang dilakukan menggunakan pahat ulir (Febrio et al., 2020). Pembubutan tirus merupakan proses pembubutan yang dilakukan supaya benda kerja bentuk mengerucut (Fikri & Wilujeng, 2020). Pembubutan alur merupakan proses pembubutan yang dilakukan untuk membentuk profil yang diinginkan. Pembubutan drilling merupakan proses pembubutan untuk membuat lubang. Pembubutan boring merupakan proses pembubutan untuk memperlebar lubang. Pembubutan knurling merupakan proses pembubutan untuk membuat grip pada benda kerja yang memiliki pengangan supaya tidak licin. Pembubutan reaming merupakan proses pembubutan untuk memperhalus lubang pada benda kerja (Pradhana, 2022).

Investigasi eksperimental berkaitan dengan pembubutan kering baja AISI 4140 menggunakan insert keramik campuran Al₂O₃ + TiCN yang dilapisi PVD dilakukan oleh Sudhansu dkk (2015). Efek gabungan dari parameter pemotongan (kecepatan potong, hantaran dan kedalaman pemotongan) pada karakteristik kinerja seperti permukaan kekasaran dan keausan sisi dieksplorasi 26 Poros, Volume 17 Nomor 1, Mei 2021, 26 – 34 oleh desain faktorial penuh (FFD) dan analisis varians (ANOVA). Hasilnya menunjukkan bahwa hantaran pemotongan adalah parameter pemotongan utama mempengaruhi kekasaran permukaan, diikuti oleh kecepatan potong. Namun, keausan sisi dipengaruhi oleh kecepatan pemotongan kecepatan dan interaksi kedalaman hantaran dari pemotongan (Lubis, Djamil, et al., 2021).

Pada industri manufaktur sekarang efisiensi pekerjaan untuk membuat suatu produk sangat penting, dikarenakan dapat meningkatkan keuntungan yang lebih bagi perusahaan, maka untuk mendapatkan tingkat efisiensi yang diinginkan perlu dilakukan pemilihan mata pahat potong tepat supaya tidak mengalami kerugian akibat dari kualitas produk dan keausan pahat potong yang cepat (Fauzi & Sumbodo, 2021). Penelitian ini bertujuan mengetahui seberapa besar pengaruh keausan pahat yang terjadi pada setiap grade mata pahat karbida saat melakukan proses pembubutan material baja AISI 4140. Penelitian pemesinan bubut menggunakan variasi grade mata pahat karbida.

2. METODE

Dalam penelitian ini metode yang digunakan berupa metode eksperimen, dimana dilakukan menggunakan mesin bubut konvensional dengan bervariasi grade mata pahat karbida terhadap material baja AISI 4140 (Azhari et al., 2023). Parameter yang digunakan sudah ditentukan konstan (spindel speed, feed rate, dept of cut) dan nilai keausan yang akan diukur setiap 20 menit sampai mendapatkan nilai keausan 0,3. Prosedur penelitian dilakukan melalui pelaksanaan proses pembubutan dengan menentukan waktu pembubutan, melihat nilai keausan dengan mikroskop digital. Jika nilai keausan mata pahat belum mencapai nilai Vb 0,3, maka lakukan proses pembubutan lagi setiap 20 menit sampai mendapatkan nilai keausan Vb 0,3. Setelah mendapatkan nilai keausan pahat kristis 0,3, maka proses pembubutan dihentikan beroperasi. Langkah langkah proses pembubutan diulangi kembali untuk mata pahat berikutnya.

Pada saat melakukan pengolahan data hasil dari penelitian yang telah didapat, peneliti mengumpulkan dengan menggunakan tabel agar lebih mudah melihat perbedaan yang terjadi. Dalam tabel terdapat 3 variasi grade insert pahat, waktu pemotongan, panjang pemotongan, dan nilai keausan yang didapat. Untuk melakukan pengecekan keausan mata pahat digunakan dengan mikroskop, dengan dilihat apakah sudah mendapatkan nilai keausan VB=0,3. Setelah itu, data yang diperoleh akan diubah ke dalam bentuk tabel dan grafik, supaya dapat dilihat perbandingan dan dilakukan analisis yang terjadi. Kemudian dibuat kesimpulan berdasarkan perbandingan yang didapat. Adapun Parameter pemotongan pada proses permesinan ini mencakup kecepatan potong, gerak makan, kedalaman potong. Berikut Variabel mata pahat yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Variabel mata pahat

Variabel Grade	Kecepatan potong (VC) m/ min
TNMG 160404 – TF IC 907	200 – 300
TNMG 160404 – TF IC 908	220 - 300
TNMG 160404 – TF IC 9250	140 - 320

Peralatan dan bahan yang digunakan adalah:

a. Mesin bubut

Mesin Bubut CNC Mazak Mazatech Quick Turn 8N digunakan untuk proses bubut benda kerja.



