

## PEMBUBUTAN KERING BAJA AISI 1070 TERHADAP PERTUMBUHAN AUS SISI PAHAT KARBIDA BERLAPIS (TiAlN/TiN)

**Sunarto**

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis  
Jalan Bathin Alam Bengkalis  
email : sunarto@polbeng.ac.id

### Abstrak

Pemesinan kering menjadi pilihan bilamana dampak yang diakibatkan oleh pemesinan basah berbahaya bagi operator dan lingkungan sekitar. Pemesinan kering adalah proses pemotongan logam tanpa menggunakan cairan pemotongan sehingga akan meningkatnya suhu saat pemotongan berlangsung. Suhu pemotongan yang tinggi akan mengurangi kemampuan pahat dan memperpendek umur pahat. Usaha peningkatan kemampuan pahat karbida (WC+Co) dilakukan dengan melapisi bahan pelapis diantaranya Titanium Aluminium Nitrida (TiAlN) dan Titanium Nitrida (TiN). Pahat karbida berlapis (TiAlN/TiN) dengan type GC 1005 yang direkomendasikan untuk memotong paduan Aluminium pada kecepatan potong ( $V$ ) = 2000 m/menit dalam penelitian ini digunakan untuk memotong baja AISI 1070 yang memiliki kekerasan 93,33 HRB dengan tujuan membuktikan ketangguhan pahat. Pengujian ketangguhan pahat dilakukan dengan terlebih dahulu menetapkan kondisi pemotongan. Hasil yang didapat pahat mampu memotong baja AISI 1070 sampai kecepatan potong  $V = 270$  m/menit, gerak makan ( $f$ ) = 0,15 mm/putaran dan kedalaman potong ( $a$ ) = 1,5 mm dalam waktu ( $t_c$ ) = 8 menit dan keausan tepi ( $VB$ ) sebesar 0,38 mm dengan jenis kerusakan abrasive.

**Kata kunci** : Pemesinan Kering, Aus Sisi ( $VB$ ), Kecepatan Potong ( $V$ ), Gerak Makan ( $f$ )

### Abstract

*Dry machining has become one of the options when the impact caused by wet machining endangers the operators and the surrounding environment. Dry machining is a metal cutting process without using any cutting fluids that will increase the temperature when doing the cutting. High cutting temperature will reduce the ability of a cutting tool and shorten the life of the cutting tools. The effort which was done to increase the ability of carbide tool (WC + Co) is through coating the coating materials including Titanium Aluminum Nitride (TiAlN) and Titanium Nitride (TiN). Coated-carbide Cutting Tool (TiAlN / TiN) type GC 1005 which was recommended for cutting aluminum alloy in cutting speed of ( $V$ ) = 2000 m / minute in this study was used to cut steel AISI 1070 had a hardness of HRB 93.33 with the purpose of proving the toughness of the cutting tools. Cutting tool Toughness testing is done by starting to set the cutting conditions. The results obtained from this test was that the cutting tool was capable to cut steel AISI 1070 and reached the cutting speed upto  $V = 270$  m / minute, the feed rate ( $f$ ) = 0.15 mm / rotation and depth of cut ( $a$ ) = 1.5 mm in time ( $t_c$ ) = 8 minutes and flank wear ( $VB$ ) of 0.38 mm with an abrasive damage.*

**Keywords** : Dry Machining, Flank Wear ( $VB$ ), Cutting Speed ( $V$ ), Feed Rate ( $f$ )

### PENDAHULUAN

Proses pemotongan tanpa menggunakan cairan pemotongan atau disebut juga dengan pemesinan kering menjadi alternatif dewasa ini mengingat dampak yang ditimbulkan akibat cairan pemotongan membahayakan bagi operator dan lingkungan sekitar. Badan administrasi keamanan dan kesehatan Amerika (OSHA) secara berkesinambungan memperbaiki hukum-hukum baru yang berkaitan dengan manufaktur dan dampak lingkungan yang sehat. Salah satu perhatian yang utama

pada industri pemotongan logam adalah berkaitan dengan kesehatan bila menggunakan cairan pemotongan pada pemesinan basah. Hingga saat ini, telah diestimasi lebih dari 100 juta galon dari cairan pemotongan yang digunakan setiap tahun di Amerika (NPRO, 1991). Selain itu juga telah diestimasi bahwa diantara 700.000 sampai 1.000.000 pekerja mengalami pengaruh buruk karena cairan pemotongan di Amerika setiap tahunnya (Bennet, 1957).

