

STUDI PAHAT KARBIDA BERLAPIS (TiAlN/TiN) PADA PEMBUBUTAN KERING KECEPATAN POTONG TINGGI BAHAN PADUAN ALUMINIUM 6061

Sunarto⁽¹⁾, Sri Mawarni⁽²⁾

Staf Pengajar Politeknik Negeri Bengkalis Riau

email: sunarto@polbeng.ac.id, srimawarni@polbeng.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menguji kemampuan bahan pelapis Titanium Aluminium Nitrida dan Titanium Nitrida (TiAlN/TiN) pada alat potong jenis karbida berlapis (Coated) selama memotong paduan Aluminium 6061 dengan menggunakan mesin bubut pada kondisi pemotongan kering dan kecepatan potong tinggi. Strategi yang dilakukan untuk melihat ketangguhan lapisan yaitu dengan pendekatan aspek termal dan kimia. Pengujian aspek termal dilakukan dengan cara meningkatkan kecepatan potong (V_c) yang dimulai dari 800, 1000 dan 1200 m/menit. Kerusakan pada alat potong akibat beban termal diamati dengan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) dan untuk aspek kimia keberadaan unsur pelapis diamati dengan membaca hasil dari Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS). Hasil SEM pada aspek termal menunjukkan besarnya kecepatan potong berbanding lurus dengan pertumbuhan aus sisi (V_b). Pada kecepatan potong 1200 m/menit pada salah satu spektrum ditemukan unsur dasar pahat yaitu berupa Wolfram (W) sebesar 7.23 %.

Kata Kunci - Kecepatan Potong (V_c), Aus Sisi (V_b), Beban Termal, Reaksi Kimia, SEM

Abstract

This study tested the ability of the coating material Titanium Aluminum Nitride and Titanium Nitride (TiAlN / TiN) on the cutting tool (Coated) for cutting aluminum alloy 6061 by using a lathe on a dry cutting conditions and high cutting speed. Strategies undertaken to see that toughness layer with thermal and chemical aspects of the approach. Thermal aspect test is done by increasing the cutting speed of (V_c) starting from 800, 1000 and 1200 m/min. Damage to cutting tools due to thermal loads was observed using Scanning Electron Microscopy (SEM) and for the chemical aspects of the presence of coating elements was observed by reading the results of the Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS). The SEM results on the thermal aspect show the magnitude of cutting velocity is directly proportional to side wear growth (V_b). At the cutting speed of 1200 m/min on one spectrum found the basic element of the cutting tool is in the form of Wolfram (W) of 7.23%.

Keywords - Cutting speed (V_c), Flank wear (V_b), Thermal loads, Chemical reaction, SEM

1. PENDAHULUAN

Pahat karbida dengan jenis karbida lapis adalah salah satu jenis alat potong yang banyak digunakan pada berbagai jenis proses pemesinan pada industri pemotongan logam. Pada umumnya material dasar dari pahat karbida adalah Karbida Tungsten (WC+Co) yang dilapisi dengan bahan pelapis berupa *Titanium Nitrida* (TiN), *Titanium Carbida* (TiC), *Titanium Carbonitrida* (TiCN) dan *Aluminium Oxida* (Al_2O_3). Lapisan dibuat dengan dua cara yaitu dengan proses PVD (*Physical Vapour Deposition*) dan proses CVD (*Chemical Vapour Deposition*). Pelapisan secara CVD (*Chemical Vapour Deposition*) menghasilkan ikatan yang lebih kuat dari pada PVD (*Physical Vapour Deposition*). Bahan pelapis berguna untuk menghambat terjadinya difusi dan sebagai

pelumas padat yang berfungsi untuk mereduksi gesekan dan panas tergenerasi selama

proses pemotongan berlangsung [8] & [4].

Pahat potong yang dilapisi dengan bahan pelapis mampu memberikan peningkatan kekerasan dan ketangguhan pahat sehingga dapat memperkecil gesekan dan aus pahat [9].

