



Kinerja pahat karbida berlapis titanium Aluminium Nitrida (TiAlN) pada pembubutan kering baja ASTM A 29 grade 1038

Rahmad Septiadi, Sunarto

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis
Bengkalis, 28711, Indonesia

email : rahmadseptiadi.rs@gmail.com, sunarto@polbeng.ac.id

Abstrak

Penggunaan alat potong berbahan dasar karbida (WC+Co) jenis berlapis mendominasi di industri pemotongan logam. Dari hasil penelitian terdahulu bahwasannya pahat karbida berlapis memiliki ketangguhan lebih baik bila dibandingkan dengan pahat karbida yang tidak dilapisi dengan bahan pelapis. Bahan pelapis sangat berperan terhadap kinerja alat potong. Selama proses pemotongan berlangsung bahan pelapis dapat berfungsi sebagai pelumas padat yang dapat menurunkan temperatur pemotongan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui umur pemakaian pahat karbida berlapis *Titanium Aluminium Nitrida (TiAlN)* dengan tipe DCGX T3 1105-AL dengan bervariasi kecepatan potong (V_c) 70, 110, dan 250 m/menit, sedangkan gerak makan (f) = 0,1 mm/putaran dan kedalaman potong (a) 1,5 mm merupakan variabel tetap untuk ketiga kecepatan potong yang divariasikan. Proses pemotongan menggunakan proses pembubutan kering dengan material baja menengah ASTM A 29. Hasil penelitian menunjukkan proses pemotongan dengan $V_c = 70$ m/menit, waktu pemotongan (t_c) 6,82 menit terjadi kenaikan yang signifikan terhadap keausan pahat (V_b) yang mencapai 0,04 mm pada waktu 0,8 menit. Selanjutnya, pada proses pembubutannya tidak terjadi aus mendadak sebelum pada waktu 6 menit dengan besar aus sisi (V_b) 0,06 pada waktu 6,82 menit. Pada pemotongan menggunakan $V_c = 110$ m/menit, t_c 8,22 menit terjadi kenaikan yang signifikan terhadap V_b yang mencapai 0,05 mm pada waktu 0,46 menit, selanjutnya pada proses pembubutannya terjadi aus mendadak pada waktu 6 menit dengan besar aus sisi (V_b) 0,13 pada waktu 8,22 menit. Pada pemotongan menggunakan $V_c = 250$ m/menit, t_c 8,22 menit terjadi kenaikan yang signifikan terhadap V_b yang mencapai 0,06 mm pada waktu 0,24 menit, selanjutnya pada proses pembubutannya terjadi aus mendadak pada waktu 6 menit dengan besar aus sisi (V_b) 0,18 pada waktu 6,20 menit.

Kata Kunci: Umur pahat, kecepatan potong (V_c), aus sisi (V_b), pembubutan kering, pahat karbida *TiAlN*

Abstract

The use of coated carbide-based cutting tools (WC + Co) dominates in the metal cutting industry. From the results of previous studies that layered carbide chisels have better toughness when compared to carbide chisels that are not coated with a coating material. The coating material is very influential in the performance of cutting tools which during the cutting process takes place the coating material can function as a solid lubricant that can reduce the cutting temperature. The purpose of this study was to determine the age of using Titanium Aluminium Nitride (TiAlN) carbide chisels with DCGX T3 1105-AL type by varying the cutting speed (V_c) of 70, 110, and 250 m / min, while feed motion (f) = 0, 1 mm / rotation and cutting depth (a) 1.5 mm are fixed variables for the three cutting speeds that are varied. The cutting process uses a dry turning process with ASTM A 29 medium steel material. The results show the cutting process with $V_c = 70$ m / min, the cutting time (t_c) 6.82 minutes there was a significant increase in tool wear (V_b) which reached 0.04 mm at 0.8 minutes, then in the turning process there was no sudden wear before 6 minutes with large side wear (V_b) of 0.06 at 6.82 minutes. In cutting using $V_c = 110$ m / min, t_c 8.22 minutes there was a significant increase in V_b which reached 0.05 mm at 0.46 minutes, then in the process of turning there was a sudden wear at 6 minutes with large side wear (V_b) 0.13 at 8.22 minutes. On cutting using $V_c = 250$ m / min, t_c 8.22 minutes there was a significant increase in V_b which reached 0.06 mm at 0.24 minutes, then in the process of turning there was a sudden wear at 6 minutes with large side wear (V_b) 0.18 at 6.20 minutes.

Keywords: Tool life, cutting speed (V_c), side wear (V_b), dry turning, *TiAlN* carbide cutting tool

1. Pendahuluan

Proses bubut (*turning*) dalam industri manufaktur merupakan salah satu proses yang digunakan dalam pemotongan logam. Lebih kurang 80% dari keseluruhan kegiatan yang ada pada operasi proses pemotongan logam menggunakan

proses bubut [1]. Operasi pemotongan yang dapat dilakukan menggunakan proses bubut di antaranya *straight turning, taper turning, profiling, turning and external grooving, cutting with a form tool, facing, face grooving, boring and internal*

grooving, drilling, cutting off, threading serta knurling [2].