Salah satu akibat dari pemesinan kering

adalah temperatur potong yang tinggi sebagai akibat dari gesekan antara permukaan pahat dan benda kerja. Temperatur yang tinggi pada saat pemotongan didapat dari energi pemotongan yang diubah menjadi panas melalui proses gesekan antara geram dengan bidang aktif pahat dan antara pahat dengan benda kerja, serta proses perusakan molekuler atau ikatan atom pada bidang geser (shear plane). Karena tekanan yang besar akibat gaya pemotongan serta temperatur yang tinggi maka permukaan aktif pahat akan mengalami keausan.

Astakhov VP (2006) 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 Titanum Nitrida (TiN) dengan kekerasan 1750 HV yang direkomendasikan untuk memotong bahan Aluminium pada kecepatan potong maksimum 2000 m/menit.

Untuk menambah perbendaharaan dibidang penggunaan pahat *insert* tipe GC 1005 maka dalam penelitian ini akan dilakukan uji kemampuan pahat ketika membubut material baja AISI 1070 yang memiliki kekerasan 93,33 pada skala HRB. Kecepatan partumbuhan aus sisi dan kondisi pemotongan menjadi fokus dalam pembahasan tulisan ini.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Aus Sisi (VB) dan Aus Kawah (KT)

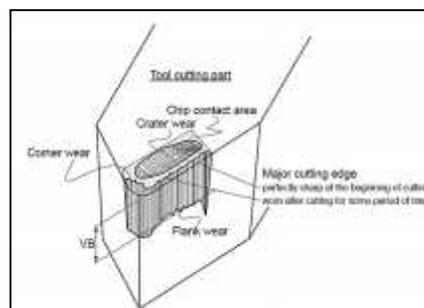
Selama proses pembentukan geram berlangsung, pahat dapat mengalami kegalangan dari fungsinya yang normal karena disebabkan oleh beberapa hal antara lain; 1). Keausan yang secara bertahap membesar (tumbuh) pada bidang aktif pahat, 2). Retak yang menjalar sehingga menimbulkan patahan pada mata potong pahat, 3). Deformasi plastik yang akan mengubah bentuk/geometri pahat. Jenis kerusakan yang terakhir di atas disebabkan oleh tekanan temperatur yang tinggi pada bidang aktif pahat dimana

kekerasan dan kekuatan material pahat akan turun bersama dengan naiknya temperatur.

Selama proses pemotongan berlangsung, keausan tepi/sisi (VB) dan juga keausan kawah (KT) akan membesar (tumbuh) setaraf dengan bertambahnya waktu pemotongan ( $t_c$ ) (menit).

Aus sisi adalah bentuk aus pada sisi (flank) pahat potong disebabkan perubahan bentuk radius ujung pahat oleh gesekan antara permukaan pemesian benda kerja dengan sisi pahat karena kekakuan benda kerja. Besarnya aus sisi dapat diketahui dengan mengukur panjang VB yaitu jarak antara mata potong sebelum terjadi keausan sampai ke garis rata-rata bekas keausan pada bidang utama. Aus sisi sangat mempengaruhi hasil akhir, integritas permukaan, gaya dan daya potong. Aus sisi sangat menentukan kriteria usia pakai pahat (tool life) dan merupakan indeks yang sangat penting untuk mengevaluasi *performance* dari pahat potong (Takatsu, et. al., 1983).

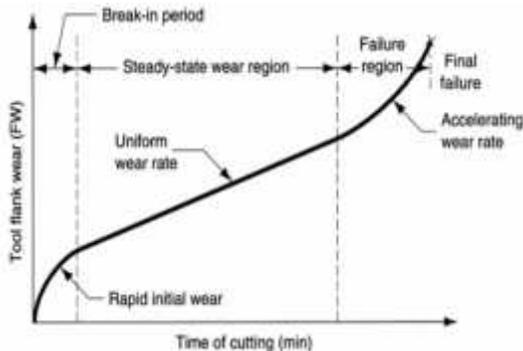
Aus Kawah (*Crater Wear*) disebabkan oleh suhu pemotongan yang tinggi pada bidang kontak antara serpihan dan pahat (rake face), dan pada tingkat tertentu terjadi pelarutan secara kimia antara pahat dan benda kerja yang menyebabkan pengikisan. Aus ini akan meningkatkan kerja sudut sadak pahat (*face edge*) dan mengurangi gaya potong. Kedalaman kawah adalah parameter yang banyak digunakan untuk mengevaluasi keausan kawah (Rochim, 1993). Bentuk keausan sisi dan kawah pada pahat potong dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Keausan kawah (*crater wear*) dan Keausan Tepi (*flank wear*)

Keausan kawah hanya dapat diukur dengan memakai alat ukur kekasaran permukaan, jarum atau sensor alat ukur digeserkan pada bidang geram dengan sumbu penggeseran diatur sehingga sejajar bidang geram (Rochim, 1993).

