

## **Prestasi Pahat Karbida Berlapis TiN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiCN Pada Saat Pembubut Baja Perkakas AISI D2**

**Gusri Akhyar Ibrahim**

Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung

gusri@unila.ac.id

### **Abstrak**

Kajian terhadap pahat karbida dilakukan untuk menginvestigasi umur pahat sifat ausnya pada berbagai kondisi proses pemesian. Pahat karbida yang dilapisi (KC 125) dan tidak dilapisi (K 313) digunakan untuk membubut baha perkakas AISI D2 yang berbentuk bulat dengan nilai kekerasan 25 HRC. Pengujian dilakukan dalam keadaan kering atau tanpa menggunakan pelumas pada berbagai jenis kecepatan potong dan pemakanan, sedangkan kedalaman potong konstan. Disain penelitian Metode Taguchi diimplementasikan untuk mengakomodir parameter pemesian pada beberapa jenis kecepatan potong dan pemakanan. Hasil penelitian menunjukan bahwa progress haus untuk kedua jenis pahat karbida terdiri dari tiga tahap yaitu mekanisme haus awal, pertengahan (teratur) dan akhir pemesian. Mekanisme aus perlahan dan seragam terjadi pada kadar pemakanan rendah, 0,05 mm/rev. secara umum, pahat karbida yang dilapisi menunjukkan prestasi yang lebih baik berbanding dengan pahat karbida yang tidak dilapisi. Umur pahat yang panjang dan keadaan permukaan yang baik diperoleh bila menggunakan pahat karbida yang dilapisi.

**Kata kunci :** umur pahat, pahat karbida, pembubutan dan AISI D2.

### **PENDAHULUAN**

Pahat karbida yang dilapisi dan tidak dilapisi telah digunakan secara meluas di bidang industry pengolahan logam, bahkan pahat ini telah menjadi alternative terbaik untuk proses pemesian logam. Pada waktu pemesian menggunakan pahat karbida dengan metode pemesian konvensional, aus berlaku pada permukaan rusuk dan kawah menjadi penyebab utama terjadinya kegagalan pahat [1]. Mekanisme aus dapat diklasifikasikan menjadi aus adhesi, abrasi, difusi dan lelah [2]. Beberapa peneliti menegaskan bahwa aus rusuk pada pahat potong diawali dengan aus abrasi. Pemotongan pada kecepatan tinggi selalu menghasilkan suhu yang tinggi pula, yang mana menyebabkan aus difusi dan proses oksidasi pada permukaan pahat potong [3].

Keuntungan pemesian kecepatan tinggi adalah kemampuannya untuk menghasilkan dimesin yang presisi, produktifiti tinggi dan kualitas komponen yang baik. Sewaktu proses pemesian, sebagian besar panas yang dibangkitkan digunakan untuk membuang geram, sementara suhu pahat potong dan bahan kerja dipertahankan pada suhu ambang batasnya.

Kualitas permukaan bahan yang dimesin menjadi hal yang sangat kritikal dalam kontek permintaan yang tinggi terhadap prestasi, umur pahat dan kelayakannya. Komponen-komponen yang digunakan di industryomotif, pesawat luar angkasa, dan industry lainnya, beroperasi pada kondisi tekanan dan temperatur tinggi. Oleh sebab itu, integritas permukaan dari komponen yang dimesin menjadi sangat penting, karena hal itu dapat menyebabkan kegagalan secara mendadak. Oleh karena itu, investigasi lebih jauh dilakukan pada permukaan bahan yang dimesin seperti baja sangat diperlukan.

Tulisan ini membahas secara detail tentang proses pembubutan yang dilakukan untuk menginvestigasi prestasi pahat karbida yang dilapisi dan tidak dilapisi pada saat memotong materil baja perkakas AISI D2.