Dalam proses permesinan yang sering mengalami pergantian adalah pahat (*Cutting Tool*). Pahat merupakan komponen yang dapat habis pakai dan harganya relatif mahal. Pahat akan mengalami keausan setelah digunakan untuk pemotongan, semakin besar keausan pahat maka kondisi pahat akan semakin kritis. Jika pahat terus digunakan, keausan pahat akan semakin cepat dan menyebabkan ujung pahat akan rusak, kerusakan yang fatal tidak boleh terjadi pada pahat sebab gaya pemotongan yang besar akan merusak pahat bor, mesin perkakas, dan dapat membahayakan operator.

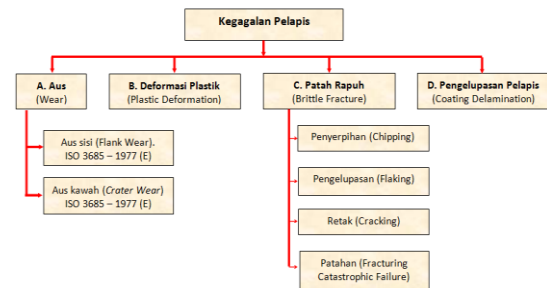
Selama proses pemotongan logam berlangsung terjadi interaksi antara pahat dan benda kerja. Benda kerja terpotong dan pahat mengalami gesekan. Akibat gesekan yang terjadi secara terus menerus maka pahat akan mengalami keausan dan akan mengurangi umur pahat.

Umur Pahat secara pasti diketahui dari hasil pengujian permesinan (secara empiris) untuk pasangan material benda kerja dan pahat tertentu. Jenis material benda kerja yang berbeda akan memberikan umur pahat yang berbeda juga. Dalam aplikasinya pahat digunakan untuk memotong berbagai macam benda kerja. Jadi, untuk setiap pahat dan setiap material benda kerja harus mempunyai data umur dan kondisi pemotongan tertentu dalam setiap perencanaan proses permesinan[3].

Banyak industri pemotongan logam menggunakan pahat karbida ($WC+Co$) berlapis pada proses produksinya. Salah satu pahat karbida yang diproduksi oleh *Sandvick Coromant* adalah type GC 1005 yang dilapisi dengan bahan pelapis *Titanium Aluminium Nitrida (TiAlN)* dan *Titanium Nitrida (TiN)* dengan kekerasan 1750 HV yang direkomendasikan untuk memotong bahan Aluminium pada kecepatan potong maksimum 2000 m/menit[4].

1.2 Diagram Kegagalan Pahat

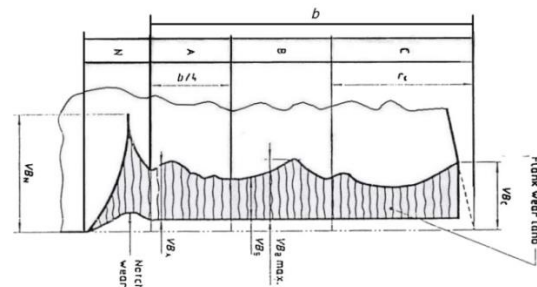
Pengamatan kegagalan pahat digambarkan pada mekanisme aus pahat atau kegagalan pahat, mode kegagalan, dan cacat yang terlihat. Ginting [5] menggambarkan kegagalan pahat yang lebih rinci yaitu dibagi atas aus (*wear*), deformasi plastik (*plastic deformation*), patah rapuh (*brittle fracture*) dan pengelupasan pelapis (*coating delamination*) sebagaimana yang diberikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Spektrum Kegagalan Pahat[5]

a. Aus Tepi (*Flank Wear*)

Aus tepi adalah bentuk aus pada sisi (*flank*) pahat potong disebabkan perubahan bentuk radius ujung pahat oleh gesekan antara permukaan pemesian benda kerja dan sisi pahat karena kekakuan benda kerja. Bidang aus didasarkan pada tebal bidang aus (*flank wear land*), harus sejajar terhadap arah potong. Tebal bidang aus merupakan ukuran dari besarnya aus sisi. Bentuk aus sisi serta pengukurannya ditentukan sesuai dengan standar ISO 3685-1977 seperti Gambar 2.



Gambar 2. Aus Sisi Pahat[6]

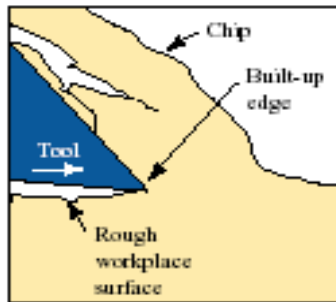
b. Aus Kawah (*Crater Wear*)

Aus ini disebabkan oleh suhu pemotongan yang tinggi pada bidang kontak antara serpihan dan pahat (*rake face*) dan pada tingkat tertentu terjadi pelarutan secara kimia antara pahat dan benda kerja yang menyebabkan pengikisan. Aus ini akan meningkatkan kerja sudut sadak pahat (*face edge*) dan mengurangi gaya potong. Kedalaman kawah adalah parameter yang banyak digunakan untuk mengavaluasi keausan kawah [7].