Tiga daerah yang biasanya digunakan untuk mengidentifikasi laju keausan sisi sebagai salah satu untuk menentukan umur pahat yaitu: periode peretakan (*break-in periode*), ialah periode keausan yang terjadi sesaat setelah pengoperasian, dimana pada periode ini keausan pahat berjalan sangat cepat terutama pada bagian tajam dari ujung pahat. Daerah keausan konstan (*steady-state wear region*); daerah ini menggambarkan laju keausan sebagai fungsi linear terhadap waktu. Daerah kerusakan (*failure region*); pada periode ini laju keausan pahat berjalan dengan cepat sehingga temperatur potong bertambah tinggi dan efisiensi proses pemesinan berkurang, dan akhirnya pahat rusak akibat temperatur tinggi.

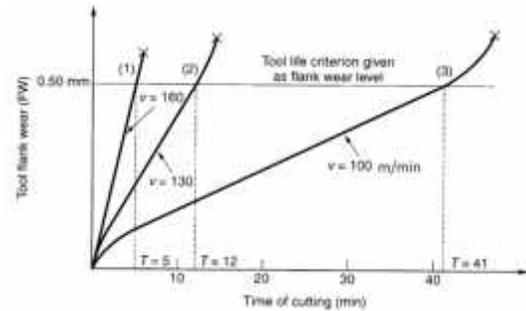


Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Aus Sisi

Kemiringan (*slope*) kurva pada daerah keausan dipengaruhi oleh material dan kondisi pemotongan. Material yang lebih keras, peningkatan kecepatan potong, besar gerak makan dan kedalaman potong akan menyebabkan peningkatan laju keausan (kemiringan kurva bertambah). Hubungan antara keausan pahat dengan beberapa kecepatan potong dapat dilihat pada Gambar 3.

Dengan bertambahnya kecepatan potong, maka laju keausan juga bertambah, se-

hingga tingkat kerusakan yang sama akan dicapai dalam waktu yang lebih cepat.



Gambar 3. Keausan Pahat Vs. Kecepatan Potong

Kerusakan fatal pada pahat tidak boleh terjadi, sebab gaya pemotongan akan sangat tinggi sehingga dapat merusakkan seluruh pahat, mesin perkakas dan benda kerja, serta dapat membahayakan operator. Untuk menghindari hal tersebut ditetapkan suatu batas harga keausan sisi pahat (*VB*) yang dianggap sebagai batas kritis dimana pahat tidak boleh digunakan.

Tabel 1. Nilai Keausan Sisi Pahat

No	Pahat	Benda Kerja	VB(mm)
1.	HSS	Baja & Besi Tuang	0,3 – 0,8
2.	Karbida	Baja	0,2 – 0,6
3.	Karbida	Besi Tuang & Non Ferrous	0,4 – 0,6
5.	Keramik	Baja & Besi Tuang	0,3

Sumber: Taufiq Rochim (1993)

Kriteria umur pahat dapat dilakukan dengan cara mengukur keausan sisi (*VB*). Hasil pengukuran dapat ditampilkan berupa grafik. Grafik yang dihasilkan merupakan hubungan antara dimensi keausan *VB* (sumbu Y) dan waktu pemotongan *t<sub>c</sub>* (sumbu X). Penentuan umur pahat (*T<sub>1</sub>*) pada kecepatan potong (*V<sub>1</sub>*) dimana kriteria saat berakhirnya umur pahat keausan tepi (*VB mak*) = 0,3 mm. Salah satu peralatan yang digunakan untuk mengukur keausan tepi

pahat adalah *USB Digital Microscope*. Pengukuran keausan tepi dilakukan dengan meletakkan dasar pahat pada meja ukur. Ukuran keausan sisi *VB* pahat dapat langsung di peroleh dengan menarik garis ukur dari gambar.