### **EXPERIMENTAL METHOD**

#### **Pengujian Pemesian**

Pengujian pemesian dilakukan menggunakan mesin bubut Cincinnati Milacron Avenger 200T dalam keadaan pemesian kering pada berbagai level kecepatan potong

dan pemakanan, dimana kedalaman potong dijaga konstan pada 0.15 mm. Sedalam 5 mm permukaan terluar bahan dipotong, untui mendapatkan kondisi permukaan yang seragam dan menghilangkan tegangan sisi pada permukaan bahan. Pemesinan dan pengambilan data umur pahat dan kekasaran permukaan dilakukan setiap kali pemotongan pada interval tertentu. Pemesinan akan dihentikan apabila  $V_B$  telah mencapai 0,3 mm atau  $V_{Bmax}$  mencapai 0.6 mm untuk pahat yang tidak dilapisi dan 20 menit untuk pahat yang dilapisi. Nilai kekasaran permukaan  $R_a$  and  $R_{max}$  diukur menggunakan alat ukur kekasaran

permukaan bermerek Mitutoyo Surf test-SJ 301 setiap kali setelah pemotongan.

### Bahan Benda Kerja dan Pahat Bubut

Material benda kerja yang digunakan pada penelitian ini adalah baja perkakas AISI D2 dengan nilai kekerasan sebesar 25 HRC yang telah diperlakukan annealing. Bahan kerja disediakan berbentuk bar dengan dimensi panjang 330 mm dan diameter 100 mm. Tabel 1 dan 2 menunjukkan komposisi kimia dan sifat fisika bahan AISI D2.

Tabel 1. Komposisi kimia baja perkakas AISI D2 (% wt)

| C   | Cr | Fe | Mn  | Mo  | Si  | V   |
|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 1.5 | 12 | 84 | 0.5 | 0.8 | 0.3 | 0.9 |

Tabel 2. Sifat fisika baja perkakas AISI D2 yang digunakan dalam penelitian

| Konduktivitas termal<br>(W/m°C) | Densitas<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Kekerasan<br>(HRC) | Modulus elastisitas<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | Kapasitas panas spesifik<br>(J/kg°C) |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|
| 7700                            | 19300                            | 22                 | 60                                          | 460                                  |

Ada dua jenis pahat bubut karbida yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pahat yang dilapisi dan tidak dilapisi. Standar ISO untuk kedua pahat tersebut adalah CNMG 120408. Komposisi kimia untuk kedua pahat sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Pahat karbida yang dilapisi secara metode chemical vapor deposition (CVD)

adalah berstandar KC 9125, yang terdiri dari tiga jenis lapisan keras yaitu TiN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and TiCN. TiN adalah lapisan paling dalam, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalah lapisan tengah dan TiCN adalah lapisan terluar. Pahat bubut dalam ukuran kecil yang lebih dikenal dengan insert, dipasang dengan kuat pada holder. Holder yang digunakan adalah berstandar MCLNR-2020K12 ND4.

Tabel 3. Chemical composition of carbide tools (% wt)

| Co  | Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> | WC   |
|-----|--------------------------------|------|
| 6.0 | 0.5                            | 93.5 |

### Disain Penelitian

Disain penelitian Metode Taguchi dengan standar L<sub>12</sub> digunakan karena bisa menggunakan jumlah sampel yang lebih sedikit dan memberikan hasil yang memuaskan. Dua belas jumlah eksperimen dengan kombinasi kecepatan potong

diaplikasikan untuk penelitian ini. Empat level kecepatan potong dipilih dan dua level kadar pemakanan. Sedangkan kedalam potong dijaga konstan pada 0,15 mm dan sudut sadak 0°. Faktor dan level setiap parameter pemotongan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Faktor dan level yang digunakan pada penelitian

| Faktor               | Level |      |     |     |
|----------------------|-------|------|-----|-----|
|                      | 1     | 2    | 3   | 4   |
| Kec. potong (mm/min) | 150   | 200  | 250 | 600 |
| Pemakanan (mm/rev)   | 0.05  | 0.10 |     |     |
| Kedalaman pot (mm)   | 0.15  |      |     |     |
| Sudut rake (°)       | 0     |      |     |     |