1.3 Deformasi Plastik (*Plastic Deformation*)

Akibat panas dan tekanan pemotongan yang meningkat bisa menyebabkan perubahan bentuk plastik dan ketidakaturan bentuk ukuran pahat dan bisa diikuti oleh kepatahan pahat. Akibat perubahan bentuk plastik dan panas serta tekanan yang meningkat ini juga bisa menyebabkan terjadi *Built Up Edge (BUE)*. *Built Up Edge* akan mengubah geometri pahat karena berfungsi sebagai mata potong yang baru dari pahat yang bersangkutan. *BUE* merupakan struktur yang dinamik, sebab selama proses pemotongan *BUE* akan tumbuh dan pada suatu saat lapisan atas atau

seluruh *BUE* akan terkelupas dan berulang dengan proses penumpukan lapisan metal yang baru. *BUE* yang terkelupas sebahagian akan terbawa geram dan sebahagian lain akan menempel pada benda kerja pada bidang transien serta pada bidang yang telah terpotong. Permukaan akan menjadi lebih kasar dengan adanya penempelan serpihan *BUE* yang relatif keras tersebut. Bila pemesinan dilakukan pada benda kerja lunak, material benda kerja dapat mengikat pada pahat potong dalam bentuk *BUE* sehingga dapat meningkatkan tekanan pahat dan menyebabkan permukaan pemesinan yang buruk. Pembentukan *BUE* dapat dilihat seperti Gambar 3.



Gambar 3. Pembentukan *BUE*[8]

1.3.1 Patah Rapuh (*Brittle Fracture*)

a. Penyerpihan (*Chipping*)

Setup pahat yang tidak kaku dan disebabkan oleh tidak konsistennya tekanan potong, dapat menyebabkan penyerpihan pahat. Pemotongan terputus-putus bisa juga menjadi penyebab penyerpihan pahat atau patah.

b. Aus Takikan (*Notch Wear*)

Terjadi akibat takikan pada dalamnya pemotongan yang dapat memicu terjadinya kawah pada bagian pahat. Aus ini terjadi pada bidang kontak (*side cutting edge* dan *end cutting edge*) antara benda kerja dan pahat.

c. Retak (*Cracking*)

Perbedaan suhu yang tinggi antara sudut potong (*cutting edge*) menyebabkan meratanya tempat retak melingkar pada sudut potong pahat.

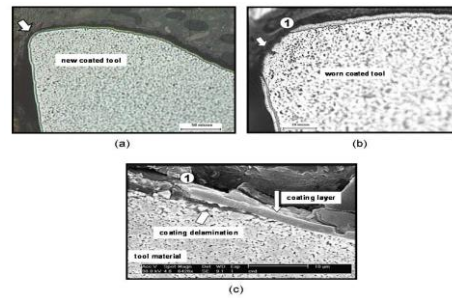
d. Aus Ujung Pahat (*Nose Wear*)

Saat pemesinan dilakukan, abrasif dan deformasi pada ujung pahat dapat terjadi. Pada aus ujung pahat ukuran berubah dan permukaan *finishing* benda kerja memburuk.

1.3.2 Pengelupasan Pelapis (*Coating Delamination*)

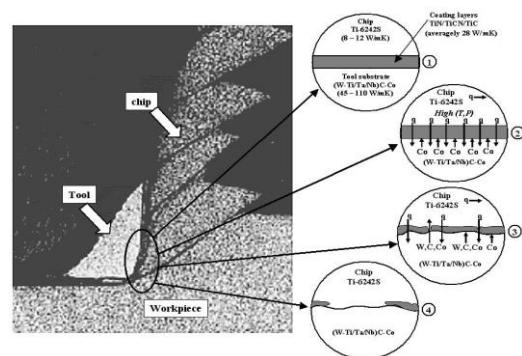
Pengelupasan pelapis (*coating delamination*) merupakan kejadian hilangnya bagian pahat dalam bentuk lapisan dari permukaan pahat. Fenomena ini adalah paling sering terjadi ketika pahat yang digunakan jenis pahat sisipan berlapis. Namun

demikian, bisa juga terjadi pada material pahat yang lain. Pengelupasan pelapis dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengelupasan Pelapis Pahat Karbida Berlapis CVD[9]

Mekanisme terjadinya *coating delamination* yang digali berdasarkan hasil analisis mikro menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) dan *energy dispersive analysis by X-Ray spectroscopy* (EDAX) dapat disimpulkan seperti skema pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema Mekanisme Pengelupasan Pelapis (*Coating Delamination*)[9]

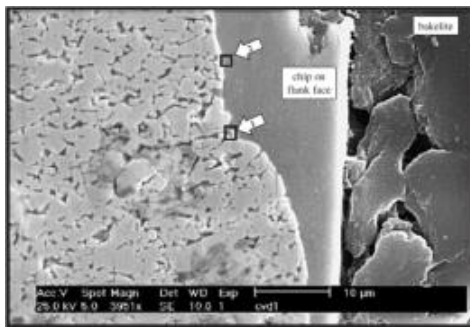
Menurut Nouari dan Ginting (2006) [9], dalam kasus pahat berlapis pengelupasan pelapis terjadi dengan diawali oleh *micro-cracks* yang berlangsung di dalam lapisan penyalut dan kemudian diikuti oleh perpindahan material lapisan dengan cepat. Secara umum penyelidikan tentang pengelupasan pelapis bukanlah suatu pekerjaan yang mudah. Hal ini disebabkan oleh interaksi yang kompleks antar beberapa faktor yang berperan terhadap pengelupasan seperti: *Dry Machining Operation Environment* (DMOE), sifat hakiki material pelapis, dan interaksi antara pahat, lapisan, serta benda kerja.

