

## Analisa pertumbuhan keausan pahat karbida coated dan uncoated pada alloy steel AISI 4340

Sobron Lubis<sup>1)\*</sup>, Steven Darmawan<sup>2)</sup>, Rosehan dan Tommi Tanuwijaya<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Jakarta,

### Abstrak

Keausan pahat merupakan data yang sangat penting dalam perencanaan pemesinan. Penelitian ini menjelaskan tentang percobaan pertumbuhan keausan pahat pada karbida coated dan uncoated dalam pembubutan bahan alloy steel AISI 4340. Penelitian dilakukan dengan memperhatikan pertumbuhan keausan pada menit 12, 24, 36, 48, 60 sampai didapat VB sebesar 0.3 mm untuk kedua mata pahat, sedangkan kondisi pemotongan lain seperti gerak makan, kedalaman potong, kecepatan potong konstan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji secara ilmiah pertumbuhan keausan yang terjadi pada mata pahat karbida coated dan uncoated pada proses pemotongan alloy steel AISI 4340. Metode grafik digunakan untuk analisis percobaan, untuk melihat perbandingan pertumbuhan keausan mata pahat karbida coated dan uncoated serta mekanisme keausan yang terjadi, serta korelasi pertumbuhan keausan dengan kekasaran permukaan benda kerja. Hasil penelitian mendapatkan keausan pahat karbida coated pada menit 60 dengan VB sebesar 0.366 mm, sedangkan pada karbida uncoated pada menit 36 sebesar 0.45 mm. Mekanisme keausan yang terjadi adalah keausan adhesi.

Kata Kunci: Pahat potong karbida, baja paduan, keausan pahat, keausan tepi.

### Abstract

A tool life is an important data in planning a machining process. In this research, an experiment describe about growth of tool wear on carbide coated and uncoated cutting tools used in turning process of an alloy steel of AISI 4340. The experiment was conducted by observing the growth of tool wear on minutes 12, 24, 36, 48, 60 until get VB 0.3 mm for both of cutting tools, while the other cutting conditions such a feed rate, depth of cut, cutting speed constant. The purpose of this experiment is to examine scientifically the growth of tool wear on carbide coated and uncoated in turning process of and alloy steel of AISI 4340. Graphical method used for analisis of the experiment, to compare the growth of tool wear on cutting tool carbide coated and uncoated, and the mechanisms that happened, and correlation between tool wear with workpiece surface roughness. The result of the experiment is tool wear for carbide coated on 60 minutes with VB 0.366 mm, and carbide uncoated on 36 minutes with VB 0.45 mm. The mechanism of tool wear that happened is adhesion wear.

Keyword : Carbide cutting tool, alloy steel, tool wear, flank wear

### 1. Pendahuluan

Pada proses pemesinan logam ketika proses pemesinan berlangsung, mata pahat mengalami gesekan dengan permukaan benda kerja logam. Gesekan permukaan geram yang mengalir akan menambah gesekan pada pahat dan permukaan benda kerja yang terpotong. Akibat dari gesekan tersebut, pahat mengalami keausan dan semakin membesar hingga mata pahat tidak dapat digunakan lagi atau mengalami kerusakan. Dalam perencanaan proses pemesinan suatu produk diperlukan informasi tentang umur pahat, berapa lama pahat tersebut mampu melakukan pemotongan logam, sebelum mengalami keausan, sehingga dapat dihitung waktu total yang dibutuhkan untuk memotong satu produk. Selain itu, dengan mengetahui batas umur pahat, maka ketelitian produk dapat dipertahankan, karena jika pahat telah aus akan berpengaruh terhadap kondisi permukaan yang dihasilkan.

Umur pahat dipengaruhi oleh berbagai macam variabel proses, seperti jenis proses pemesinan, material benda kerja dan pahat, geometri pahat, kondisi pemotongan, dan cairan pendingin yang digunakan. Namun dalam kajian ini, parameter pemotongan ditetapkan secara konstan, sedangkan yang bervariasi adalah waktu pemesinan. Pada proses pemesinan dilakukan tanpa menggunakan coolant (*dry*

*machining*). Beberapa pendapat menyatakan bahwa coolant dapat menyebabkan percepatan terjadinya keausan mata pahat. Sifat getas yang terdapat pada mata pahat karbida menyebabkan kerusakan dalam bentuk keretakan apabila suatu beban termal yang tiba-tiba diberikan pada ujung mata pahat tersebut [1].