Gambar 5. Mesin bubut konvensional

b. Mikroskop

Mikroskop Digital digunakan untuk melihat nilai keausan pada mata pahat.



Gambar 6. Mikroskop digital

c. Mata pahat

Pada penelitian ini menggunakan mata pahat karbida coated iscar TNMG 160404 – TF dengan 3 variasi grade IC 9250 , IC 908, IC 907.



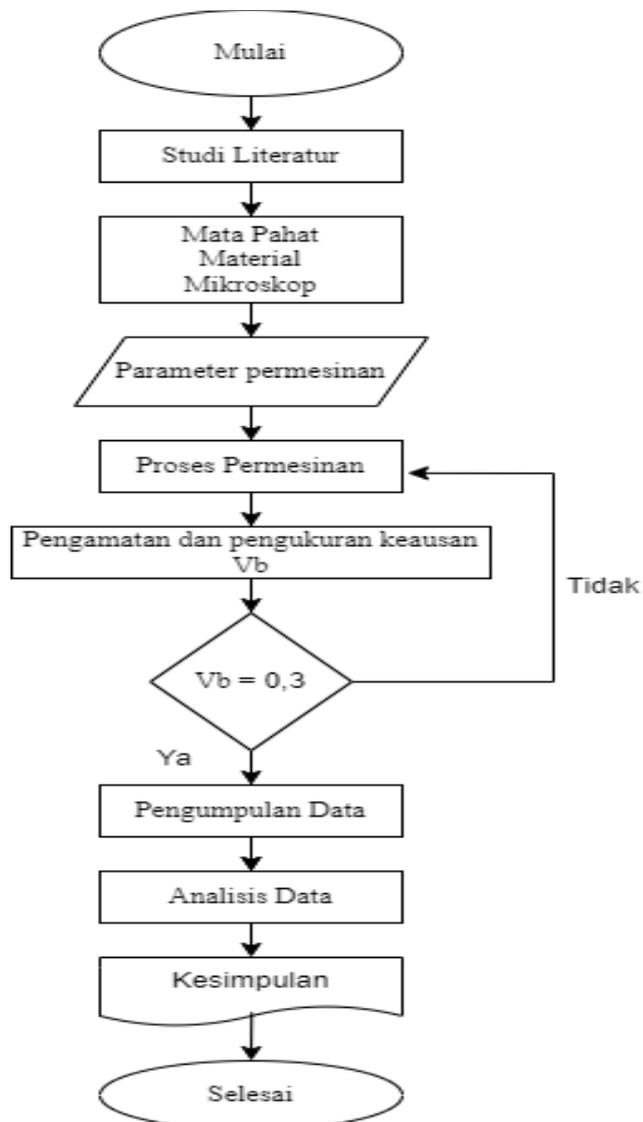
Gambar 7. Mata Pahat Iscar a. IC 9250, b. IC 908, c. IC907

d. Baja AISI 4140



Gambar 8. Baja AISI 4140

Prosedur penelitian disampaikan pada diagram alir berikut:



Gambar 9. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Tarik

Hasil pengukuran keausan mata pahat

Pada penelitian keausan yang dilihat adalah keausan tepi, dimana keausan tepi dilihat menggunakan mikroskop, yang kemudian hasil dari setiap 20 menit pembubutan akan dilihat laju keausan menggunakan mikroskop. Berikut adalah hasil pengambilan data nilai keausan saat proses permesinan dapat dilihat pada tabel 1, 2, dan 3:

Tabel 2. Keausan Mata Pahat IC 9250

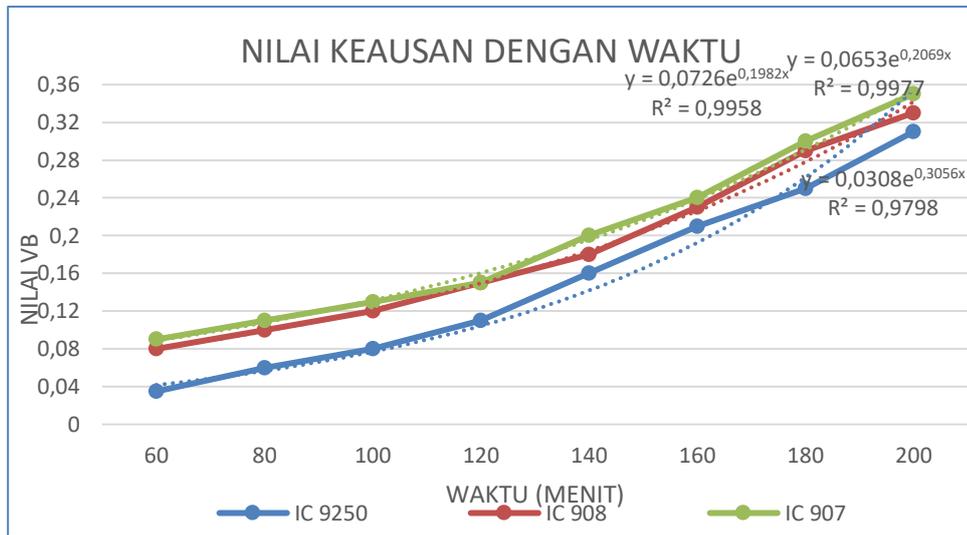
Spindel speed: 710 rpm Feed rate: 0,14 mm/rev Dept of cut: 0,5 mm		Material : AISI 4140 Panjang permesinan : 100 mm Grade mata pahat : carbide TNMG 160404 IC 9250	
No	Waktu (menit)	Panjang pemotongan (m)	Keausan mata pahat (VB)
1	60	5,828	0,035
2	80	7,77	0,06
3	100	9,712	0,08
4	120	11,655	0,11
5	140	13,597	0,16
6	160	15,54	0,21
7	180	17,483	0,25
8	200	19,425	0,31

Tabel 3. Keausan Mata Pahat IC 908

Spindel speed: 710 rpm Feed rate: 0,14 mm/rev Dept of cut: 0,5 mm		Material : AISI 4140 Panjang permesinan : 100 mm Grade mata pahat : carbide TNMG 160404 IC 908	
No	Waktu (menit)	Panjang pemotongan (m)	Keausan mata pahat (VB)
1	60	5,828	0,08
2	80	7,77	0,1
3	100	9,712	0,12
4	120	11,655	0,15
5	140	13,597	0,18
6	160	15,54	0,23
7	180	17,483	0,28
8	200	19,425	0,33

Tabel 4. Keausan mata pahat IC 907

Spindel speed: 710 rpm Feed rate: 0,14 mm/rev Dept of cut: 0,5 mm		Material : AISI 4140 Panjang permesinan : 100 mm Grade mata pahat : carbide TNMG 160404 IC 907	
No	Waktu (menit)	Panjang pemotongan (m)	Keausan mata pahat (VB)
1	60	5,828	0,09
2	80	7,77	0,11
3	100	9,712	0,13
4	120	11,655	0,15
5	140	13,597	0,2
6	160	15,54	0,24
7	180	17,483	0,29
8	200	19,425	0,35



Gambar 10. Grafik waktu terhadap keausan mata pahat

Dapat dilihat pada gambar 1 grafik menunjukkan ada peningkatan nilai keausan mata pahat seiring dengan peningkatan waktu permesinan proses pembubutan. Dari grafik waktu permesinan yang semakin lama, maka nilai dari keausan mata pahat yang didapat juga mengalami peningkatan. Berdasarkan dari grafik gambar 1 yang didapat nilai keausan mata pahat yang paling cepat berada pada insert dengan grade IC907 pada menit ke 182. Sedangkan nilai keausan mata pahat yang paling lama berada pada insert dengan grade IC9250 pada menit ke 189.

Pengaruh Variasi Grade Pahat TNMG 160404 –TF terhadap Nilai Keausan Mata Pahat

Keausan mata pahat yang terjadi pada dasarnya disebabkan karena ada gesekan yang menimbulkan panas, sehingga menyebabkan terjadi keausan abrasi dan adhesi. Kemampuan mata pahat dalam proses terjadi keausan itu tergantung dari lapisan *coated* yang terdapat pada mata pahat semakin kuat lapisan *coated*, maka akan semakin lama keausan itu terjadi.