Beberapa penelitian berkaitan dengan unjuk kerja pahat karbida berlapis telah dilakukan. Lapisan yang dibuat *multilayer* pada pahat karbida berlapis dari bahan pelapis Titanium Aluminium Nitrida dan Titanium Nitrida (TiAlN/TiN) memiliki kekerasan yang tinggi, tahan aus, lebih tangguh dalam pemotongan bila dibandingkan dengan lapisan yang dibuat *monolayer* berbahan pelapis *Titanium Aluminium Nitrida* (TiAlN), penelitian ini dilakukan pada proses bubut

menggunakan material *stainless steel* dengan kecepatan potong (V_c) 220 m/menit, gerak makan (f) 0,2 mm/putaran dan kedalaman potong (a) 0,2 mm [13]. Mekanisme keausan pahat karbida berlapis *multilayer* dari bahan pelapis (TiAlN/TiN) dibuat melalui proses PVD adalah proses adhesi, difusi, dan keausan kawah. Penelitian dilakukan pada proses *milling* keadaan kering dengan kecepatan potong (V_c) 50 m/menit, gerak makan (f) 0,1 mm/gigi dan kedalaman potong (a) 1 mm menggunakan bahan paduan Titanium TC18 [14].

Kinerja lapisan berbahan Titanium Nitrida (TiN) yang terdapat pada alat potong tidak sesuai dengan fungsinya bilamana memotong paduan Titanium Ti-6246 pada operasi *milling* kecepatan potong (V_c) 55 m/menit, gerak makan (f) 0,1 mm/gigi dan kedalaman pemakanan (a) 2 mm didapati lapisan mengalami pengelupasan di awal proses pemotongan (*initial wear*) dan disimpulkan sebagai akibat dari reaktivitas yang tinggi pada Titanium Ti-6246 selama proses pemotongan berlangsung [11]. Temuan lain yang berkaitan dengan pengelupasan pelapis terhadap bahan dasar alat potong di awal pemotongan juga disampaikan oleh [16]. pada bahan paduan Titanium dengan operasi bubut dengan kecepatan potong (V_c) 55 m/menit, gerak makan (f) 0,15 mm/put dan kedalaman potong (a) 0,10 mm.

Tidak berfungsinya lapisan pada proses pemesinan logam *non ferro* menurut beberapa peneliti adalah akibat dari kecepatan potong tinggi, reaksi kimiawi, retak yang menjalar antara permukaan bahan pelapis dengan bahan dasar pahat yang disebabkan oleh perbedaan suhu antara kedua sisi bahan tersebut [1], [7], [6].

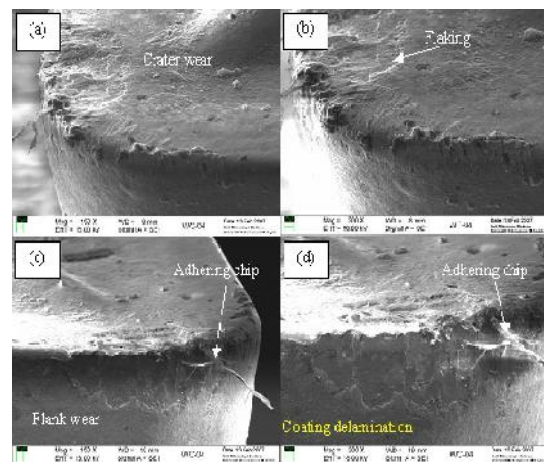
Berkaitan dengan hasil penelitian dari beberapa peneliti sebelumnya sehubungan dengan telah terjadinya kegagalan fungsi bahan pelapis pada awal proses pemesinan tahapan aus awal (*initial wear*) untuk logam *non ferro* (Titanium), pada tulisan ini penulis melakukan penelitian terhadap pahat karbida berlapis dari bahan Titanium Nitrida dan

Titanium Nitrida (TiN/TiAlN) dengan menggunakan mesin bubut CNC memotong paduan Aluminium 6061 kecepatan potong tinggi tidak menggunakan cairan pemotongan guna mempelajari sifat lapisan pada tahapan aus awal yang ditinjau dari aspek termal dan reaksi kimia.