Disamping itu dalam upaya untuk melestarikan lingkungan, proses pemesinan tanpa coolant dapat membantu dalam isu global tersebut, karena limbah coolant yang dihasilkan akan mengganggu kestabilan kondisi lingkungan.

Kajian yang dijalankan oleh Konig dan Klinger (1990) menyatakan bahwa performa yang baik untuk mata pahat karbida adalah pada kondisi pemotongan kering (*dry machining*) [2].

Penelitian yang dilakukan oleh Venkatesh. (1980) diketahui bahwa umur pahat karbida mengalami penurunan yang tajam seiring dengan peningkatan kecepatan potong [3].

Upaya untuk meningkatkan kemampuan mata pahat karbida dapat dilakukan dengan cara melapisi substrat dengan bahan pelapis. Fungsi utama pelapis adalah sebagai pelumas padat yang berfungsi untuk mereduksi panas tergenerasi selama pemotongan [4].

Sreejith dan Ngoi (2000) menyatakan bahwa mata pahat yang dilapisi dengan pelapis mampu memberikan

\*Korespondensi: Tel./Fax.: - / -  
E-mail: [sobronl@ft.untar.ac.id](mailto:sobronl@ft.untar.ac.id)

kekerasan dan keunggulan pahat sehingga dapat memperkecil gesekan dan keausan pahat [5].

Pada penelitian ini dua jenis mata pahat karbida yaitu coated dan uncoated digunakan melakukan pemotongan logam baja *alloy steel* AISI 4340 untuk mengetahui pertumbuhan keausan yang terjadi pada kedua mata pahat tersebut. Pada penelitian ini criteria keausan mata pahat ditentukan apabila keausan tepi (*flank wear*) pada mata pahat telah mencapai VB sebesar 0,3 mm. atau mata pahat mengalami rusak/pecah pada bahagian ujungnya.

## 2. Metode Penelitian

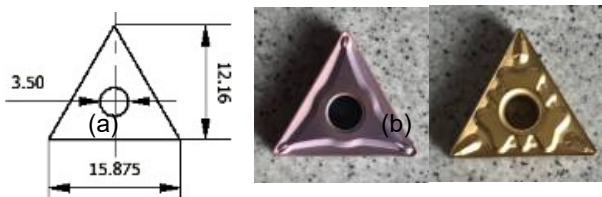
### Bahan dan Peralatan

Pada penelitian ini baja paduan AISI 4340 dipilih sebagai bahan benda kerja. Bahan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 50 mm dan panjang 150 mm.



Gambar 1. Benda Kerja Alloy Steel AISI 4340

Mata pahat potong karbida yang digunakan dua jenis yaitu coated dan uncoated yang memiliki dimensi berdasarkan standart ISO TNMG 160404, Tinggi: 12.16 mm, alas: 15.875 mm, *tool nose radius*: 0.4 mm



Gambar 2. Mata pahat karbida TNMG 160404 (a) coated dan (b) uncoated

Mata pahat insert dilekatkan pada pemegang mata pahat sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3. Tool Holder (pemegang mata pahat insert)

Proses pembubutan dilakukan dengan menggunakan mesin bubut CNC "Mazak Mazatech Quick Turn 8N".



Gambar 4. Mesin Bubut CNC "Mazak Mazatech Quick Turn 8N"

Pengamatan dan pengukuran keausan mata pahat dilakukan dengan menggunakan Mikroskop Digital Jenco dan Komputer.



Gambar 5. Mikroskop Digital Jenco dan Komputer

Sedangkan permukaan benda kerja yang dihasilkan dari proses pemotongan tersebut diukur nilai kekasaran yang dihasilkan dengan menggunakan alat *Surface Tester* Mitutoyo MST-211.



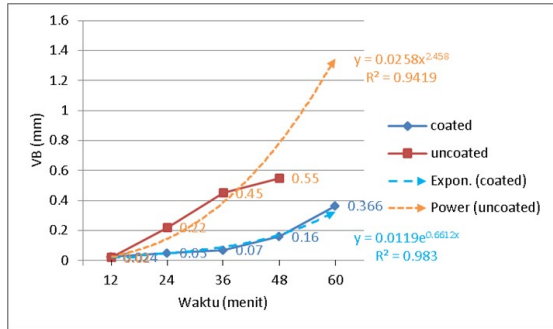
Gambar 1. Surface Tester Mitutoyo MST-211

Prosedur penelitian yang dilakukan disampaikan pada diagram alir berikut:

## 3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian grafik pertumbuhan keausan mata pahat potong karbida coated dan uncoated disampaikan pada Gambar 8. Dari gambar 8 dapat diketahui bahwa peningkatan waktu pemotongan diiringi dengan peningkatan nilai keausan yang terjadi pada bahagian sisi mata pahat. Mekanisme keausan yang terjadi pada mata pahat karbida coated adalah proses adhesi, proses adhesi tersebut terjadi disekitar bidang geram dan bidang utama mata pahat potong.

