

PENGARUH CAIRAN PEMOTONGAN PADA KEKASARAN PERMUKAAN KETIKA PEMBUBUTAN BAJA KARBON S45C MENGGUNAKAN PAHAT KARBIDA BERLAPIS

Muksin Rasyid Harahap

Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UISU Medan

Abstrak

Hasil akhir proses pemesinan adalah pencapaian tingkat kekasaran permukaan (R_a) yang serendah-rendahnya (paling halus). Untuk memperbaiki tingkat kekasaran permukaan termesin terutama pada baja karbon dapat dicapai dengan menggunakan pahat karbida baik menggunakan cairan pemotongan maupun tidak. Untuk melihat pengaruh penggunaan cairan pemotongan maka dilakukan eksperimen untuk pada kondisi pemotongan yang sama pada baja karbon S45C menggunakan pahat karbida berlapis dengan metode eksperimental. Hasilnya merekomendasikan bahwa penggunaan cairan pemotongan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan sesuai ISO 3685 pada kekasaran permukaan medium (R_a) ISO 1320.

Kata-kata Kunci: Pemesinan, Cairan Pemotongan, Kekasaran Permukaan.

Pendahuluan

Hampir semuanya proses pemotongan logam dilakukan dalam keadaan basah dan jenis cairan pemotongan yang digunakan umumnya adalah seri Dromus-B type *emulsion basic coolant* (soluble oil) dengan perbandingan antara 15 : 1 sampai 30 : 1 karena jenis ini dianjurkan penggunaannya untuk pemotongan logam Shall Lubricant (2005) disamping harganya relatif murah sehingga banyak digunakan Industri Pemotongan Logam. Tujuan penggunaan cairan pemotongan pada pemesinan basah ialah untuk mereduksi panas yang timbul pada saat pemotongan berlangsung sehingga mampu meningkatkan umur pemakaian pahat kemudian menghanyutkan geram, melindungi permukaan material termesin dari perkaratan terutama pada pengerjaan akhir. Akan tetapi pemakaian cairan pemotongan dapat menghilangkan keuletan pahat kondisi ini justru mengakibatkan kerusakan mata pahat yang lebih cepat. Disamping itu bahwa kondisi cairan pemotongan pasca pemesinan maupun akibat masa penggunaannya sudah habis akan mencemari lingkungan baik berupa *toxin*, iritasi maupun bau yang tidak sedap yang dapat mengganggu kesehatan operator. Untuk mendekradasi cairan pemotongan atau pengemasan dan penyimpanan untuk menghindari dampak lingkungan yang diakibatkannya diperlukan pendanaan yang tidak kecil bahkan 2 ÷ 4 kali harga cairan pemotongan (Hong dan Zhao, 1999).

Untuk merealisasikan pemesinan tanpa cairan pemotongan sudah dilakukan berbagai

kajian seperti Sreejith dan Ngoi (2000) melaporkan bahwa cairan pemotongan yang telah habis masa pakainya (cairan pemotongan bekas) pada pemesinan basah merupakan satu ancaman bagi pencemaran lingkungan dan kesehatan operator. Oleh karena itu, para pakar pemesinan merekomendasi pemesinan kering yaitu proses pemesinan tanpa menggunakan cairan pemotongan (MTA-SME, 2001).

Apabila cairan pemotongan tidak lagi digunakan pada proses pemesinan, hal ini berarti 16÷20 % biaya produksi dapat direduksi. Namun demikian, pemesinan tanpa cairan pemotongan dapat diterima apabila mampu menghasilkan kualitas pemotongan (umur pahat dan kualitas permukaan pada kondisi pemotongan yang sama dengan pemotongan menggunakan cairan) atau lebih baik lagi sehingga ongkos produksi dapat diturunkan sebesar 16÷20 % (Sreejith dan Ngoi, 2000).

Berkaitan dengan hal di atas, yaitu tidak adanya cairan pemotongan pada proses pemesinan berarti fungsi cairan pemotongan sebagai pelumas dan pendingin yang diharapkan mereduksi temperatur pemotongan untuk menghambat laju aus pahat dan mereduksi gangguan mikrostruktur tidak dapat diperoleh lagi. Hal ini menjadi tantangan baru bagi para pakar pemesinan dalam mewujudkan pemesinan tanpa cairan pemotongan. Harapan satu-satunya untuk mewujudkan hal tersebut adalah dengan meningkatkan kemampuan pahat. Tetapi biaya peningkatan kemampuan pahat tersebut diharapkan tidak melebihi nilai cairan pemotongan (16÷20 %) dari ongkos produksi.