2. METODE

2.1. Kerusakan Alat Potong

Bentuk kerusakan alat potong diantaranya adalah aus sisi (V_b), aus kawah (K_t), pengepingan serta pengelupasan pelapis (*coating delamination*) merupakan hilangnya bahan lapisan dari permukaan pahat. Pada awalnya, pengelupasan pelapis adalah bagian dari aus mekanis, namun penelitian lain menyimpulkan bahwa pengelupasan pelapis sebagian besar merupakan mekanisme kimia. Menyatakan bahwa suatu temperatur pemotongan yang lebih daripada 800°C akan mengakibatkan proses difusi ketika memotong paduan Titanium [3]. 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. Bentuk-bentuk kerusakan alat potong dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:

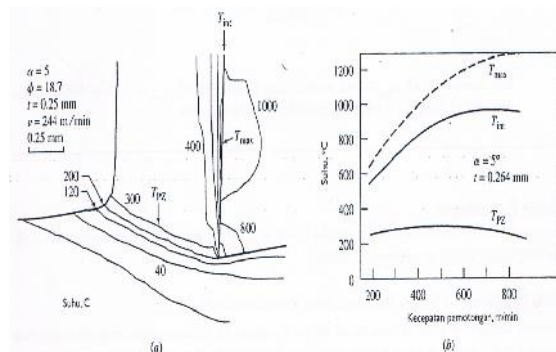


Gambar 1. Bentuk Kerusakan Alat Potong [6]

Berdasarkan hasil-hasil penelitian mengenai keausan dan kerusakan pahat potong dapat disimpulkan bahwa penyebab keausan dan kerusakan pahat potong dapat merupakan suatu faktor yang dominan atau gabungan dari beberapa faktor tertentu, faktor-faktor penyebab tersebut antara lain ialah proses abrasif, proses kimiawi, proses adhesi, proses difusi, proses oksidasi, proses deformasi plastis, proses keretakan dan kelelahan.

2.2. Temperatur Pemotongan

Karena kawasan pemotongan terus bergerak pada benda kerja, maka tingkat pemanasan di depan alat potong relatif kecil, dan setidaknya pada kecepatan potong yang tinggi, sebagian besar panas (lebih dari 80%) terbawa oleh tatal. Namun demikian, alat potong terus menerus bersinggungan dengan tatal. Karena tidak ada lapisan penyekat panas, muka sisi potong alat potong menjadi panas. Gesekan pada muka sisi potong (deformasi di kawasan pemotongan skunder) juga menjadi penyebab pemanasan. Hasil perhitungan terinci menunjukkan bahwa suhu maksimum terjadi pada muka sisi potong yang berada agak jauh dari ujung alat potong sebelum tatal terangkat. Seperti yang diperkirakan, suhu maksimum (T_{max}) dan suhu antar muka rata-rata (T_{int}) naik seiring dengan meningkatnya kecepatan potong, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. (a) Perhitungan distribusi suhu dalam tatal dan alat potong, (b) Variasi suhu dengan kecepatan potong saat pemotongan baja AISI 1016 dengan pahat potong karbida.

Menurut Abhang L.B et al, (2010) dalam penelitiannya pada proses bubut menggunakan benda kerja baja paduan dengan seri EN-31 kenaikan temperatur pada pahat potong merupakan efek dari kondisi pemotongan. Lebih jelas mereka menguraikan sebagai berikut:

- a) Akibat dari kecepatan potong (V_c)
Kecepatan potong sangat mempengaruhi kenaikan temperatur pemotongan. Lebih lanjut mereka menjelaskan dengan meningkatnya kecepatan potong gesekan akan meningkat, hal ini akan menyebabkan peningkatan suhu di zona pemotongan.
- b) Akibat dari gerak makan (f)
Dengan meningkatnya gerak makan (f) yang berdampak pada geram, menyebabkan meningkatnya gesekan dan menyebabkan kenaikan temperatur pemotongan, hal ini sesuai sebagaimana yang laporkan oleh Shaw (1984), Stephenson (1992).
- c) Akibat dari kedalaman potong (a)
Perubahan suhu pemotongan yang tercatat dalam zona pemotongan sebagai fungsi kedalaman potong sehubungan dengan kecepatan potong yang berbeda dan gerak makan dengan radius pahat konstan (0.4mm).