Permukaan bidang geram dan bidang utama didekat mata potong tidak mengalami gesekan langsung dengan aliran material benda kerja.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Keausan Mata Pahat Karbida *Coated* dan *Uncoated*

Pada waktu pemotongan 48 dan 60 menit, mata pahat karbida tidak bersentuhan langsung dengan benda kerja, melainkan terjadi penumpukan metal pada mata pahat yang menggesek benda kerja. Pada proses pemesian ini tidak terjadi keausan proses abrasif karena struktur pahat karbida yang keras. Dengan kecepatan potong yang tinggi, oksigen dalam udara pada celah celah diantara pahat dengan geram atau benda kerja tidak mempunyai peluang untuk bereaksi dengan material benda kerja, sehingga proses kimiawi tidak terjadi. Walaupun tidak menggunakan *coolant* dan temperatur yang dihasilkan cukup tinggi, akan tetapi butiran karbida tidak mudah terkelupas. Hal ini karena ikatan antara butiran karbida cukup kompak, dan atom besi dari benda kerja akan terdifusi ke dalam struktur pahat, sehingga menggantikan cobalt sebagai pengikat dan proses difusi tidak terjadi. Dengan tingkat kekerasan yang tinggi, pahat karbida tidak mengalami proses deformasi plastis dan proses keretakan dan kelelahan [6].

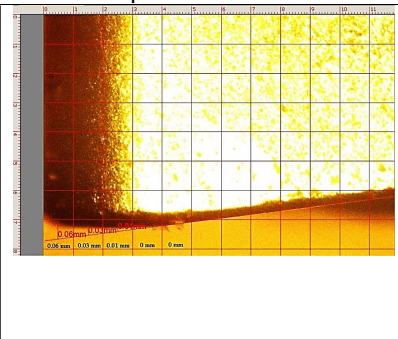
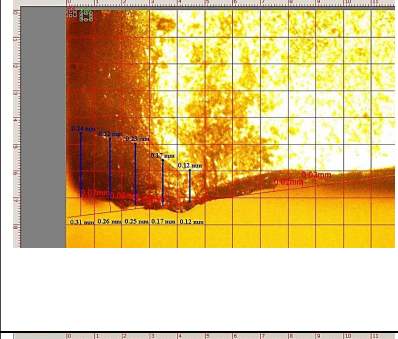
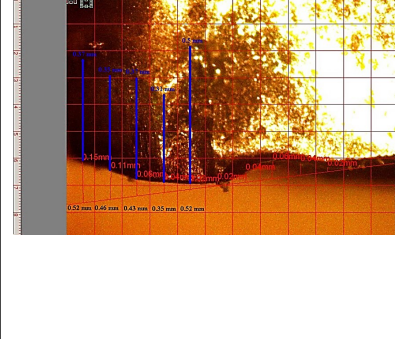
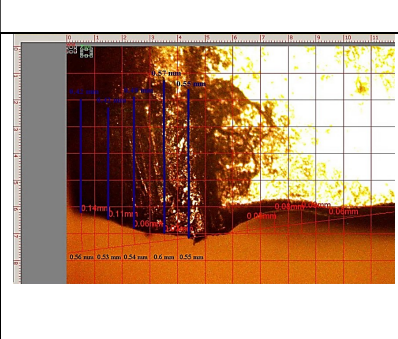
Salah satu faktor mengapa keausan terjadi dengan cepat adalah geram yang dihasilkan berupa geram yang kontinu. Dengan geram yang kontinu, temperatur mata pahat saat memotong benda kerja menjadi tinggi, sehingga merusak mata pahat yang berakibat pada keausan yang terjadi dengan lebih cepat. Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa grafik yang dihasilkan antara karbida *coated* dan *uncoated* berbeda, dimana pada karbida *coated* pertumbuhan keausan yang terjadi sangat lambat dibandingkan karbida *uncoated* yang pertumbuhan keausan terjadi dengan sangat cepat. Tetapi dengan parameter pemesian dan benda kerja yang sama, dapat dianalisis bahwa dengan tambahan lapisan dari karbida *coated* ( $TiCN+Al_2O_3+TiN$ ) dapat memperkuat mata pahat, dan tahan temperatur tinggi, sehingga mampu mencegah keausan yang terjadi dibandingkan dengan karbida *uncoated* yang tidak memiliki lapisan. Secara bertahap pertumbuhan keausan mata pahat yang terjadi disampaikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pertumbuhan keausan mata pahat Karbida *Coated* dan bentuk serpihan yang dihasilkan