Pada awalnya, pengelupasan pelapis adalah bagian dari aus mekanis, tetapi penelitian lain menyimpulkan bahwa pengelupasan pelapis sebagian besar merupakan mekanisme kimia. Dearnley dan Greason [9] menyatakan bahwa suatu temperatur pemotongan yang lebih daripada 800 °C akan mengakibatkan proses difusi ketika memotong paduan titanium. Mereka menetapkan bahwa mekanisme aus difusi terjadi selama membubut Ti-64 dengan pahat karbida. Hasil penelitian mereka

menunjukkan bahwa permukaan yang dikenakan *rake face* pahat adalah sangat halus. Dengan kata lain, tidak ada aus mekanis secara jelas.

Kemudian Wang dan Zhang [10] dalam penelitiannya juga melaporkan bahwa unsur-unsur Co dan C berpindah tempat dari pahat ke dalam chip selama pemesinan. Migrasi atom C tersebut menghasilkan pembentukan suatu lapisan rapuh (lapisan kaya akan atom karbon) yang dengan mudah pecah di bawah beban mekanis pada *interface tool-chip*.

Selanjutnya, Nouari dan Ginting (2006) [9] dalam penelitiannya melalui analisa EDAX-nya juga membuktikan tentang adanya proses difusi pada lapisan pahat (*interface tool-chip*) di dalam area seperti yang ditunjukkan oleh dua anak panah pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses Difusi pada Lapisan Pahat [9]

Dari gambar di atas, Nouari [9] menyatakan bahwa pada lapisan *interface tool-chip* untuk pahat dengan *substrate* berisi unsur-unsur seperti W, Ti, Ta, Nb, C, dan Co, ternyata dalam proses pemesinan hasilnya menunjukkan bahwa semua unsur-unsur *substrate* pahat tersebut telah ditemukan di *interface tool-chip*. Hal ini sejalan dengan temuan Wang dan Zhang yang menetapkan bahwa *interface tool-chip* adalah suatu lapisan yang kaya akan atom C sebab secara kimiawi bereaksi dengan unsur Ti yang berasal dari material benda kerja dan dari lapisan TiC.

Dari uraian yang telah dipaparkan tentang kegagalan pahat di atas, jelas bahwa efek aus pahat ditinjau dari ukuran performa secara teknik adalah berkaitan dengan konsekuensi menurunnya akurasi dimensi, meningkatnya kekasaran permukaan, meningkatnya gaya potong, meningkatnya suhu, getaran meningkat, menurunnya efisiensi produksi, kualitas komponen, dan meningkatnya ongkos produksi. Tegasnya, mode kegagalan pahat berakhir lebih cepat (*premature end*).

1.4 Mekanisme Aus Pahat

1.4.1 Proses Pengikisan (*Abrasive*)

Berupa gesekan antara aliran material benda kerja pada bidang geram dan bidang utama pahat. Proses pengikisan berbanding langsung terhadap jarak potong (*cutting distance*) dan tidak tergantung pada suhu. Mekanisme pembentukan radius

serpihan R_o juga memungkinkan terjadinya aus abrasif pada pahat.

1.4.2 Proses Kimiawi

Dua permukaan yang saling bergesekan dengan tekanan yang cukup besar beserta lingkungan kimiawi yang aktif (baik udara maupun cairan pendingin dengan komposisi tertentu) dapat menyebabkan interaksi antara material pahat dengan benda kerja. Permukaan material benda kerja yang baru saja terbentuk (permukaan geram dan permukaan benda kerja yang telah terpotong) sangat aktif sehingga mudah bereaksi kembali dan menempel pada permukaan pahat. Pada kecepatan potong yang rendah, oksigen dalam udara pada celah-celah di antara pahat dengan geram atau benda kerja mempunyai kesempatan untuk bereaksi dengan material benda kerja sehingga akan mengurangi derajat penyatuan dengan permukaan pahat. Akibatnya, daerah kontak dimana pergeseran antara pahat dengan geram/benda kerja akan lebih luas sehingga proses keausan karena gesekan akan terjadi lebih cepat.

1.4.3 Proses Adhesi (*Adhesive*) atau Kerusakan Patah Rapuh

Adalah sebagai laju proses yang terkait dengan suhu serta kondisi pemotongan. Pada tekanan dan temperatur yang relative tinggi, permukaan metal yang baru saja terbentuk akan menempel dengan permukaan metal yang lain. Proses adhesi tersebut terjadi disekitar mata potong pada bidang geram dan bidang utama pahat.