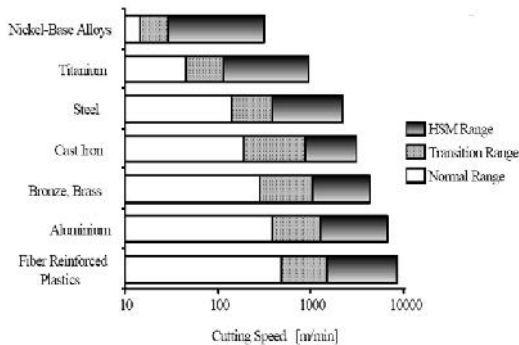
2.3. Pemesinan Laju Tinggi (High-Speed Machining)

Pemesinan Laju Tinggi (High-Speed Machining) merupakan salah satu teknologi modern dewasa ini, dimana dalam perbandingannya dengan proses pemotongan konvensional dimungkinkan adanya peningkatan efisiensi, ketepatan, dan kualitas dari benda kerja dan pada saat yang sama dapat menurunkan biaya-biaya dan waktu pemesinan.

Konsep Pemesinan Laju Tinggi yang diindikasikan dengan laju pemotongan tinggi sebenarnya masih bergantung kepada jenis bahan yang dipotong. Dengan kata lain nilai laju pemotongan ditentukan pula oleh jenis bahan yang dipotong. Untuk paduan baja, laju

pemotongan ≥ 200 m/min dapat dikategorikan sebagai pemotongan laju tinggi pada operasi pembubutan [12]. Sedangkan untuk aluminium, laju pemotongan ≥ 1000 m/min baru dapat dikategorikan sebagai pemotongan laju tinggi.

Definisi tentang proses pemesinan kecepatan tinggi (*High Speed Machining*) yang dikemukakan oleh para ahli dan masing masing terdapat perbedaan namun sebagian besar menyatakan bahwa kecepatan potong merupakan variabel penentu terhadap pendefinisian tersebut seperti yang dikemukakan oleh Solomon pada tahun 1931 menyatakan bahwa proses pemesinan kecepatan tinggi adalah proses pemesinan dengan kecepatan potong sebesar 5–10 kali lebih besar daripada proses konvensional. Schulz (1992) mengatakan bahwa proses pemesinan kecepatan tinggi ditentukan berdasarkan jenis bahan yang digunakan sebagaimana yang diperlihatkan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Kecepatan Potong pada Proses Laju Tinggi [12]

2.4. Pemesinan Kering

Pilihan alternatif dari pemesinan basah adalah pemesinan kering, karena selain tidak ada cairan pemotongan bekas dalam jumlah besar yang akan mencemari lingkungan juga tidak ada kabut partikel cairan pemotongan yang akan membahayakan operator dan juga serpihan pemotongan tidak terkontaminasi oleh residu cairan pemotongan. Pemesinan kering mempunyai beberapa masalah yang antara lain, gesekan antara permukaan benda kerja dan pahat potong, kecepatan keluar

serpihan, serta temperatur potong yang tinggi dan hal tersebut semuanya terkait dengan parameter pemesinan.

Secara umum industri pemesinan pemotongan logam melakukan pemesinan kering adalah untuk menghindari pengaruh buruk akibat cairan pemotongan yang dihasilkan oleh pemesinan basah. Perihal ini secara kuantitatif menyangkut pengaruh buruk pemesinan basah dengan anggapan pada pemesinan kering tidak akan dihasilkan pencemaran lingkungan kerja dan ini berarti tidak menghasilkan kabut partikel cairan pemotongan.

Dari pertimbangan hal diatas pakar pemesinan mencoba mencari solusi dengan suatu metode pemotongan alternatif dan mereka merumuskan bahwa pemesinan kering (*dry cutting*) yang dari sudut pandang ekologi disebut dengan pemesinan hijau (*green machining*) merupakan jalan keluar dari masalah tersebut. Melalui pemesinan kering diharapkan disamping aman bagi lingkungan, juga bisa mereduksi ongkos produksi sebesar 16-20% dari total ongkos produksi.

2.5. Metode Penelitian

Studi Pahat Karbida Berlapis (TiAlN/TiN) Pada Pembubutan Kering Kecepatan Potong Tinggi Bahan Paduan Aluminium 6061 dilakukan secara langsung (eksperimental), yang akan ditinjau dari aspek beban termal dan reaksi kimia.