Dalam implementasinya Sreejith dan Ngoi (1999), Grzesik (2002), Graham et.al.(2003), Richard et. al. (2004) telah berhasil melakukan pemesinan tanpa cairan pemotongan bahan Besi Cor Kelabu, Baja dan Aluminium. Namun demikian kondisi pemotongan yang mereka lakukan pada proses pemesinan tanpa cairan pemotongan tersebut tidak dilaporkan dengan jelas melainkan hanya melaporkan dapat dilakukan sama baiknya bahkan lebih dari pemesinan menggunakan cairan pemotongan tanpa menyebutkan nilai kondisi pemotongan dimaksud. Graham et.al. (2003) melaporkan bahwa umur pahat karbida berlapis tidak akan turun karena lapisannya sangat getas dan rentan terhadap penyerpihan dan patah diakibatkan tegangan termal khususnya pada pembubutan dan operasi *freis* dimana lapisan tersebut dapat berfungsi sebagai pendingin, akan tetapi apabila bersinggungan dengan cairan pemotongan dapat menurunkan umur pahat hal tersebut disebabkan oleh daerah termal antara pahat dan benda kerja telah didinginkan oleh lapisan pahat. Penurunan umur pahat tersebut karena sifat getas yang dimiliki pahat karbida berlapis akan semakin meningkat apabila diberikan pendinginan tambahan. Selanjutnya Grzesik (2002) melaporkan bahwa pemesinan tanpa cairan pemotongan rentan terhadap temperatur yang tinggi seiring dengan tingginya tingkat *abrasif* pahat, untuk itu perlu diselidiki cara penurunan tingkat gesekan pahat dengan benda kerja untuk memperpanjang umur pahat. Noordin et. al. (2004) melaporkan bahwa laju pemakanan adalah faktor yang sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan (R_a) bukan dikarenakan cairan pemotongan.

Pemesinan tanpa cairan pemotongan ketika memotong baja karbon akan dipengaruhi oleh kenaikan temperatur pemotongan yang cepat dan tinggi sehingga dapat merusak pahat dan termesin. Salah satu cara yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan pada pemesinan kering tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan jenis pahat yang dirancang mampu bekerja pada temperatur pemotongan tinggi seperti karbida berlapis maupun tidak berlapis (Rochim, 1993). Sreejith dan Ngoi (1999) melaporkan bahwa bahan pelapis pahat karbida mampu meningkatkan kekerasan dan ketangguhan pahat sehingga dapat mengurangi gesekan dan keausan pahat.

Metodologi

Material yang digunakan pada

penelitian ini ialah jenis baja karbon VCN-150 bergeometri bulat dengan *mechanical* dan *chemical properties* sebagai berikut.

Tabel 1. Sifat Mekanik Baja Karbon S45C

No	Uraian	Besar dan Satuan
1.	<i>Tensile strength ultimate</i>	584,23 Mpa
2.	<i>Tensile strength yield</i>	373,65 Mpa
3.	<i>Elongation at break</i>	49,6 %
4.	<i>Vickers hardness</i>	184,8 VHN
5.	<i>Poisson's ratio</i>	0,29
6.	<i>Shear modulus</i>	80 Gpa
7.	<i>Density</i>	7,85 g/cc

Sumber: *Bohler Steel* dan Hasil Pengujian

Tabel 2. Komposisi Kimia S $\%$ C

C	Mn	Mo	Cr	Si	Ni
0,34 %	0,6 %	0,2 %	1,5 %	0,3 %	1,5 %

Sumber: *Bohler Steel* dan *Hitachi*

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan perilaku spesimen terhadap kekasaran permukaan (R_a) terhadap proses pemesinan tanpa cairan pemotongan dan dengan menggunakan cairan pemotongan. Pada pelaksanaan penelitian proses pemesinan dipilih mesin bubut CNC yang memiliki standard produksi EMCOTURN-242 dan *tool holder* PTG NR.2020-K16T.

Pahat yang digunakan ialah jenis *insert* standard ISO M-15 TCGT 110204R-K seri CT5015 dua lapis WC+Co/TiAlN+TiN berbentuk segitiga 50° dengan data pemotongan berikut.

Tabel 3. Data Pemotongan Pahat.