## HASIL DAN DISKUSI

### Haus Pahat Karbida

Umur pahat karbida ketika membubut baja perkakas AISI D2 menggunakan pahar yang dilapisi dan tidak dilapisi sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 5. Aus rusuk pahat karbida yang dilapisi dan tidak dilapisi untuk kondisi pemotongan pada berbagai kecepatan potong melawan umur pahat seperti

ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2. Kedua gambar tersebut beroperasi pada kadar supan 0.05 mm/rev dan kedalaman potong 0.15 mm. Kurva tersebut menunjukkan secara jelas bahwa aus rusuk terdiri dari tiga step yaitu awal pemotongan, dilanjutkan dengan progress teratur dan terakhir rusak parah pada muka rusuk. Hasil penelitian yang sama juga dikemukakan oleh peneliti lain antaranya adalah [4,5,6,7].

Tabel 5. Data umur pahat untuk masing-masing pahat karbida

| Nomor Pengujian | Pahat bubut | Pemakanan (mm/rev) | Kec. Potong (m/min) | Umur pahat (detik) |
|-----------------|-------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| 1               | Uncoated    | 0.05               | 150                 | 772.57             |
| 2               | Uncoated    | 0.05               | 200                 | 496.35             |
| 3               | Uncoated    | 0.05               | 250                 | 352.07             |
| 4               | Uncoated    | 0.10               | 150                 | 670.74             |
| 5               | Uncoated    | 0.10               | 200                 | 430.86             |
| 6               | Uncoated    | 0.10               | 250                 | 305.65             |
| 7               | Coated      | 0.05               | 150                 | 1332745            |
| 8               | Coated      | 0.05               | 200                 | 612621.4           |
| 9               | Coated      | 0.05               | 250                 | 3350130.2          |
| 10              | Coated      | 0.10               | 150                 | 31532.26           |
| 11              | Coated      | 0.10               | 200                 | 18868.08           |
| 12              | Coated      | 0.10               | 250                 | 12662.94           |
| 13              | Coated      | 0.10               | 600                 | 2652.454           |

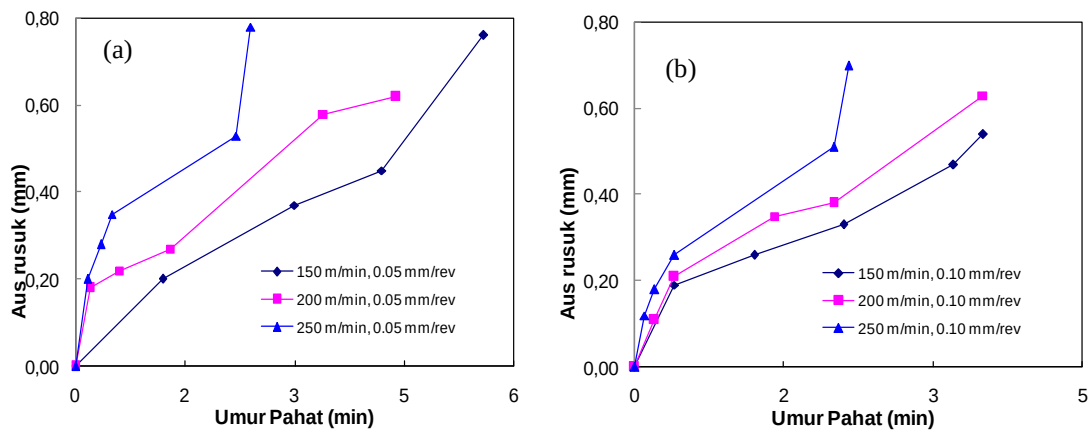
Pola aus pada awal pemotongan pada muka rusuk dan jari-jari ujung pahat karbida yang dilapisi adalah sama dengan yang terjadi pada pahat karbida yang tidak dilapisi. Pada awal pemotongan, aus meningkat secara cepat, kemudian diikuti oleh aus abrasive hingga akhir umur pahat bubut. Pada awal pemotongan, aus rusuk terjadi pada ujung potong dan sebagian lapisan pahat terlepas karena terkikis oleh abrasive antara pahat bubut dan bahan kerja. Pada tingkat teratur, aus rusuk meningkat dan bahan lapisan pahat terlepas dari permukaan pahat, sedangkan pada

akhir tingkat akhir (akhir umur pahat), aus rusuk rusuk meningkat dengan cepat sehingga pahat tidak bisa digunakan atau telah mengalami kegagalan.