### **Mekanisme Aus Pahat.**

#### **a. 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.

#### **b. Proses Kimiawi**

Dua permukaan yang saling bergesekan dengan tekanan yang cukup besar beserta lingkungan kimiawi yang aktif (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 diantara 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.

#### **c. Proses Adhesi (Adhesive) atau Kerusakan Patah Rapuh**

Adalah sebagai laju proses yang terkait dengan suhu serta kondisi pemotongan.

Pada tekanan dan temperatur yang relatif 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.

#### **d. Proses Difusi atau Peresapan (Diffusion)**

Pada daerah dimana terjadi pelekatan (adhesi) antara material benda kerja dengan pahat dibawah 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 kecepatan tinggi 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.

#### **e. 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.

#### **f. Proses Deformasi Plastik**

Kekuatan pahat untuk menahan tegangan tekan merupakan sifat material pahat

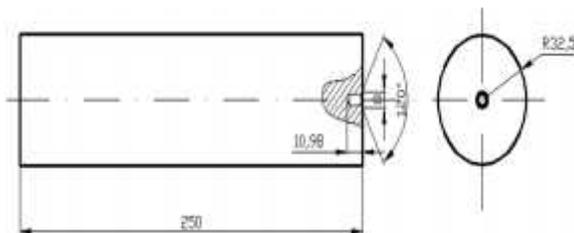
yang dipengaruhi oleh temperatur. Hal inilah yang merupakan faktor utama yang membatasi kecepatan penghasiian geram bagi suatu jenis pahat. Penampang geram harus direncanakan supaya tekanan yang diderita ujung pahat tidak melebihi batas kekuatan pahat untuk menghindari terjadinya proses deformasi plastik.

**METODE PENELITIAN**

**Bahan**

**1. Baja AISI 1070**

Baja AISI 1070 ialah baja yang mengandung unsur karbon antara 0,65 s/d 0,75%. Dalam perdagangan dibuat dalam bentuk pelat, batangan untuk keperluan tempa, pekerjaan mesin, dan lain-lain. Dimensi baja AISI 1070 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Dimensi Baja AISI 1070

Hasil uji komposisi baja AISI 1070 sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel berikut :

Tabel 2. Komposisi AISI 1070

Si	C	Cu	Mn	S	Cr	P	Ti	Fe
0,258	0,796	0,0091	0,790	0,0112	0,151	0,025	0,005	97,8

(Sumber: Hasil Pengujian)

**2. Pahat Potong**

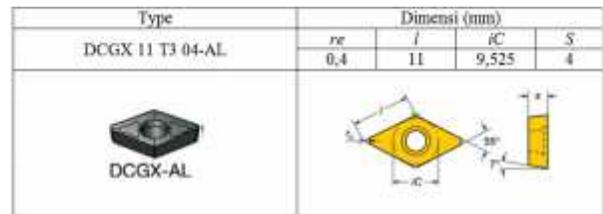
Kandidat pahat potong yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pahat produksi dari perusahaan *Sandvik Coromant* yaitu pahat karbida berlapis (coated) dari bahan Titanium Aluminium Nitrida (TiAlN) dan Titanium Nitrida (TiN) yang dihasilkan melalui proses PVD. Spesifikasi pahat tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 3. Spesifikasi Pahat Potong (GC 1005)

Kemposisi	Grain Size (µm)	Hardness (HV)	Coating Specification	Radius Nose (mm)	Dept of Cut (mm)	Cutting Speed (Vc=mm/min)	Feeding (mm/put)
Co 6%, WC Rest	0,8-1,4	1750	PVD TiAlN-TiN 4 µm	0,4	1,5	2000	0,2

Sumber: Sandvik Coromant

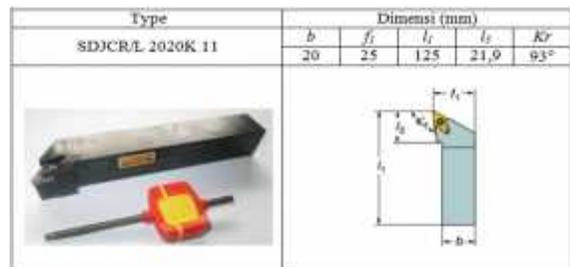
Dimensi pahat karbida coated (TiAlN/TiN) dapat dilihat pada Gambar 5 berikut:



Sumber: Sandvik Coromant

Gambar 5. Dimensi Pahat Bubut

Pemegang pahat yang digunakan adalah SDJCR (93°) yang dikhususkan untuk proses bubut. Bentuk pemegang pahat seperti Gambar 6 berikut :



Gambar 6. Pemegang Pahat (Tool Holder)

**Peralatan**

**1. Mesin Bubut CNC**

Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin bubut CNC beserta kelengkapannya. Mesin bubut CNC dapat dilihat pada Gambar 7 berikut :



Gambar 7. Mesin Bubut CNC

## 2. Rockwell Hardness Tester TH 500

Untuk menguji kekerasan benda kerja digunakan alat uji kekerasan *Rockwell Hardness Tester TH 500*. Bentuk alat uji kekerasan tersebut seperti Gambar 8 berikut:



Keterangan gambar:

1. *Body*
2. Jarum Penunjuk
3. Tuas Beban
4. Identor
5. Landasan
6. Tuas Pengatur

Gambar 8. *Rockwell Hardness Tester*

## 3. Mikroskop

Untuk mengambil data gambar kegagalan pahat yang terjadi setelah proses pemesinan digunakan *USB Digital Microscope*. Bentuk *USB Digital Microscope* dapat dilihat pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9. *USB Digital Mikroskop*

## 4. Scanning Electron Microscopy (SEM)

*Scanning Electron Microscopy (SEM)* digunakan untuk studi detail arsitektur permukaan sel (atau struktur renik lainnya), dan obyek diamati secara tiga dimensi. SEM dapat dilihat pada Gambar 10 berikut :

### Metode

Untuk mendapatkan bentuk pertumbuhan aus sisi (*VB*) pahat yang dapat digunakan sebagai penentu umur pahat (*Tool Life*) di-

lakukan dengan membuat beberapa kondisi pemotongan sebagai mana yang terdapat pada Tabel berikut :



Gambar 10. FESEM

Tabel 4. Pemotongan Baja AISI 1070 Vs. Pahat Karbida Coated (TiAlN/TiN)

No	V (m/menit)	f (mm/pot)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	n (menit)	Potongan (rpm)	Kegagalan Pahat (P/E)
1.	175	0,1	1	220	45,5	2,19	1225	
2.	200	0,1	1	220	52	2,19	1225	
3.	200	0,1	1	660	52	5,38	1225	
4.	215	0,13	1,5	220	34,3	1,24	2000	
5.	235	0,2	1,5	45	61	0,18	1225	
6.	215	0,16	1,5	220	34,3	1,06	2000	
7.	210	0,15	1,5	1500	38	9	1150	
8.	250	0,15	1,5	1260	69,2	7,3	1150	
9.	230	0,15	1,5	1200	53,8	8	1600	
10.	300	0,15	1,5	720	59,8	3	1600	

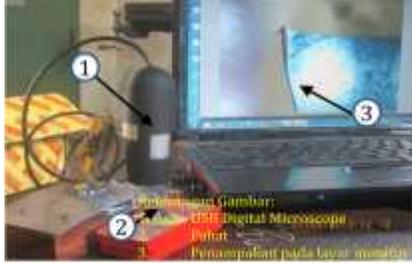
Proses pemesinan dilakukan dengan menggunakan mesin bubut CNC bahan baja AISI 1070. Proses pengukuran aus sisi (*VB*) diambil pada setiap panjang pemesinan (*lt*) adalah 60 mm dengan kecepatan potong (*V*) bervariasi sesuai dengan Tabel. Harga batas keausan sisi (*VB*) untuk pahat karbida adalah 0,3 mm dengan waktu pemotongan tidak kurang dari 5 menit (ISO 3685-1977). Keausan sisi (*VB*) dilihat dengan menggunakan *USB Digital Microscope*.