No	Uraian	Besar dan Satuan
1.	Radius pojok (r_c)	0,4 mm
2.	Kedalaman potong (a)	0,4÷5,0 mm
3.	Pemakanan (f)	0,1÷0,3 mm/rev
4.	Laju pemotongan (V)	Max 480 m/min

Sedangkan alat ukur yang digunakan adalah:

- Alat ukur *surface roughness*.
- Alat ukur dimensi produk.
- Alat ukur putaran mesin (tachometer).
- Alat ukur waktu pemesinan (stop watch).
- Alat ukur keausan pahat (Loeb)

Penelitian ini dilaksanakan secara bertahap dan direncanakan bahwa hasil pemesinan dan pengukuran dari spesimen dibuat dalam bentuk tabel agar terlihat dengan jelas hubungan antar variabel sehingga memudahkan dalam proses selanjutnya yang dimulai:

1. Melakukan pemotongan baja karbon S45C menggunakan cairan pemotongan untuk mendapatkan nilai R_a dan t_c pada V_B 0,3 mm sesuai standard ISO 3685
2. Melakukan pemotongan serta pengukuran kembali pada kondisi yang sama tanpa menggunakan cairan pemotongan.

Hasil Dan Pembahasan

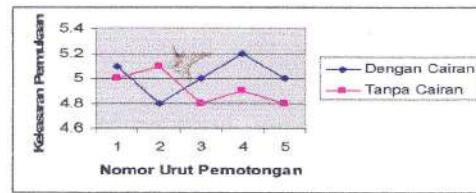
Pada Gambar 1. dapat dilihat bahwa kekasaran permukaan (R_a) antara pemotongan menggunakan cairan pemotongan dengan tidak menggunakan cairan pemotongan tidak jauh berbeda begitu juga dengan waktu pemotongan (t_c) untuk nilai kekasaran permukaan yang rendah (halus) membutuhkan waktu pemotongan yang lebih lama dan sebaliknya. Keadaan seperti ini menunjukkan bahwa tidak ditemukan perbedaan yang berarti pada kekasaran permukaan termesin dalam penggunaan cairan pemotongan. Hasil pengukuran kekasaran permukaan (R_a) pada kondisi pemotongan yang sama memperlihatkan bahwa pemesinan medium pada baja karbon menggunakan pahat karbida berlapis M-15 TCGT 110204R-K seri CT5015 dua lapis WC+Co/TiAlN+TiN tidak jauh berbeda yaitu $4,65 \mu\text{m}$ permukaan paling kasar dan $4,55 \mu\text{m}$ paling halus sedangkan untuk pemesinan yang tidak menggunakan cairan pemotongan adalah $4,64 \mu\text{m}$ untuk permukaan paling kasar dan $4,56 \mu\text{m}$ paling halus.

Tabel 4. Hasil Pemotongan

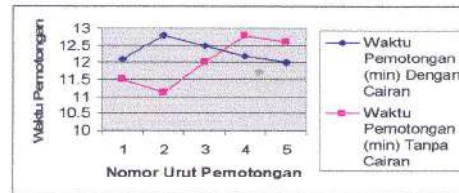
No	Kondisi Pemotongan	Kekasaran Permukaan (μm)		Waktu Pemotongan (min)	
		Dengan Cairan	Tanpa Cairan	Dengan Cairan	Tanpa Cairan
1	V = 300 m/min f = 0,1 mm/rev a = 2,5 mm	4,55	4,62	12,3	12,7
2		4,61	4,57	12,8	12,6
3		4,65	4,56	12,5	12,8
4		4,58	4,64	12,2	12,7
5		4,59	4,60	12,4	12,4
		4,596	4,598	12,42	12,68

Dengan mencermati Gambar 1. yaitu hubungan antara kekasaran permukaan (R_a) saat pemesinan menggunakan cairan pemotongan dengan tidak menggunakan cairan pemotongan pada kondisi pemotongan yang sama yaitu laju pemotongan (V) antara 300 m/min, pemakanan (f) 0,10 mm/rev dan kedalaman potong (a) 2,5 mm bahwa kekasaran permukaan yang direkomendasikan dimulai $4,55 \mu\text{m}$ paling rendah (paling halus) dan $4,65 \mu\text{m}$ paling besar (paling kasar). Hasil kekasaran permukaan (R_a) diatas juga menjelaskan bahwa pada hakekatnya cairan pemotongan tidak memberikan pengaruh yang berarti pada

permukaan termesin baja karbon S45C pada pemesinan medium.



Gambar 1. Grafik Kekasaran Permukaan R_a



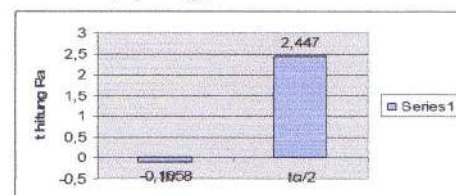
Gambar 2. Grafik Waktu Pemotongan t_c

Untuk mengetahui apakah hasil pemotongan menggunakan cairan pemotongan memiliki perbedaan yang sangat berarti terhadap pemotongan tanpa cairan pemotongan pada kondisi pemotongan yang sama dianalisis dengan menggunakan statistik uji t karena populasi data masih berada dibawah 30 (Walpole dan Reymond, 1996). Dari Gambar 1. diperoleh harga $\bar{x}_1 = 4,596 \%$, $n_1 = 5$, $\bar{x}_2 = 4,598$ dan $n_2 = 5$ maka dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$(S_1)^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (1)$$

$$(S_2)^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2)$$

$$(Sp)^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 + n_2) - 2} \quad (3)$$



