

ANALISIS PENGARUH VARIASI KONDISI PEMESINAN TERHADAP KEAUSAN TEPI PAHAT HSS PADA PROSES BUBUT

Muhammad Yanis dan Alex Marziko

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya Inderalaya
e-mail : yanis@unsri.ac.id

Abstrak

Operasi pemotongan logam merupakan salah satu aktifitas yang sering dilakukan dalam industry manufaktur, khususnya untuk memproduksi bagian – bagian pemesian. Untuk menghasilkan produk yang baik dalam pemesian digunakan pahat potong sebagai alat bantu, pahat HSS merupakan pahat yang sering digunakan dalam penelitian serta industry. Umur pahat merupakan suatu data pemesian yang sangat penting dalam perencanaan pemesian. Dalam penelitian ini dijelaskan percobaan menentukan umur dan keausan pahat HSS untuk membubut baja karbon rendah, sehingga dapat dimanfaatkan untuk melengkapi data pemesian mengenai umur pahat. Penelitian dilakukan pada 15 spesimen dengan memperhatikan pengaruh dari variasi kondisi pemesian yaitu kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman makan. Dari data – data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisa dengan multiple regression untuk mendapatkan model matematis dari proses pemesian yang dilakukan. Metoda grafik digunakan untuk analisa percobaan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa besar kedalaman potong membuat pahat semakin cepat aus dan pada penggunaan kecepatan yang cukup tinggi resiko kegagalan pada pahat relative besar. Tingginya kecepatan potong menurunkan fungsi umur pahat, hal ini dapat dilihat pada penelitian ini bahwa umur pahat tertinggi berada pada kecepatan potong 88,1 m/min, tinggi umur pahat yang didapat pada kecepatan 88,1 m/min maka kecepatan potong dikatakan optimal untuk pembubutan baja karbon rendah menggunakan pahat HSS dengan diameter benda kerja (d) 25,5 mm, putaran spindle (n) 1100 rpm dan kedalaman potong (a) sebesar 2,5 mm.

Kata kunci : variasi pemesian, keausan Tepi Pahat HSS

1. PENDAHULUAN

Selama proses pemesian berlangsung terjadi interaksi antara pahat dengan benda kerja dimana benda kerja terpotong sedangkan pahat mengalami gesekan. Gesekan yang dialami pahat oleh permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong. Akibat gesekan ini pahat mengalami keausan. Keausan pahat ini akan makin membesar sampai batas tertentu sehingga pahat tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan. Lamanya waktu untuk mencapai batas keausan ini yang didefinisikan sebagai umur pahat (*Tool Life*).

Data mengenai umur pahat ini sangat diperlukan dalam perencanaan proses pemesian suatu komponen/produk. Contoh pada produksi komponen yang keberapa pahat harus diganti, ini dapat diketahui dengan menghitung waktu total yang diperlukan untuk memotong satu produk kemudian dibandingkan dengan umur pahat yang dipakai. Contoh lain sampai batas keausan yang bagaimana dari pahat sehingga tidak mengganggu ketelitian produk yang dihasilkan, karena diketahui bahwa pahat yang mengalami

keausan akan mempengaruhi ketelitian produk yang

dihasilkan. Umur pahat dapat diketahui dari brosur atau katalog yang dikeluarkan oleh produsen/penjual

pahat, tetapi katalog ini tidak menginformasikan dengan jelas dan lengkap tentang pemakaian untuk pemotongan benda kerja apa. Umur pahat dapat juga diketahui dari Buku Pegangan Data Pemesian. Umur Pahat secara pasti diketahui dari hasil pengujian pemesian (secara empiris) untuk pasangan material benda kerja dan pahat tertentu.

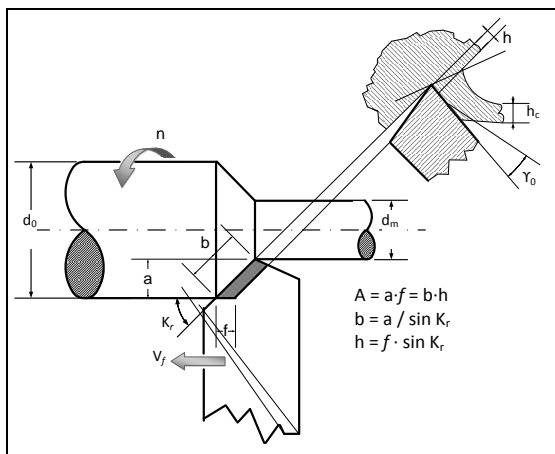
Jenis material benda kerja yang berbeda akan memberikan umur pahat yang berbeda juga. Dalam aplikasinya pahat digunakan untuk memotong berbagai macam benda kerja. Jadi untuk setiap pahat dan setiap material benda kerja harus mempunyai data umur dan kondisi pemotongan tertentu dalam setiap perencanaan proses pemesian. Kerusakan atau keausan pahat akan terjadi dan penyebabnya harus diketahui untuk dapat membuat suatu tindakan atau koreksi sehingga dalam proses pemesian selanjutnya diharapkan umur pahat dapat mengalami peningkatan (menjadi lebih lama lagi) seperti yang diharapkan.