Untuk mengamati kerusakan pahat karbida berlapis dari aspek beban termal dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Memotong paduan Aluminium 6061 dengan kecepatan potong (V_c) 800 m/menit, gerak makan (f) 0,2 mm/put, kedalaman potong (a) 1,5 mm dan waktu pemotongan (t_c) 2 menit (tahapan aus awal).
2. Kerusakan pada pahat karbida berlapis setelah memotong paduan Aluminium 6061 dengan kondisi pemotongan seperti diatas selanjutnya diamati dengan menggunakan *Scanning Electron*

- Microscopy* (SEM).
3. Memotong paduan Aluminium 6061 dengan kecepatan potong (V_c) 1000 m/menit, gerak makan (f) 0,2 mm/put, kedalaman potong (a) 1,5 mm dan waktu pemotongan (t_c) 2 menit (tahap awal).
 4. Kerusakan pada pahat karbida berlapis setelah memotong paduan Aluminium 6061 dengan kondisi pemotongan seperti diatas selanjutnya diamati dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).
 5. Memotong paduan Aluminium 6061 dengan meningkatkan kecepatan potong (V_c) yaitu 1200 m/menit, gerak makan (f) 0,2 mm/put, kedalaman potong (a) 1,5 mm dan waktu pemotongan (t_c) 2 menit (tahap awal).
 6. Kerusakan pada pahat karbida berlapis setelah memotong paduan Aluminium 6061 pada kecepatan potong (V_c) 1200 m/menit diamati dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).
 7. Hasil SEM untuk setiap kondisi pemotongan selanjutnya dilakukan pembahasan dan analisa untuk mendapatkan kesimpulan tentang kerusakan pahat sebagai dampak dari beban termal dengan cara meningkatkan kecepatan potong.

Kerusakan pada pahat karbida berlapis sebagai akibat dari reaksi kimia antara bahan pelapis dengan benda kerja pada saat proses pemotongan berlangsung dianalisa berdasarkan hasil dari *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS). Untuk melihat keberadaan unsur pelapis setelah pahat memotong material langkah-langkah yang dilakukan terlebih dahulu adalah sebagai berikut:

1. Memeriksa keutuhan unsur pelapis terhadap pahat potong yang tidak dipakai (pahat baru), data hasil EDS yang didapat digunakan sebagai data pembanding terhadap pahat yang

- dipakai memotong material paduan Aluminium 6061.
2. Keberadaan unsur pelapis pada pahat potong yang telah digunakan pada perlakuan aspek termal selanjutnya dilihat menggunakan EDS, hasilnya dibandingkan dengan data hasil EDS pahat potong baru.
3. Persentase keberadaan unsur-unsur pada pahat karbida berlapis yang telah dipakai untuk memotong paduan Aluminium 6061 berdasarkan hasil dari EDS selanjutnya dilakukan pembahasan dan analisa untuk mendapatkan kesimpulan tentang keutuhan bahan pelapis sebagai dampak dari reaksi kimia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Aspek Termal

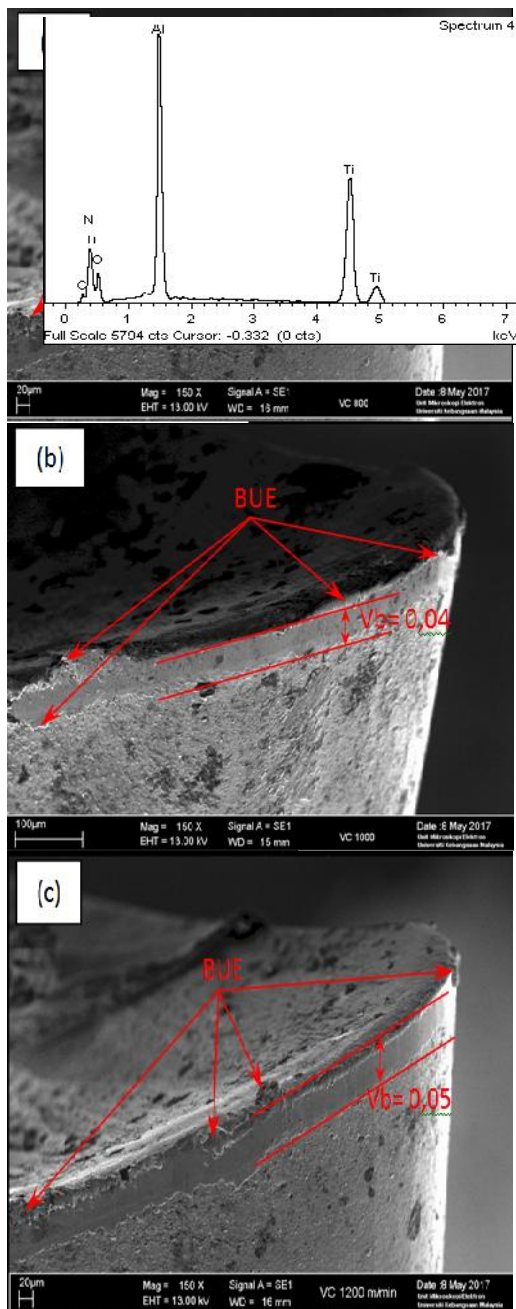
Pengujian lapisan pahat dari aspek beban termal bertujuan untuk melihat kerusakan lapisan pahat ketika kecepatan potong ditingkatkan. peningkatan kecepatan potong berdampak pada kenaikan temperatur pemotongan dan menghasilkan bentuk kerusakan terutama aus sisi (V_b) dengan ukuran yang berbeda pada setiap nilai kecepatan potongnya. Besarnya V_b dari hasil pengujian pada setiap kondisi pemotongan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kondisi Pemotongan Vs. Aus Sisi (V_b)