Waktu Pemotongan Pertumbuhan Keausan Pahat Dan serpihan	
<p>12 menit</p>	
<p>24 menit</p>	
<p>36 menit</p>	
<p>48 menit</p>	
<p>60 menit</p>	



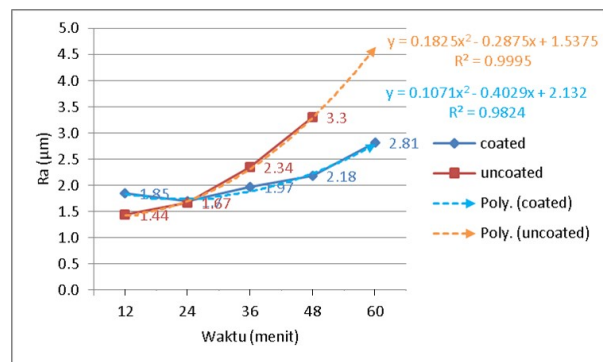
Tabel 2. Pertumbuhan keausan mata pahat Karbida Uncoated bentuk serpihan yang dihasilkan

Waktu Pemotongan Pertumbuhan Keausan Pahat Dan serpihan	
12 menit	
24 menit	
36 menit	
48 menit	

Pada mata pahat karbida *uncoated* mekanisme keausan yang terjadi adalah proses adhesi juga. Proses adhesi ini lebih cepat terjadi karena material karbida yang tidak dilapisi apapun, sehingga pada menit 24, terlihat pada proses pemesinan, mata pahat yang memotong benda kerja tidak bersentuhan secara langsung, melainkan penumpukan metal pada mata pahat yang bergesekan dengan benda kerja. Pada proses pemesinan ini juga tidak terjadi keausan proses

abrasif karena struktur pahat karbida yang keras dan dengan kecepatan potong yang tinggi oksigen dalam udara pada celah celah diantara mata pahat dengan geram atau benda kerja tidak mempunyai peluang untuk bereaksi dengan material benda kerja, sehingga proses kimiawi tidak terjadi. Proses difusi juga tidak terjadi karena ikatan antara butiran karbida tidak mudah terkelupas dan ikatan atom besi dari benda kerja akan terdifusi ke dalam struktur pahat. Walau tidak memiliki lapisan, karbida *uncoated* masih termasuk mata pahat dengan tingkat kekerasan yang tinggi, jadi mata pahat karbida ini tidak mengalami proses deformasi plastis dan proses keretakan dan kelelahan [6].

Selanjutnya kondisi permukaan benda kerja yang dihasilkan ditunjukkan dengan nilai kekasaran permukaan ( $R_a$ ) sebagaimana disampaikan pada Gambar 9.

Gambar 2. Grafik Perbandingan Nilai Kekasaran Permukaan Logam ( $R_a$ ) menggunakan Pahat Karbida *Coated* dan *Uncoated*

Pada Gambar 9 terlihat dengan parameter pemesinan yang sama dan benda kerja yang sama, nilai kekasaran permukaan benda kerja karbida *uncoated* lebih buruk dari pada karbida *coated*. Kedua pahat juga sama-sama terjadi BUE yang mengganggu *insert* dalam memotong benda kerja. Hal ini terjadi karena ada korelasi antara nilai kekasaran benda kerja dengan nilai keausan mata pahat. Pada karbida *coated* yang memiliki lapisan, keausan mata pahat terjadi lebih lambat dengan keausan lebih dari pada 0.3 mm pada menit ke 60 sedangkan pada karbida *uncoated* keausan mata pahat lebih dari pada 0.3 mm pada menit 36. Dapat dianalisis bahwa semakin besar kekasaran mata pahat berbanding lurus dengan kekasaran permukaan benda kerja yang semakin buruk. Hal ini disebabkan karena pada saat pemotongan, bagian sudut potong mata pahat bukan lagi melakukan pemotongan. Tetapi lebih karena pemotongan yang disebabkan oleh gesekan dari mata pahat yang sudah aus.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian analisa pertumbuhan keausan pahat karbida *coated* dan *uncoated* pada *alloy steel* AISI 4340 dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