Setup peralatan pemesinan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11 berikut:



Gambar 11. Setup Peralatan

Proses pengambilan besar keausan sisi sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 12 berikut:



Gambar 12. Pengukuran VB

Untuk mengetahui komposisi baja AISI 1070 dilakukan proses uji komposisi sebagai berikut :



Gambar 13. Uji Komposisi

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pemotongan baja AISI 1070 sesuai dengan Tabel 4 yang direncanakan di dapat data sebagai berikut :

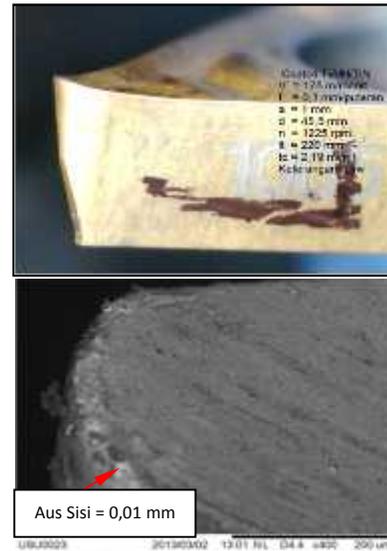
Tabel 5. Rekapitulasi Pemotongan

No	V (m/menit)	f (mm/put)	a (mm)	d (mm)	d (mm)	n (menit)	Potongan (rpm)	Kepagalan Pakar (VB)
1.	175	0,1	1	220	45,5	2,19	1225	0,01
2.	200	0,1	1	220	52	2,19	1225	0,01
3.	200	0,1	1	660	52	5,38	1225	0,01
4.	215	0,13	1,5	220	34,3	1,24	2000	0,01
5.	225	0,2	1,5	45	61	0,18	1225	Pandan
6.	255	0,36	1,5	220	34,3	1,08	2000	Pandan
7.	250	0,23	1,3	1540	58	9	1150	VB=0,04
8.	250	0,23	1,3	1240	69,2	7,5	1150	VB=0,11
9.	220	0,17	1,5	1200	52,8	9	1600	VB=0,18
10.	200	0,17	1,5	720	59,8	7	1600	VB=1,51

Pada pemotongan pertama, kedua, ketiga dan keempat dengan kondisi pemotongan ( $V$ ) = 175, 200, 210 dan 215 m/menit, gerak makan ( $f$ ) = 0,1 dan 0,13 mm/put kedalaman potong ( $a$ ) 1 mm dan 1,5 mm dengan waktu pemotongan ( $t_c$ ) selama 2,19, 2,19, 5,38, dan 1,24 menit besar aus sisi ( $VB$ ) baru mencapai 0,01 mm. Hal ini masih mengidentifikasi bahwa umur

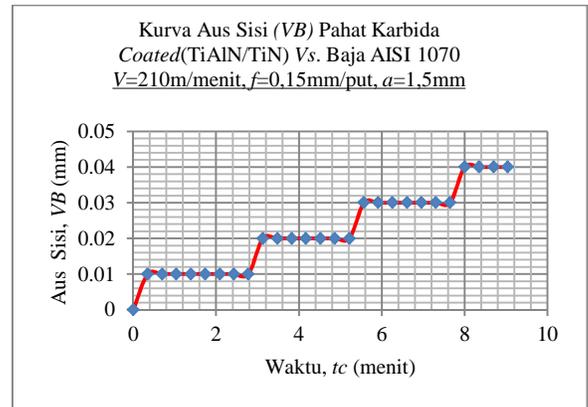
pakai pahat masih jauh dari ketentuan yaitu minimal  $VB$  0,3 mm dalam waktu pemotongan ( $t_c$ ) tidak kurang dari 5 menit (ISO 3685: 1977).

Bentuk keausan sisi pada kondisi pemotongan di atas dapat dilihat pada Gambar 14 berikut :



Gambar 14. Bentuk Aus Sisi

Kurva pertumbuhan aus sisi pada kecepatan potong 210 m/menit sebagaimana pada Gambar 15 berikut:

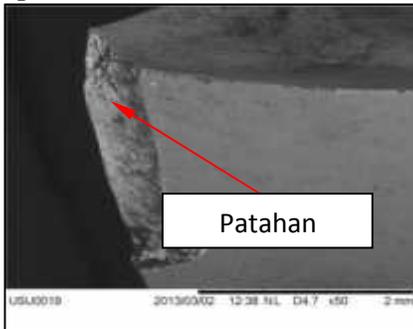


Gambar 15. Kurva Pertumbuhan VB

Dari hasil pemesinan dengan kondisi pemotongan pertama, kedua, ketiga dan keempat masih belum menunjukkan pertumbuhan aus sisi yang signifikan maka dilanjutkan dengan pemotongan kelima dan ke-

enam dengan ( $V$ ) = 235 dan 215 m/menit , gerak makan ( $f$ ) = 0,2 dan 0,16 mm/putaran, waktu pemotongan ( $t_c$ ) hanya 0,18 dan 1,08 dengan kondisi pahat berupa patahan pada ujung pahat atau termasuk dalam kerusakan patah rapuh akibat tekanan yang terima pahat melebihi kemampuannya.