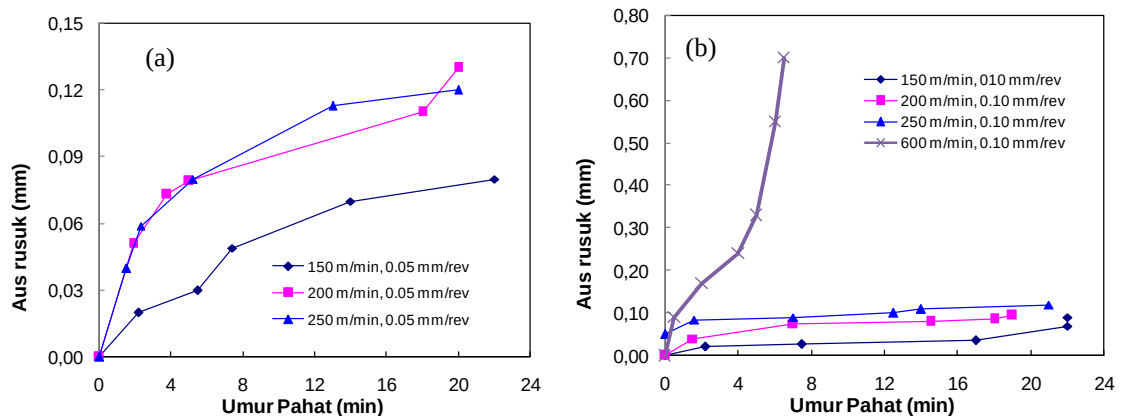
Gambar (1a) dan (1b) menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk mencapai aus rusuk sebesar 0.6 mm pada kecepatan potong 150 m/min adalah lebih lama dibandingkan dengan waktu yang dicapai untuk kecepatan potong 200 m/min dan 250 m/min. Hal yang sama juga berlaku pada pahat karbida yang dilapisi, sebagaimana yang ditunjukkan oleh Gambar (2a) dan (2b), aus rusuk pada

permukaan pahat meningkat seiring dengan peningkatan kecepatan potong. Bila dibandingkan Gambar (2a) dan (2b), waktu yang diperlukan pahat karbida mencapai kadar aus maksimum adalah pada kadar pemakanan 0.10 mm/rev, kondisi ini lebih pendek dibandingkan dengan pada kadar pemakanan 0.05 mm/rev. ini menunjukkan bahwa kadar

pemakanan memberikan pengaruh yang signifikan. Keadaan yang sama juga ditemukan oleh peneliti sebelumnya, Haron [1]. Dia menyatakan bahwa penurunan yang dilapisi dan tidak dilapisi pada kadar pemakanan yang lebih tinggi dapat ditandai dengan peningkatan suhu pada ujung pahat.



Gambar 1. Aus rusuk melawan umur pahat untuk pahat yang tidak dilapisi  
(a) pemakanan 0.05 mm/rev (b) pemakanan 0.10 mm/rev.

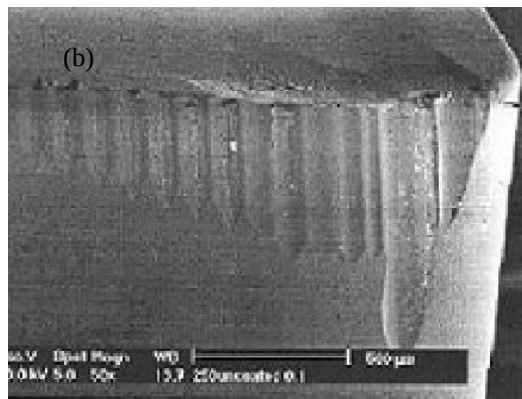
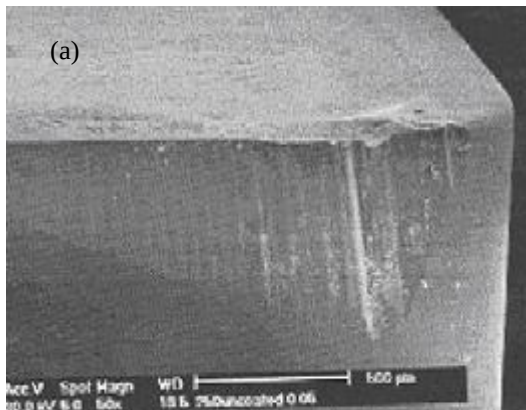