1.4.4 Proses Difusi atau Peresapan (*Diffusion*)

Pada daerah tempat terjadi pelekatan (adhesi) antara material benda kerja dan pahat di bawah tekanan dan temperatur yang tinggi serta adanya aliran metal (geram dan permukaan terpotong relatif terhadap pahat) akan menyebabkan timbulnya proses difusi. Dalam hal ini terjadi perpindahan atom metal dan karbon dari daerah dengan konsentrasi rendah menuju ke daerah dengan konsentrasi rendah. Kecepatan keausan karena proses difusi dipengaruhi beberapa faktor, antara lain:

1. Daya larut (*solubility*) dari berbagai fasa dalam struktur pahat terhadap material benda kerja
2. Temperatur
3. Kecepatan aliran metal yang melarutkan.

1.4.5 Proses Oksidasi

Pada kecepatan potong yang tinggi (temperatur yang tinggi) ketahanan karbida atas proses oksidasi akan menurun. Karbida dapat teroksidasi bila temperaturnya cukup tinggi dan tak ada perlindungan terhadap serangan oksigen dalam atmosfer. Akibatnya, struktur material pahat akan lemah dan tidak tahan akan deformasi yang

disebabkan oleh gaya pemotongan. Cairan pendingin dalam batas-batas tertentu mampu mencegah terjadinya proses oksidasi.

1.4.6 Proses Deformasi Plastik

Kekuatan pahat untuk menahan tegangan tekan merupakan sifat material pahat yang dipengaruhi oleh temperatur. Hal inilah yang merupakan faktor utama yang membatasi kecepatan penghasilan geram bagi suatu jenis pahat. Penampang geram harus direncanakan supaya tekanan yang diderita ujung pahat tidak melebihi batas kekuatan pahat untuk menghindari terjadinya proses deformasi plastik.

Pahat karbida menjadi fokus penelitian oleh beberapa para peneliti[11][12][13][14], beberapa temuan diantaranya hasil pengujian terhadap pahat karbida berlapis Titanium Aluminium Nitrida dan Titanium Nitrida (TiAlN/TiN) pada pemotongan paduan Aluminium 6061 kecepatan potong tinggi kondisi kering bahwa semakin tinggi kecepatan potong akan menghasilkan kecepatan pertumbuhan aus sisi (VB) semakin cepat pada pemotongan paduan Aluminium 6061 keadaan kering menggunakan pahat karbida berlapis bahan TiAlN/TiN serta banyaknya Built Up Edge (BUE) yang mendominasi pada permukaan alat potong pada kecepatan potong 800 m/menit dan tidak ditemukan pada kecepatan potong 1000 dan 1200 m/menit[11]. Berdasarkan permasalahan ini, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variabel yang lain terutama terkait dengan umur pahat dan material. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui umur pemakaian pahat karbida berlapis Titanium Aluminium Nitrida (TiAlN) dengan tipe DCGX T3 1105-AL dengan bervariasi kecepatan potong (V_c) 70, 110, dan 250 m/menit, sedangkan gerak makan (f) = 0,1 mm/putaran dan kedalaman potong (a) 1,5 mm merupakan variabel tetap untuk ketiga kecepatan potong yang divariasikan. Proses pemotongan menggunakan proses pembubutan kering dengan material baja menengah ASTM A 29.

2. Metode Penelitian

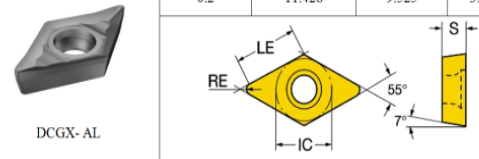
2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan adalah baja ASTM A 29. Baja ini merupakan baja karbon dengan komposisi unsur karbon yang terdapat pada ASTM A 29 yaitu antara 0,35- 0,42%. Hal tersebut menyatakan bahwa ASTM A 29 adalah baja karbon menengah yang dilihat dari kandungan karbonnya dibawah 0,5 %. Adapun dimensi yang digunakan pada baja ASTM A 29 dengan panjang 300 mm dan berdiameter 39 mm.

Pahat potong yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pahat produksi dari perusahaan Sandvick Coromant yaitu pahat karbida berlapis (coated) dari bahan Titanium Aluminium Nitrida (TiAlN) yang dihasilkan melalui proses PVD

yang direkomendasikan untuk memotong Paduan Aluminium.

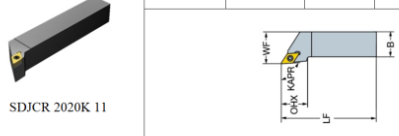
Type	Dimensi (mm)			
	RE	LE	IC	S
DCGX 11T3 02-AL	0.2	11.428	9.525	3.969



Gambar 7. Dimensi Pahat Bubut[15]

Pemegang pahat yang digunakan adalah SDJCR 2020K 1 yang merupakan pemegang pahat produksi Sandvick Coromant dengan dimensi pegangan sebesar 20 x 20 mm.

Type	Dimensi				
	WF	OHX	LF	B	KAPR
SDJCR 2020K 11	25 mm	21.9 mm	125 mm	20 mm	93 Deg



Gambar 8. Pemegang Pahat (Tool Holder)[15]

Peralatan yang digunakan adalah mesin bubut konvensional dan mikroskop. Mikroskop digunakan untuk mengambil data gambar kegagalan pahat yang terjadi setelah proses pemesinan digunakan USB Digital Microscope.