Keausan mata pahat coated grade IC 9250

Mata pahat *coated* dengan *grade* IC 9250 mendapatkan nilai keausan yang lama di menit 189, dikarenakan kandungan lapisan *coated* yang terdapat pada pahat dengan grade IC9250 adalah CVD (*Chemical Vapor Deposition*), sehingga keausan menjadi lebih lama terjadi. Untuk melihat keausan yang terjadi dapat dilihat pada gambar 11



Gambar 11. Keausan Mata Pahat IC 9250

Keausan mata pahat grade IC908

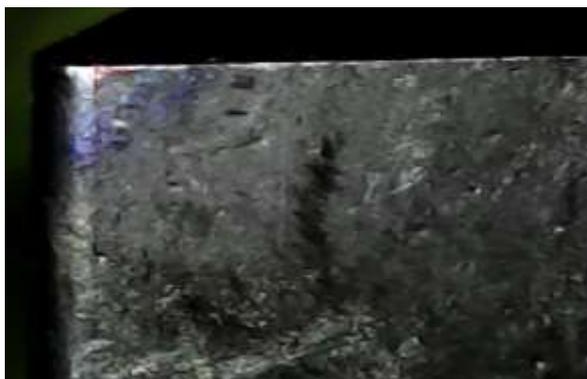
Mata pahat *coated* dengan grade IC 908 mendapatkan nilai keausan di menit 187, dikarenakan kandungan yang terdapat pada pahat dengan grade IC 908 adalah TiALN (*Titanium Aluminium Nitride*), dimana kandungan lapisan yang berbeda dibandingkan dengan kandungan CVD, sehingga keausan yang terjadi lebih cepat terjadi. Untuk melihat keausan yang terjadi dapat dilihat pada gambar 12



Gambar 12. Keausan Mata Pahat IC 908

Keausan mata pahat grade IC907

Mata pahat *coated* dengan grade IC907 mendapatkan nilai keausan di menit 182, dikarenakan, kandungan yang terdapat pada pahat dengan grade IC 907 sama persis dengan IC908 yang membedakan adalah terdapat tambahan lapisan kandungan di grade IC 908 dibanding dengan IC 907, sehingga akibat dari tidak ada lapisan tambahan di IC 907 maka, keausan menjadi lebih cepat terjadi. Untuk melihat nilai keausan yang terjadi dapat dilihat pada gambar 13



Gambar 13. Keausan Mata Pahat IC 907

Data modulus elastisitas yang telah diolah berdasarkan data tegangan dan regangan yang didapat melalui proses uji tarik cendrung menurun. Meskipun secara umum modulus elastisitas meningkat seiring terjadi peningkatan pada tegangan dan regangan. Hal yang merupakan anomali ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti adanya retakan mikroskopis, perubahan struktur kristal, atau perubahan dalam ikatan antar atom atau molekul bahan. Hal ini dapat mengurangi kekuatan material dan mengakibatkan penurunan modulus elastisitas pada daerah di luar rentang elastisitasnya.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan pengaruh variasi grade mata pahat dimana, itu adalah variasi kandungan lapisan coated keausan yang terjadi telah memberi pengaruh terhadap keausan tepi bagian pada pahat.

Pada mata pahat dengan grade IC9250 dengan kandungan coated CVD (Chemical Vapor Deposition) memiliki kekuatan lapisan yang kuat, sehingga keausan yang terjadi menjadi lama di menit ke 189 sedangkan mata pahat dengan grade IC907 dengan kandungan coated TiAlN (Titanium Aluminium Nitride) memiliki kekuatan lapisan yang lemah, sehingga keausan yang terjadi menjadi lebih cepat di menit ke 182.

Keausan tepi yang terjadi pada mata pahat berbading lurus dengan waktu pemotongan, dikarenakan rpm saat proses permesinan yang digunakan konstan. Pada umum keausan yang terjadi pada mata pahat adalah keausan abrasi dan abrasif.

5. SARAN

Penulis menyarankan untuk lebih memperhatikan keausan tepi yang terjadi pada mata pahat berbading lurus dengan waktu pemotongan. Peneliti selanjutnya bisa menjadikan penelitian ini sebagai tindak lanjut penelitian dimasa mendatang dengan variabel yang berbeda.