Gambar 2. Aus mata pahat melawan umur pahat untuk pahat karbida yang dilapisi  
(a) pemakanan 0.05 mm/rev, (b) pemakanan of 0.10 mm/rev.

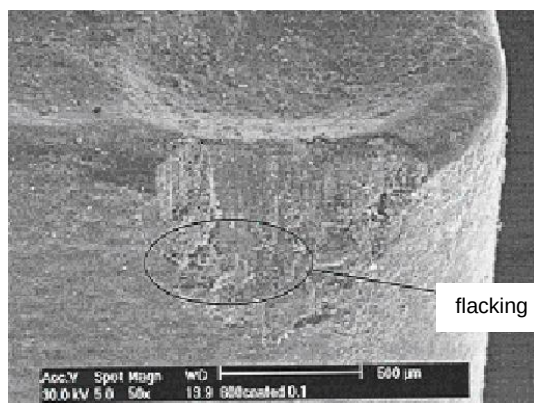
Peneliti sebelumnya [6,8] menemukan bahwa gaya potong rendah diperoleh pada kadar pemakanan rendah, dan sebaliknya bila kadar pemakanan ditingkatkan maka gaya potong juga lebih besar. Pada kecepatan

potong tinggi, 600 m/min, umur pahat hanya 6 min untuk mencapai lebar aus VBmax 0,6 mm. pada muka rusuk pahat karbida terjadi pengelupasan (chipping) karena suhu tinggi yang dihasilkan sewaktu pemesinan. Hal ini

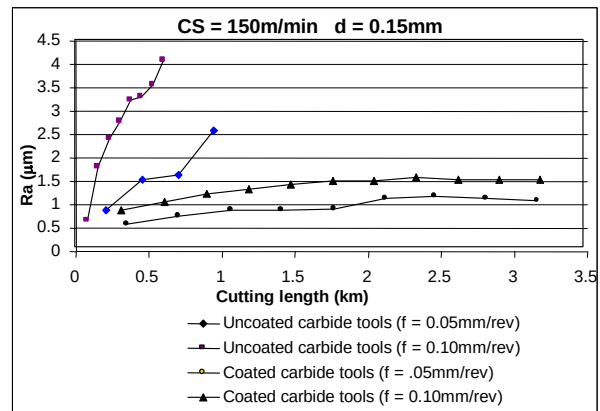
menyebabkan terjadi perubahan jenis aus dari aus abrasiv menjadi aus termal, sebagaimana yang ditunjukkan oleh Gambar 4.



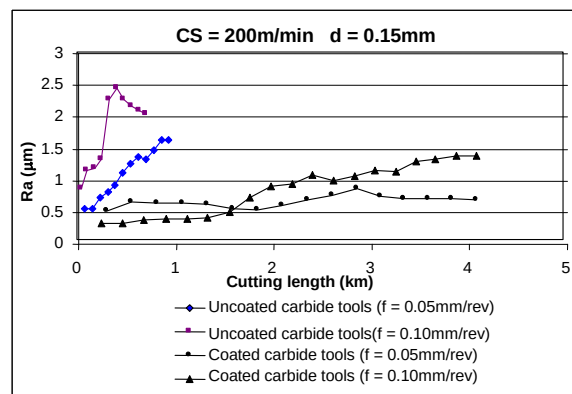
Gambar 3. Pola aus rusuk pahat karbida yang tidak dilapisi: (a) kecepatan 250 mm/min dan kadar pemakanan 0.05 mm/rev, (b) kecepatan potong 250 mm/min dan kadar pemakanan 0.10 mm/rev.