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian pada penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan bentuk pertumbuhan aus sisi (VB) pahat yang dapat digunakan sebagai penentu umur pahat (Tool Life) dilakukan dengan membuat beberapa kondisi pemotongan.
2. Proses pemesinan dilakukan dengan menggunakan mesin bubut konvensional pada pembubutan bahan baja ASTM A 29.
3. Menghitung Proses Pemesinan Benda Kerja

Proses pemesinan yang dilakukan pada permukaan baja dilakukan dalam 3 tahap pengerjaan yaitu tahapan pemotongan pertama dengan menggunakan kecepatan potong (V_c) 70 m/min, pemotongan kedua dengan menggunakan kecepatan potong (V_c) 110 m/min, dan pemotongan ketiga dengan menggunakan kecepatan potong (V_c) 250 m/min dengan perhitungan pembubutan benda kerja maka penentuan yang akan dilakukan sebagai berikut:

Kecepatan Potong (V_c) 70 m/min

a. Putaran spindle

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = 586,65 \text{ rpm}$$

b. Waktu pemakanan

$$t_c = \frac{l_t}{f \times n} = 0,85 \text{ min}$$

Kecepatan Potong (V_c) 110 m/min

a. Putaran spindle

$$n = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times d} = 1094,74 \text{ rpm}$$

b. Waktu pemakanan

$$t_c = \frac{l_t}{f \times n} = 0,456 \text{ min}$$

Kecepatan Potong (V_c) 250 m/min

a. Putaran spindle

$$n = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times d} = 2095,20$$

b. Waktu pemakanan

$$t_c = \frac{l_t}{f \times n} = 0,238 \text{ min}$$

Tabel 1. Parameter pemotongan

V_c			Spindel (RPM)			t_c		
70	110	250	586	1095	2095	0,85	0,46	0,24

4. Selanjutnya, untuk mengetahui Proses pengukuran aus sisi (VB) diambil pada setiap panjang pemesinan (l_t) dengan kecepatan potong (V) bervariasi sesuai dengan Tabel. Harga batas keausan sisi (VB) untuk pahat karbida adalah 0,3 mm dengan waktu pemotongan tidak kurang dari 5 menit (ISO 3685-1977). Keausan sisi (VB) dilihat dengan menggunakan *USB Digital Microscop*.



Gambar 9. Penggunaan Microscope

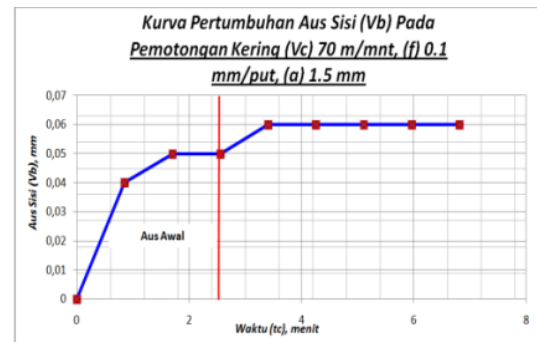
5. Berdasarkan pengumpulan data tersebut peneliti akan mendapatkan hasil data pengujian. Dari data tersebut maka dapat diketahui tingkatan aus sisi pada pahat karbida berlapis dalam proses pembubutan basah.

3. Hasil dan pembahasan

Hasil dari proses pembubutan atau pemotongan dengan variasi kecepatan potong adalah seperti berikut ini:

3.1 Pemotongan Pertama V_c 70m/menit

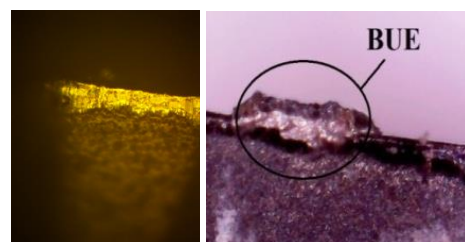
Kurva pertumbuhan aus sisi pada kecepatan potong (V_c) 70 m/menit sebagaimana pada Gambar 10 berikut:



Gambar 10. Kurva pertumbuhan (V_b) dengan (V_c) 70 m/mnt

Pada pemotongan pertama dengan menggunakan kecepatan potong (V_c) = 70 m/menit, gerak makan (f) = 0,1 mm/putaran, kedalaman potong (a) 1,5 mm dengan waktu pemotongan (t_c) hanya 6.82 menit kenaikan yang sangat signifikan terjadi pada proses pemotongan pertama dimana keausan pahat (V_b) mencapai 0,04 mm pada waktu 0,8 menit, selanjutnya pada proses pembubutannya tidak terjadi aus mendadak sebelum pada waktu 6 menit dengan besar aus sisi (V_b) 0,06 pada waktu 6,82 menit yang menandakan bahwa umur pahat jauh dari ketentuan yaitu minimal V_B 0,3 mm dalam waktu pemotongan (t_c) tidak kurang dari 5 menit (ISO 3685: 1977).