Kecepatan Potong (V_c) m/menit	Gerak Makan (f) mm/put	Kedalaman Potong (a) mm	Waktu Pemotongan (t_c) menit	Aus Sisi (V_b)
800	0,2	1,5	2	0,04
1000	0,2	1,5	2	0,04
1200	0,2	1,5	2	0,05

Bentuk kerusakan dan keadaan alat potong ketika memotong paduan Aluminium 6061 dengan kecepatan potong (V_c) 800, 1000, 1200 m/menit, gerak makan (f) 0,2 mm/put, kedalaman potong (a) 1,5 mm dan waktu pemotongan (t_c) 2 menit lebih jelas

sebagaimana yang terlihat pada Gambar 4 berikut:



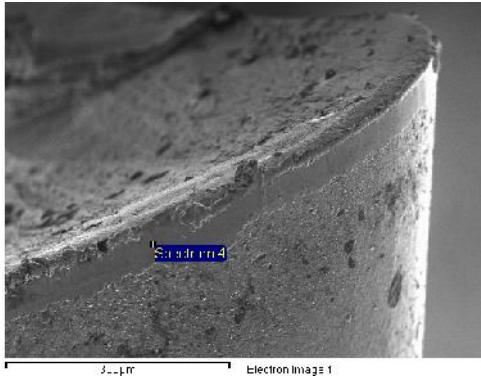
Gambar 4. Aus Sisi (V_b)
(a) $V_c=800$ m/menit, (b) $V_c=1000$ m/menit, (c)
 $V_c=1200$ m/menit

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 4 di atas dapat dinyatakan bahwa peningkatan kecepatan potong berdampak pada besarnya aus sisi yang terjadi. Pada kecepatan potong V_c 800 m/menit besarnya aus sisi yang terjadi

adalah sebesar 0,04 mm sepanjang kedalaman pemotongan pada sisi potong pahat. Rata-rata pertumbuhan aus sisi pada tahapan aus awal dengan waktu pemotongan selama 2 menit dan besar $V_b = 0,04$ mm adalah $0,04/(2 \times 60) = 0,00033$ mm/dtk. Untuk kecepatan potong V_c 1000 m/menit besar aus sisi $V_b = 0,04$ mm sama dengan kecepatan potong V_c 800 m/menit. Besarnya aus sisi untuk kecepatan potong V_c 1200 m/menit adalah sebesar 0,05 mm, hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa peningkatan kecepatan potong yang berdampak pada kenaikan temperatur pemotongan sangat berdampak pada pertumbuhan aus sisi (V_b). Keadaan dari ketiga alat potong di dominasi oleh BUE (*Built Up Edge*) yang melekat sepanjang sisi potong pahat dan dapat mempengaruhi geometri pahat. BUE merupakan struktur yang dinamik, sebab selama proses pemotongan pada kecepatan potong rendah berlangsung, BUE akan tumbuh dan pada suatu saat lapisan BUE akan tergeser/terkelupas dan berulang dengan proses penumpukan lapisan metal yang baru. BUE pada kecepatan potong 800,1000, 1200 m/menit tidak sejalan dengan penelitian sebelumnya (Gokkaya, 2010) dimana penelitiannya menyimpulkan BUE sangat mendominasi pada alat potong pada kecepatan potong 200 dan 300 m/menit (kecepatan potong rendah).