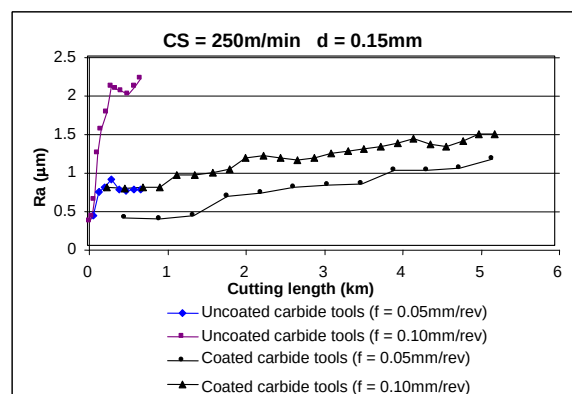
Gambar 4. Aus rusuk pahat karbida yang dilapisi pada kecepatan 600 m/min dan kadar pemakanan 0.10 mm/rev



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Kurva nilai kekasaran permukaan: (a) kecepatan potong 150 m/min, (b) kecepatan potong 200 m/min, dan (c) kecepatan potong 250 m/min.

### KESIMPULAN

1. Progres aus yang berlaku pada pahat karbida yang dilapisi dan tidak dilapisi, secara umum terdiri dari tiga tahap; tahap awal, tahap pertengahan dan tahap akhir dengan aus cepat. Bagaimanapun juga aus pada pahat yang tidak dilapisi lebih cepat dibandingkan dengan pahat yang dilapisi.
2. Pada kadar pemakan rendah 0.05 mm/rev, aus muka rusuk berlaku secara seragam pada ujung potong dengan kadar rendah.
3. Secara umum pahat karbida yang tidak dilapisi menghasilkan nilai kekasaran permukaan lebih besar dibandingkan dengan pahat yang dilapisi. Nilai  $R_a$  untuk pahat yang tidak dilapisi adalah dalam rentang 0.36 – 4.05  $\mu\text{m}$  dan pahat yang dilapisi adalah 0.3 – 1.51  $\mu\text{m}$ .
4. Nilai optimum kekasaran permukaan untuk pahat karbida yang dilapisi dicapai pada kondisi pemotongan kecepatan potong 250 m/min dan kadar pemakanan 0.05 mm/rev.

*machining technology*”, Journal of Engineering Ind., pp. 65-71.

- [8] Rech, J. and Moison, A. 2003, “*Surface integrity in finish hard turning of case-hardened steels*”, International Journal of Machine Tool and Manufacture, No. 43, pp. 543-550.
- [9] Schintlmeister, W. and Wallgram, S. 1989, “*Cutting tool materials coated by chemical vapor deposition*”, Wear, no. 100, pp. 153-169.

### REFERENSI

- [1] Che Haron, C.H. 2001, “*Tool life and surface integrity in turning titanium alloy*”, Journal of Materials Processing and Technology, No. 118, pp. 231–237.
- [2] Trent, E.M. 1995, *Metal cutting third edition*, Oxford: Buterworth-Heinemenn.
- [3] Venkatesh, V.C. 1980, “*Tool wear investigations on some cutting tool materials*”, Journal of Lubricant Technology, No. 102, pp. 556-559.
- [4] Chubb, J.P. and Billingham, J. 1980, “*Coated coating tools – a study of wear mechanism in high speed machining*”, Wear, No. 61, pp. 283-293.
- [5] Bonifacio, M.E.R. and Diniz, A.E. 1994, “*Correlating tool wear, tool life, surface integrity*”, Journal of Materials Processing and Technology.
- [6] Fang, X.D. 1994, “*Experimental investigation of overall machining performance with overall progressive tool wear at different tool faces*”, Wear, No. 173, pp. 171-178.
- [7] Vaughn, R.L. 1966, “*Modern metals*