Bentuk keausan sisi pada kondisi pemotongan di atas dapat dilihat pada Gambar 11. berikut :

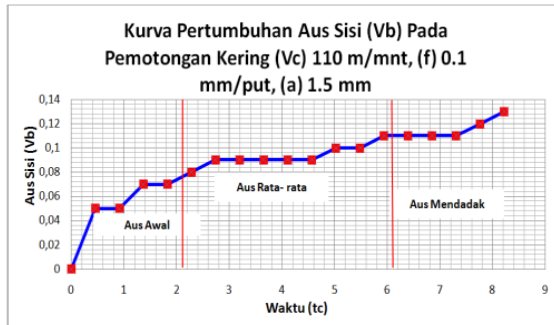


Gambar 11. Bentuk tumbuhnya lapisan metal (BUE) pada pemotongan (V_c) 70 m/menit

Pada besar aus sisi (V_B) baru mencapai 0,06 mm. Pada pemotongan dengan kecepatan (V_c) 70 m/menit, kondisi pahat mengalami deformasi plastik pada bagian tepi pahat (T-land Geometry) diakibatkan oleh panas dan tekanan pemotongan meningkat yang berimbas pada perubahan bentuk plastik pada pahat dan merubah geometri pahat.

3.2 Pemotongan Kedua V_c 110m/menit

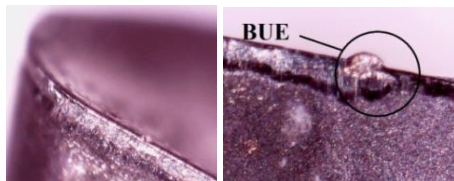
Kurva pertumbuhan aus sisi pada kecepatan potong (V_c) 110 m/menit sebagaimana pada Gambar 12 berikut:



Gambar 12. Kurva pertumbuhan (V_b) dengan (V_c) 110 m/mnt

Pada pemotongan kedua dengan menggunakan kecepatan potong (V_c) = 110 m/menit, gerak makan (f) = 0,1 mm/putaran, kedalaman potong (a) 1,5 mm dengan waktu pemotongan (t_c) hanya 8.22 menit kenaikan yang sangat signifikan terjadi pada proses pemotongan pertama dimana keausan pahat (V_b) mencapai 0,05 mm pada waktu 0,46 menit, selanjutnya pada proses pembubutannya terjadi aus mendadak pada waktu 6 menit dengan besar aus sisi (V_b) 0,13 pada waktu 8,22 menit yang menandakan bahwa umur pahat jauh dari ketentuan yaitu minimal V_b 0,3 mm dalam waktu pemotongan (t_c) tidak kurang dari 5 menit (ISO 3685: 1977).

Bentuk keausan sisi pada kondisi pemotongan di atas dapat dilihat pada Gambar 13. berikut :

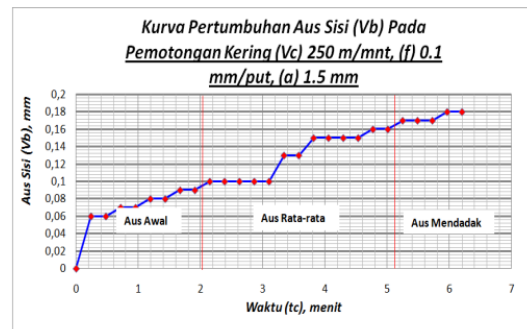


Gambar 13. Bentuk tumbuhnya lapisan metal (BUE) pada pemotongan (V_c) 110 m/menit

Pada besar aus sisi (V_b) baru mencapai 0,13 mm pada pemotongan dengan kecepatan (V_c) 110 m/menit, kondisi pahat mengalami deformasi plastik pada bagian tepi pahat (Flank face) hal tersebut disebabkan oleh suhu pemotongan yang tinggi pada bidang kontak antara serpihan dan pahat. Dalam kerusakan tumbuhnya lapisan metal diakibatkan oleh perubahan bentuk plastik dan panas yang diterima pahat melebihi kemampuannya.

3.3 Pemotongan Ketiga V_c 250m/menit

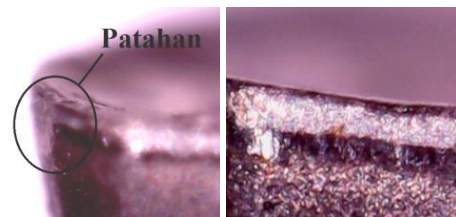
Kurva pertumbuhan aus sisi pada kecepatan potong 250 m/menit sebagaimana pada gambar 14 berikut:



Gambar 14. Kurva pertumbuhan (V_b) dengan (V_c) 250 m/mnt

Pada pemotongan ketiga dengan menggunakan kecepatan potong (V_c) = 250 m/menit, gerak makan (f) = 0,1 mm/putaran, kedalaman potong (a) 1,5 mm dengan waktu pemotongan (t_c) hanya 8.22 menit kenaikan yang sangat signifikan terjadi pada proses pemotongan pertama dimana keausan pahat (V_b) mencapai 0,06 mm pada waktu 0,24 menit, selanjutnya pada proses pembubutannya terjadi aus mendadak sebelum pada waktu 6 menit dengan besar aus sisi (V_b) 0,18 pada waktu 6,20 menit yang menandakan bahwa umur pahat jauh dari ketentuan yaitu minimal V_b 0,3 mm dalam waktu pemotongan (t_c) tidak kurang dari 5 menit (ISO 3685: 1977).