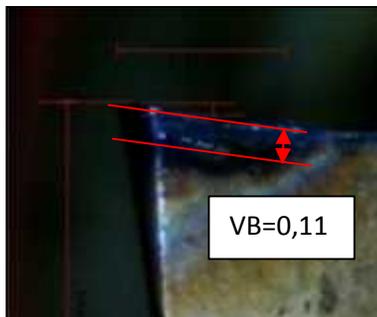
Bentuk kerusakan pahat pada kondisi pemotongan di atas sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 16 berikut:



Gambar 16. Patahan Sisi pahat

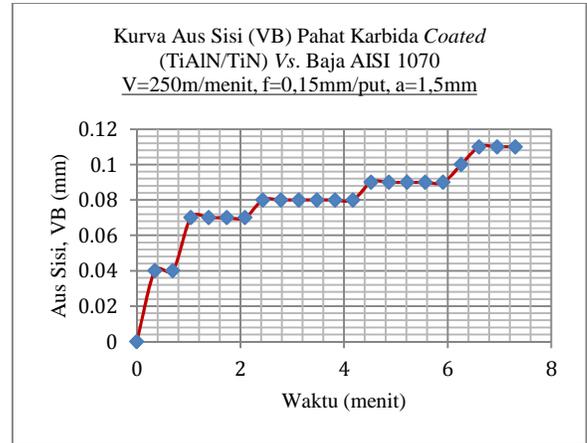
Uji kemampuan pahat dilanjutkan dengan merubah kondisi pemotongan yaitu pada pemotongan ketujuh dan kedelapan dengan kecepatan potong ( $V$ ) 210 dan 250 m/menit, gerak makan ( $f$ ) 0,15 mm/put dan kedalaman potong ( $a$ ) 1,5 mm. Pertumbuhan aus sisi  $VB$  pada kondisi ini sebesar 0,04 mm dalam waktu ( $t_c$ ) 9 menit dan 0,11 mm dalam waktu ( $t_c$ ) 7,3 menit. Hasil yang di dapat masih belum sejalan dengan ketentuan umur pahat yang direkomendasikan oleh ISO 3685: 1977. Kerusakan pahat lebih dominan disebabkan oleh pengikisan (Abrasive).

Bentuk kerusakan pahat dengan kondisi pemotongan di atas dapat dilihat seperti Gambar 17 berikut :



Gambar 17. Kerusakan Pahat

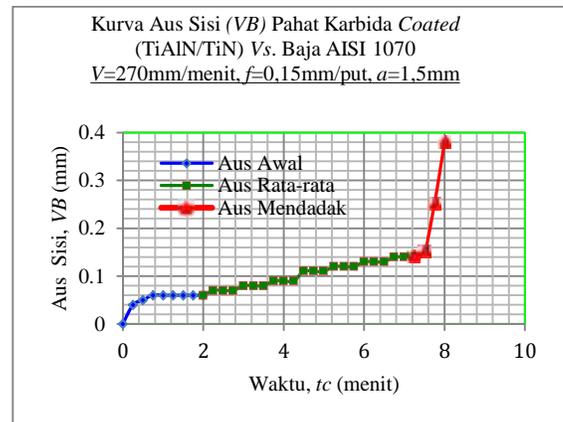
Kurva pertumbuhan aus sisi ditunjukkan sebagaimana pada Gambar 18 berikut:



Gambar 18. Kurva Pertumbuhan VB

Dari Gambar 18 diatas tahapan aus awal berada pada menit 4 dan tahapan aus rata-rata berada pada menit 6 s.d 8.

Pemotongan kesembilan dengan kondisi pemotongan  $V = 270$  m/menit, gerak makan ( $f$ ) = 0,15 mm/put, kedalaman potong ( $a$ ) = 1,5 mm dan lama pemotongan ( $t_c$ ) = 8 menit menghasilkan kurva pertumbuhan aus sisi seperti berikut:

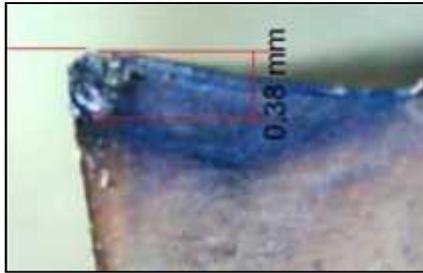


Gambar 19. Kurva Pertumbuhan VB

Dari Gambar 19 di atas bahwa tahapan aus awal berada pada menit 0 s.d 2, tahapan aus rata-rata berada pada menit 2 s.d 7, tahapan aus mendadak berada pada menit 7 s.d 8. Kurva pertumbuhan aus yang di dapat

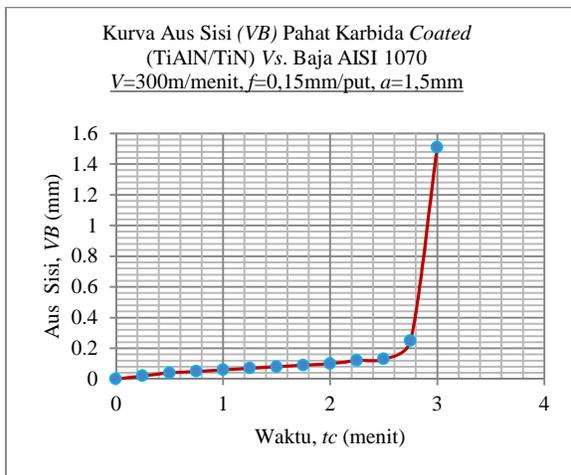
dikategorikan sesuai dengan ketentuan ISO 3685: 1977 dan dapat dijadikan sebagai referensi untuk mengetahui umur pahat.

Bentuk kerusakan pada pemotongan ke sembilan ini berupa aus oleh Abrasive sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 20 berikut :



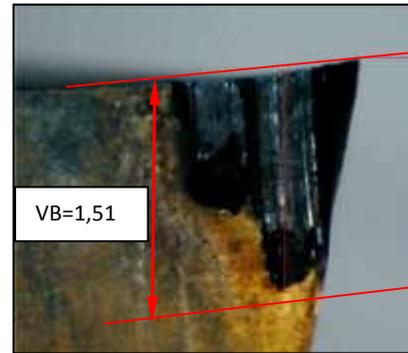
Gambar 20. Kerusakan Pahat

Pemotongan kesepuluh dengan  $V = 300$  m/menit, gerak makan ( $f$ ) = 0,15 mm/put dan kedalaman potong ( $a$ ) = 1,5 mm serta lama pemotongan ( $t_c$ ) = 3 menit menghasilkan aus sisi  $VB$  sebesar 1,51 mm. Dapat dinyatakan bahwa kondisi pemotongan tersebut tidak dapat dijadikan pedoman penentuan umur pahat. Kurva pertumbuhan aus sisi dari kondisi pemotongan di atas sebagaimana yang terlihat pada Gambar 21 berikut :



Gambar 21. Kurva Pertumbuhan  $VB$

Bentuk kerusakan pada pemotongan ke sepuluh ini berupa aus oleh Abrasive sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 22 berikut :



Gambar 22. Kerusakan Pahat

### KESIMPULAN

1. Pahat Karbida (WC+Co) yang diapisi dengan bahan pelapis (TiAlN/TiN) produksi Sandvick Coromant dengan Type GC 1005 yang direkomendasikan untuk memotong paduan Aluminium dengan kecepatan potong maksimum 2000 m/menit dapat digunakan untuk memotong baja AISI 1070 pada kecepatan potong 270 m/menit.
2. Pemotongan baja AISI 1070 dengan kondisi pemotongan  $V_c = 270$  m/menit, gerak makan ( $f$ ) = 0,15 mm/put dan kedalaman potong ( $a$ ) menghasilkan aus sisi  $VB = 0,38$  mm dalam waktu ( $t_c$ ) 8 menit.
3. Lapisan (TiAlN/TiN) berdampak pada peningkatan ketangguhan pahat dalam memotong logam ferro.

### DAFTAR PUSTAKA

Astakhov V P (2006). Tribology of Metal Cutting. Elsevier, London.

Bennet. E. O (1957) *The Role of Sulfate Reducing Bacteria in The Deterioration of Cutting Oils.*

ISO 3685 (1977) Second Edition 1993.

NPRA, 1997, *Report on U.S Lubricating Oil Sales. 1991 Operations*, Institute for production and Machine Tools University of Hannover, Germany..

Rochim, T (1993) *Teori & Teknologi Proses Pemesinan.* Higher Education Development Support Project. Jakarta. Mei 1993.