6. REFERENCES

- Aldyansyah, D., Bagaskara, F. S., Aditya, M. R., Aji, D. M., Sitanggang, F. A., Khairi, M. M., & Paundra, F. (2023). Perawatan Mesin Alat Berat Wheel Loader PT. XYZ. *Jurnal Teknik Mesin*, 20(1), 18–23.
- Azhari, M. T., Al Fajri Bahri, M. P., Asrul, M. S., & Rafida, T. (2023). *Metode penelitian kuantitatif*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Fauzi, A., & Sumbodo, W. (2021). Pengaruh Parameter Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan ST 40 pada Mesin Bubut CNC. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 6(1), 46–57.
- Febrio, R., Rifelino, R., Yufrizal, A., & Indrawan, E. (2020). Pengembangan Modul Praktikum Materi Pembubutan Ulir Kelas Xi Teknik Pemesinan Di Smk Negeri 1 Tanjung Raya. *Jurnal Vokasi Mekanika*, 2(4), 8–11.
- Fikri, M. A., & Wilujeng, A. D. (2020). Optimasi Parameter Proses Pemesinan Cnc Turning Terhadap Kesilindrisan Benda Kerja Dengan Model Pembubutan Tirus Divergen Tanpa Menggunakan Tail Stock. *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, 5(1), 79–84.
- Ibrahim, G., & Yanuar, B. (2020). Kajian Simulasi Fem 3D: Keausan Pahat Twist Drill pada Pemesinan Bor Mikro Material Ti-6Al-4V. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 12(2), 93–101.
- Izzaty, F., Harahap, M. R., & Nasution, A. H. (2023). Pengaruh Feeding Terhadap Keausan Mata Pahat (Vb) Karbida Berlapis Pada Pembubutan Baja AISI 4340. *Buletin Utama Teknik*, 18(2), 165–171.
- Lubis, S. Y., Djamil, S., Adianto, A., Santosa, A., & Edric, V. M. (2021). VARIASI KECEPATAN PEMOTONGAN PROSES PEMBUBUTAN BAJA AISI 4140 TERHADAP KEAUSAN DAN UMUR MATA PAHAT KARBIDA. *POROS*, 17(1), 26–34.
- Lubis, S. Y., Reynaldi, R., Askolani, A. P., & Ariyanti, S. (2021). Analisis Keausan Mata Pahat Dan Waktu Pemotongan Pada Proses Drilling Baja S 45 C. *Prosiding Serina*, 1(1), 111–118.
- Mujiarto, I., Sutrisno, S., & Prasetyo, A. (2022). Analisis Nilai Kekasaran Dan Kekerasan Pembubutan Baja Karbon Medium Dengan Nose Sudut Pengasahan Hss. *Jurnal Crankshaft*, 5(2), 43–48.
- Nasution, A. R., & Affandi, A. (2021). Analisa Gaya Potong Pada Proses Pemesinan Turning Menggunakan Bahan Politetrafluoroetilena (PTFE). *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial Dan Humaniora*, 1(1), 652–661.
- Nasution, M., & Bakhori, A. (2021). Pengaruh Kecepatan Pemakanan Potong Terhadap Keausan Sisi Mata Pahat Insert Lamina Tnmg160404Nn. *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU*, 4(1), 188–194.
- Nuri, R., Yarangga, D. M., Sari, N., Jannifar, A. J. A., & Sumardi, S. (2019). Pengaruh Minyak Nabati Dalam Mengurangi Keausan Tepi Pahat Hss Pada Proses Turning. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 3(2), 42–46.
- Pradhana, A. S. (2022). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS VIDEO ANIMASI 3D PADA MATERI OPERASIONAL PEMBUBUTAN. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin*, 10(1), 9–16.
- Riyadi, E. S., & Pratama, D. P. (2019). Pengaruh Laju Kecepatan Potong Pada Proses Pemotongan Menggunakan Gas Cutting. *Jurnal Tiarsie*, 16(4), 107–112.
- Usman, H., Thalib, S., & Zubairi, A. (2022). Pengaruh Parameter Pemotongan Dan Material Pahat Terhadap Burr Pada Proses Gurdi Baja Tahan Karat (Stain Lessteel). *Jurnal Teknik Mesin*, 10(2), 46–51.