Bentuk keausan sisi pada kondisi pemotongan di atas dapat dilihat pada Gambar 15 berikut:



Gambar 15. Bentuk tumbuhnya lapisan metal (BUE) pada pemotongan V_c 250 m/menit

Pada besar aus sisi (V_b) baru mencapai 0,18 mm pada pemotongan dengan kecepatan (V_c) 250 m/menit, kondisi pahat mengalami patahan pada bagian ujung pahat (*nose*) dalam kerusakan abrasif dan deformasi pada ujung pahat yang berakibatkan permukaan *finishing* benda kerja memburuk.

4. Kesimpulan

Proses pemotongan dengan V_c = 70 m/menit, waktu pemotongan (t_c) 6.82 menit terjadi kenaikan yang signifikan terhadap keausan pahat (V_b) yang mencapai 0,04 mm pada waktu 0,8 menit. Selanjutnya, pada proses pembubutannya tidak terjadi aus mendadak sebelum pada waktu 6 menit

dengan besar aus sisi (Vb) 0,06 pada waktu 6,82 menit. Pada pemotongan menggunakan $V_c = 110$ m/menit, t_c 8.22 menit terjadi kenaikan yang signifikan terhadap Vb yang mencapai 0,05 mm pada waktu 0,46 menit. Selanjutnya, pada proses pembubutannya terjadi aus mendadak pada waktu 6 menit dengan besar aus sisi (Vb) 0,13 pada waktu 8,22 menit. Pada pemotongan menggunakan $V_c = 250$ m/menit, t_c 8.22 menit terjadi kenaikan yang signifikan terhadap Vb yang mencapai 0,06 mm pada waktu 0,24 menit. Selanjutnya, pada proses pembubutannya terjadi aus mendadak pada waktu 6 menit dengan besar aus sisi (Vb) 0,18 pada waktu 6,20 menit. Dalam waktu (t_c) 6.20 menit serta kondisi pahat mengalami patahan pada bagian ujung pahat (*nose*) dalam kerusakan abrasif dan deformasi pada ujung pahat yang berakibatkan permukaan *finishing* benda kerja memburuk.

Referensi

- [1] Nakaminami, M., Tokuma, T., Moriwaki, T., dan Nakamoto, K. *Optimal Structure Design Methodology for Compound Multiaxis Machine Tool- I- Analysis of Requirements and Specification. Paper Manufacturing Technology Departement. MORI SEIKI CO.LTD. 2007*
- [2] Kalpakjian, S. dan Steven, R.S. *Manufacturing Processes for Engineering Materials*. New Jersey. Prentice Hall. 2001
- [3] Budiman, Hendri dan Richard. "Analisis Umur Dan Keausan Pahat Karbida Untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) Dengan Metoda Variabel Speed Machining Test". *Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra*. vol 9 (1), pp31-39, 2007
- [4] Astakhov V P . *Tribology of Metal Cutting*. Elsevier, London. 2006
- [5] Armansyah Ginting, *Keausan Pahat Pemotong Karbida*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Sumatra Utara. 2004
- [6] ISO 3685 (1977) Second Edition 1993.
- [7] Rochim, Taufiq. *Teori & Teknologi Proses Pemesinan*. Higher Education Development Support Project. Jakarta. Mei 1993.
- [8] David A.S and John S.A, *Metal Cutting Theory and Practice*, Marcel Dekker Inc., 1997.
- [9] Nouari M. dan Ginting A., Wear Characteristics and Performance of Multi-layer CVD-Coated Alloyed Carbide Tool in Dry End Milling of Titanium Alloy. *Surface Coating Technology*. 200:5663-5676. 2006
- [10] Zhang., An Investigation of the Wear Mechanism for Carbida Tool in Face Milling the Ti-5Al-4.75Mo-4.75 V- 1Cr-1 Fe Alloy. *Key Eng Mater* 431- 432:547-550. 2010
- [11] S. Sunarto and S. Mawarni, "Pengaruh pemesian laju tinggi keadaan kering terhadap pertumbuhan aus sisi (VB) pahat karbida berlapis (tialn/tin) pada pembubutan paduan aluminium 6061," *J. POLIMESIN*, vol. 16, no. 2, pp. 51–56, 2018.
- [12] F. Sitorus, A. Ginting, and B. Wirjosentono, "Penyelidikan Karakteristik Lapisan Diamond Film Pahat Karbida Terhadap Pembebanan Mekanik Pada Pembubutan Kering," *J. Inotera*, vol. 1, no. 1, pp. 32–45, 2016.
- [13] I. Butarbutar, "Optimasi Kondisi Pemotongan pada Pembubutan Baja AISI 4340 yang Dikeraskan Menggunakan Pahat Karbida PVD Berlapis AlTiN dengan Algoritma Genetika," Universitas Sumatera Utara, 2018.
- [14] A. Suhendi and M. Yoto, "Pengaruh Kecepatan Spindle, Kedalaman Penyayatan, dan Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Keausan Pahat Insert Karbida pada Proses Pembubutan," *J. Tek. Mesin Dan Pembelajaran*, vol. 2, no. 2, 2019.
- [15] Sandvik Coromant, Technical Information: Tool wear, 12 maret 2004. <http://www2.coromant.sandvik.com/coromant/products/steelturning/pdf/2003>