Gambar 3. Grafik Signifikansi Kekasaran Permukaan (R_a)

Didasarkan pada hasil analisis statistik terhadap nilai kekasaran permukaan (R_a) pada pemesinan menggunakan cairan pemotongan dan tidak menggunakan cairan pemotongan tidak ditemukan perbedaan yang berarti hal ini, jika dipandang dari segi proses pemesinan adalah merupakan ini memberikan

pilihan alternatif pada pemesinan tanpa cairan pemotongan untuk diaplikasikan pada pemesinan material baja karbon. Dipandang dari sudut ekonomi dengan tidak adanya cairan pemotongan jelas akan menurunkan antara 16 ÷ 20 % dari biaya produksinya seperti yang dipaparkan oleh Sreejith dan Ngoi (2000) pada papernya, ini berarti bahwa pemesinan kering baja karbon mampu meningkatkan produktivitasnya pada tingkatan pemesinan medium sesuai standard ISO 3685. Akan tetapi perlu dicatat bahwa biaya pengembangan pahat yang mampu bekerja pada pemesinan tanpa cairan pemotongan haruslah lebih rendah dari biaya pengadaan cairan pemotongan yaitu 16 ÷ 20 % dari biaya produksi.

Kesimpulan

Dari hasil analisis, pemaparan data dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut.

1. Tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antara pemesinan menggunakan cairan pemotongan dengan tidak menggunakan cairan pemotongan pada kondisi pemotongan yang sama $V = 300 \text{ m/min}$, $f = 0,10 \text{ mm/rev}$ dan $a = 2,5 \text{ mm}$ hasilnya R_a rata-rata = $4,596 \mu\text{m}$ (menggunakan cairan pemotongan) $R_a = 4,598 \mu\text{m}$ (tanpa cairan pemotongan).
2. Hal tersebut dibuktikan dengan analisis statistik yang hasilnya adalah $t_h = -1,058 < t_{\alpha/2} = (2,447)$ maka H_0 dapat diterima artinya tidak ada perbedaan kekasaran permukaan (R_a) yang signifikan antara kondisi pemotongan menggunakan cairan pemotongan dengan tidak menggunakan cairan pemotongan.
3. Bahwa kekasaran permukaan (R_a) pada pemesinan baja karbon menggunakan pahat karbida berlapis tidak dipengaruhi cairan pemotongan akan tetapi lebih dipengaruhi oleh kondisi pemotongan terutama laju pemotongan (V) dan pemakanan (f)
4. Hasil akhir penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan pemesinan tanpa cairan pemotongan adalah potensial digunakan dipandang dari aspek umur pahat dan kemas permukaan termesin.

Daftar Pustaka

Ginting, Armansyah, 2001, *Tool Wear, Tool Life and Surface Roughness Evaluation in High Speed Machining of Tool Steel with Multilayer Ceramic CVD-Coated Carbide Tool*. Journal of the Institute of

Materials Malaysia. Vol. 2 (1).

ISO 3685, 1993, *Tool Life Testing With Single Point Turning Tool*.

MTA-MSE, 2001, *The Manufacture of Machining Technology And Process*. Machining Technology Assoc. of The Soc Manufacture Engineering. 1-33.

Noordin, M.Y., V.C. Venkatesh, S. Sharif, S. Elting, A. Abdullah, 2004, *Application of Response Surface Methodology in describing the Performance of Coated Carbide Tools when Turning AISI 1045 Steel*. Journal of Materials Processing Technology 145.

Rochim, Taufiq 1993. *Teori & Teknologi Proses Permesinan*. Higher Education Development Support Project, Jakarta.

Sreejith, P.S, Ngoi BKA, 2000, *Dry Machining : Machining of the Future*. School of Mechanical and Production Engineering, Nanyang Technology University Singapore.

Schintlmeister, W, Wallgram, Wkantz, J. & Gigl, K, 1984, *Cutting Tool Materials Coated by Chemical Vapour Deposition*. Wear 153-169.

Tiziloque 05.2003, Plansee Tizit Caloque, 2003.

Wassila, Bouzid. *Cutting Parameter Optimization to Minimize Production Time In High Speed Turning*. Journal of Materials Processing Technology. 2004

Walpole, Ronald E. dan Raymond. H Myers, 1996, *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuan*. Edisi 4, Penerbit ITB Bandung.