1. Nilai kekasaran benda kerja (Ra) berbanding lurus dengan nilai keausan mata pahat (VB), karena pada proses pemotongan, bagian sudut potong mata pahat bukan lagi melakukan pemotongan, tetapi lebih karena pemotongan yang disebabkan oleh gesekan dari mata pahat yang sudah aus. Semakin aus mata pahat maka kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan semakin buruk.
2. Nilai kekasaran permukaan naik secara signifikan setelah VB mencapai 0.3 mm. Hal ini terjadi karena setelah VB 0.3 mm, gesekan antara mata pahat yang sudah aus dengan benda kerja semakin besar.
3. Mekanisme keausan yang terjadi adalah proses adhesi karena pada proses pemesinan berlangsung, terjadi penumpukan metal pada mata pahat yang bergesekan dengan benda kerja. Mekanisme keausan ini terjadi pada kedua mata pahat karbida *coated* dan *uncoated*.
4. Geram yang kontinu menghasilkan temperatur mata pahat saat memotong benda kerja semakin tinggi, sehingga dapat merusak mata pahat lebih cepat. Pada karbida *coated*, keausan terjadi lebih lambat dibanding karbida *uncoated*. Hal ini terjadi karena karbida *coated* memiliki lapisan berupa  $TiCN+Al_2O_3+TiN$  yang keras dan lebih tahan terhadap temperatur tinggi dibanding karbida *uncoated* yang tidak memiliki lapisan.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kemenristek Dikit, LPPI UNTAR dan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara atas dukungan dan bantuan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

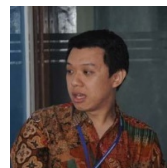
### Daftar Pustaka

- [1] Wright, P. K., Baghchi, A., Home, J. G. 1980. *Identification of Dominant Wear Mechanism in Specific Tool-Work System*. Proc. Int. Conf. Cutting Tools Materials. Ohio. pp 7-23.
- [2] Konig, W., Link, Klinger. R. 1990. *Machining Hard Materials With Geometrically Defined Cutting Edges. Field of Applications*. Annual of the CIRP 39 (1). pp 61-64.
- [3] Venkatesh, V. C. 1980. *Tool Wear Investigation on Some Cutting Tool Materials*. J. Lubrication Technology. 102. pp 556-559.

- [4] Fitzsimmons, M., Sarin, V. K. 2001. *Development of CVD WC-Co Coating*. Surface Grinding Technology. 137. Elsevier
- [5] Sreejith, P. S and Ngoi, B. K. A. 2000. *Dry Machining of The Future*. School of Mechanical and Production Engineering. Nanyang Technology University Singapore.
- [6] Rochim, Taufiq. 1985. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Bandung: Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri - Institut Teknologi Bandung.
- [7] Kalpakjian, Serope. 1991. *Manufacturing Processes for Engineering Materials*. Second Kedu. Chicago: Addison-Wesley Publishing Company Inc.
- [8] Rao, P. N. 2002. *Manufacturing Technology Metal Cutting & Machine Tools*. Singapore: Tata Mc Graw Hill Publishing Company Limited.



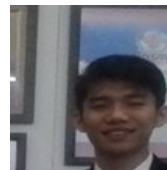
Sobron Lubis menyelesaikan studi S1 di Universitas Islam Sumatera Utara pada tahun 1991, kemudian melanjutkan program magister di School of Mechanical Engineering Universiti Sains Malaysia Penang pada tahun 2000. Dan menyelesaikan studi S3 di School of Mechanical Engineering Universitas Sains Malaysia Penang. Bidang penelitian yang diminati adalah Machining, metal cutting, Rapid Prototyping, Ceramic composite, serta beberapa topik yang berkaitan dengan Manufacturing Process.



Steven Darmawan menyelesaikan studi S1 di Universitas Tarumanagara pada tahun 2009, kemudian melanjutkan Program Magister Teknik di Universitas Indonesia dan menyelesaikan studi S3 di Teknik Mesin Universitas Indonesia pada tahun 2015.



Rosehan, menyelesaikan studi S1 di Universitas Sriwijaya Palembang pada tahun 1989, kemudian melanjutkan program Magister Teknik bidang Teknik Manufaktur di Universitas Indonesia pada Tahun 2000. Bidang penelitian yang diminati adalah Manufacturing Proses.



Tommy Tanuwijaya menyelesaikan studi : di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Tekni Universitas Tarumanagara pada Tahun 20 dalam bidang Teknik Manufaktur.