3.2. Aspek Reaksi Kimia

Interaksi antara bahan pelapis dengan beda kerja Aluminium 6061 pada setiap kecepatan potong berdampak pada keberadaan unsur pelapis. Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai keberadaan bahan pelapis dilakukan pemeriksaan dengan menggunakan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS). Beberapa titik pengamatan (spektrum) ditempatkan sepanjang aus sisi (V_b) pahat seperti skema pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Titik Spektrum Pengamatan Bahan Pelapis

Hasil pengamatan menggunakan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS) untuk setiap kecepatan potong (*Vc*) 800, 1000 dan 1200 m/menit sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi EDS Alat Potong *Vc* 800 m/menit

Unsur	Spektrum						Rata-rata Unsur (%)
	1	2	3	4	5	6	
Karbon (C)	5.78	4.57	4.29	2.79	4.39	7.92	4.95
Nitrogen (N)	30.01	26.34	29.34	14.44	21.80	12.08	22.34
Oksigen (O)	15.26	12.74	-	16.30	6.58	17.77	11.44
Aluminium (Al)	17.46	19.55	18.76	22.68	17.40	18.54	19.10
Titanium (Ti)	31.17	36.37	47.61	43.79	49.82	43.00	41.96
Wolfram (W)	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 3. Rekapitulasi EDS Alat Potong *Vc* 1000 m/menit

Unsur	Spektrum						Rata-rata Unsur (%)
	1	2	3	4	5	6	
Karbon (C)	13.06	13.19	8.43	9.39	9.25	16.30	11.60
Nitrogen (N)	20.39	29.13	16.50	13.67	3.77	-	13.91

Oksigen (O)	31.27	9.13	17.64	18.50	14.76	5.17	16.07
Aluminium (Al)	11.04	15.37	26.23	22.18	34.73	60.49	28.34
Titanium (Ti)	19.28	32.89	30.11	35.23	35.94	16.90	28.39
Wolfram (W)	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4. Rekapitulasi EDS Alat Potong *Vc* 1200 m/menit

Unsur	Spektrum						Rata-rata Unsur (%)
	1	2	3	4	5	6	
Karbon (C)	5.81	4.59	4.29	2.79	4.39	12.54	5.74
Nitrogen (N)	30.04	26.38	29.34	14.44	21.80	21.44	23.90
Oksigen (O)	15.24	12.74	-	16.30	6.58	25.46	12.75
Aluminium (Al)	17.43	19.55	18.76	22.68	17.40	10.22	17.67
Titanium (Ti)	31.16	36.37	47.61	43.79	49.82	21.54	38.35
Wolfram (W)	-	-	-	-	-	7.23	1.21

Dari Tabel 2 untuk kecepatan potong 800 m/menit tidak ditemukan bahan dasar alat potong berupa Wolfram (W). Unsur Titanium (Ti) sebesar 41.96 % lebih mendominasi pada setiap titik pengamatan, hal ini membuktikan bahwa lapisan yang terdapat pada alat potong setelah memotong Aluminium 6061 keadaan kering selama tahapan aus awal (2 menit) masih ada/ belum hilang (larut). Unsur lain berupa Aluminium (Al) sebesar 17.67 merupakan lekatan bahan dasar yang melekat pada alat potong atau yang disebut dengan BUE (*Built Up Edge*). Sementara itu pada Tabel 3 unsur Titanium (Ti) yang merupakan unsur utama pada lapisan pahat masih mendominasi yaitu sebesar 28.39 % sehingga dapat dikatakan bahwa lapisan pahat setelah

memotong Aluminium selama 2 menit masih ada. Unsur Aluminium (Al) sebesar 28.34 % didapati merata pada bidang seluruh titik pengamatan yang merupakan lekatan dari benda kerja pada alat potong.

Pada Tabel 4 dengan kecepatan potong 1200 m/menit ditemukan unsur dasar alat potong yaitu Wolfram (W) sebesar 7.23 % di spektrum 6, hal ini berarti keutuhan unsur pelapis pada titik pengamatan tersebut sudah mulai berkurang terbukti pada spektrum 6 jumlah unsur Titanium (Ti) sebesar 21.57 % bila dibandingkan dengan besar unsur Titanium pada spektrum lain yang tertinggi sebesar 49.82 % terdapat pada spektrum 5.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian alat potong yaitu pahat karbida berlapis Titanium Aluminium Nitrida dan Titanium Nitrida (TiAlN/TiN) pada pemotongan paduan Aluminium 6061 kecepatan potong tinggi tanpa menggunakan cairan pemotongan (kering) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pertumbuhan aus sisi (V_b) meningkat seiring dengan peningkatan kecepatan potongnya. Kecepatan potong 800 m/menit, pemotongan selama 2 menit besar aus sisi yang di dapat 0,04 mm. Untuk kecepatan potong 1200 m/menit dengan waktu pemotongan yang sama besar aus sisi yang terjadi adalah 0,05 mm serta terdapatnya lekatan atau BUE yang sangat mendominasi sepanjang sisi potong alat potong yang bersinggungan dengan benda kerja.
2. Interaksi antara bahan pelapis (TiAlN/TiN) dengan paduan Aluminium 6061 pada kecepatan potong 1200 m/menit menyebabkan unsur lapisan utama Titanium (Ti) berkurang cukup signifikan yang dibuktikan dengan ditemukannya unsur dasar pahat yaitu Wolfram (W) sebesar 7.23 % pada salah satu titik pengamatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dari hati yang paling dalam penulis mengucapkan terima kasih kepada Ristek Dikti yang telah memberikan dukungan melalui pendanaan Dosen Pemula tahun 2017. Semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini khususnya Jurusan Teknik Mesin. Semoga jurnal ini bermanfaat bagi akademisi dan praktisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A, Jawaid, S. Sharif dan S. Koxsal. 2001, Cutting Performance and Wear Evaluation of PVD Coated and Uncoated Carbide Tools in Face Milling Inconel 718 Aerospace Alloy. *Journal of Materials Processing Technology*, 116, pp 2-9.
- [2] Abhang, L.B., 2010, Chip-Tool Interface Temperature Prediction Model for Turning Process. *International Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 2(4), 2010, 382-393.
- [3] Dearnley, P.A. dan Greason, A.N., 1986, Evaluation of Principal Wear Mechanism of Cemented Carbides and Ceramic Used for Machining Titanium Alloy. *IMI 318. Mat. Sci. And Technol. 2: 47-58.*
- [4] Fitzsimmons, M. Sarin V K., 2001, Development of CVD WC-Co Coating. *Surface Coating Technology*. 137. Elsevier.
- [5] Gokkaya. H., 2010, *Journal of Mechanical Engineering* 56(2010)9, 584-593.
- [6] G.A. Ibrahim, C.H., Che Haron, dan J.A. Ghani., 2006, Tool Wear Mechanisme in Continuous Cutting of Difficult to Cut Material Under Dry Machining. *Journal*

Advanced Materials Research (Volumes 126 - 128).

- [7] Nouari M. dan Ginting A., 2006, 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.
- [8] Rochim, Taufiq., 1993, *Teori & Teknologi Proses Pemesinan*. Higher Education Development Support Project. Jakarta.
- [9] Sreejith, P.S and Ngoi, B.K.A., 2000, *Dry Machining: Machining of the Future*. School of Mechanical and Production Engineering. Nanyang Technology University Singapore.
- [10] Schey, A. dan John., 2000, *Introduction to Manufacturing Process*. 3 rd Ed. Mc/ Graw – Hill Book Co.
- [11] S. Sharif, Mohrni A. S., Jawaid A., 2008, Face Milling of Titanium Alloy Ti-62 using PVD-TiN Coated Carbide Tools. *Advance in Manufacturing And Industrial Engineering*. Universiti Teknologi Malaysia.
- [12] Schulz, H. dan Moriwaki T., 1992, *High Speed Machining*. Annals of the CIRP.
- [13] Yin Fei, WU En xi, Chen Li, , Wang Xiu quan., 2005, Microstructure and Physical Properties of PVD TiAlN/TiN Multilayer Coating. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*. Vol. 15.
- [14] Zhang., 2010, 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.