Komponen mesin yang terbuat dari logam mempunyai bentuk yang berbeda ragam. Umumnya komponen dibuat dengan proses pemesian dari bahan logam yang berasal dari proses sebelumnya yaitu proses penuangan (casting) atau proses pengolahan bentuk (metal

forming). Karena bentuknya yang beraneka ragam tersebut maka proses pemesinan yang dilakukan juga bermacam-macam sesuai dengan bidang yang dihasilkan yaitu silindris atau datar. Pahat yang bergerak relative terhadap benda kerja akan menghasilkan geram (chip) dan sementara itu permukaan benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang dikehendaki. (T. Rochim), menyatakan bahwa mesin perkakas konvensional memiliki ciri bahwa sebagian besar kerja untuk pengaturan (set up) dalam pembuatan suatu benda kerja dilakukan oleh operator seperti gerak kerja pemakanan setiap langkah.

Bagi suatu tingkatan proses, ukuran objektif ditentukan dan pahat harus membuang sebagian material benda kerja sampai ukuran objektif itu dicapai. Hal ini dapat dilaksanakan dengan cara menentukan penampang geram (sebelum terpotong). Selain itu, setelah berbagai aspek teknologi ditinjau, kecepatan pembuangan geram dapat dipilih supaya waktu pemotongan sesuai dengan yang dikehendaki. Untuk itu perlu dipahami lima elemen dasar proses pemesinan bubut [1] yaitu:

1. Kecepatan potong (cutting speed): v (m/min)
2. Kecepatan makan (feeding speed) : v_f (mm/min)
3. Kedalaman potong (depth of cut) : a (mm)
4. Waktu pemotongan (cutting time): t_c (min)
5. Kadar pembuangan geram (rate of metal removal) : Z (cm³/min)

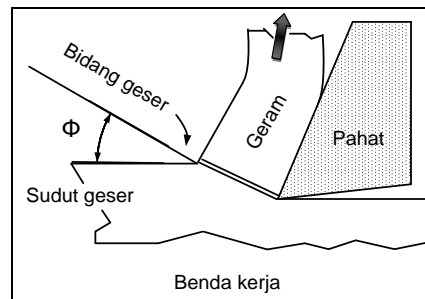


Gambar 1. Proses Permesinan

Dari gambar 1 terlihat bahwa proses bubut tersebut menggunakan suatu proses pemotongan miring (*oblique cutting*) yaitu suatu sistem pemotongan dengan gerakan relatif antara pahat dan benda kerja membentuk sudut potong utama K_r kurang dari 90° . Kecepatan makan v_f dihasilkan oleh pergerakan dari pahat ke benda kerja.

Pada gambar 2 diperlihatkan sudut potong utama (K_r , principal cutting edge angle) yaitu merupakan sudut antara mata potong mayor dengan kecepatan makan v_f . Untuk harga a dan f yang tetap amaka sudut ini menentukan besarnya lebar pemotongan (b , width of cut) dan tebal geram sebelum terpotong (h , undeformed chip thickness).

Logam yang pada umumnya bersifat ulet (*ductile*) apabila mendapatkan tekanan akan timbul tegangan (*stress*) di daerah sekitar konsentrasi gaya penekanan mata potong pahat. Tegangan pada logam (benda kerja) tersebut mempunyai orientasi yang kompleks dan pada salah satu arah akan terjadi tegangan geser (*shearing stress*) yang maksimum. Apabila tegangan geser ini melebihi kekuatan logam akan terjadi deformasi plastis (perubahan bentuk) yang menggeser dan memutuskan benda kerja di ujung pahat pada suatu bidang geser (*shear plane*). Ilustrasi mengenai mekanisme pembentukan geram ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Teori modern (yang dianut) yang menerangkan terjadinya geram (*chips*)

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan variabel proses pemesinan (kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman pemakanan) pada baja karbon rendah (spesimen). Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri atas langkah-langkah berikut :

1. Persiapan peralatan pengujian, mesin yang digunakan dan benda kerja.
2. Uji komposisi kimia untuk benda kerja.
3. Melakukan proses pemotongan dengan variasi kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman pemakanan dengan panjang pemotongan tertentu (waktu pemotongan tertentu).
4. Setiap selesai pengujian dua spesimen, pahat diasah kembali dan diukur nilai kekasaran permukaan benda kerja tersebut.
5. Analisis data hasil pengujian untuk mendapatkan konstanta empiris umur pahat dengan analisis regresi linier multi variabel.
6. Pembahasan dan kesimpulan.

Peralatan dan mesin yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas :

1. Mesin bubut konvensional MAIER & Co Austria model Maximat V13, daya 15 Hp, putaran spindel yang digunakan $n = 110, 200, 300, 410, 600, 1100$ (rpm) dan gerak makan yang digunakan (f) = 0.05, 0.06, 0.075, 0.086, dan 0.12 (mm/rev)

2. Mikroskop pengukur besar keausan pahat yang terbentuk, pembesaran 200 x.

3. Alat uji komposisi kimia (Optical Spextrometry)

Benda kerja yang dipakai untuk pengujian adalah baja karbon rendah berbentuk silinder. Material ini dipilih karena bahan ini selalu/banyak dipakai untuk

konstruksi umum. Diameter benda kerja 25,5 mm, disesuaikan dengan kecepatan potong yang diinginkan. Berikut ini adalah hasil pengujian komposisi unsur penyusun material tersebut (table 1) :

Tabel 1. Presentase komposisi unsur kimia Baja Karbon Rendah

No	Unsur	Prosentase (%)	Metode
1	Carbon	0,152	AAS
2	Besi (Fe)	98,01	AAS
3	Mangan (Mn)	0,460	AAS
4	Silika (Si)	0,253	Gravimetri

Sumber : Uji komposisi di BARISTAND Palembang

Pahat yang digunakan adalah jenis HSS dengan parameter sebagai berikut:

$$\text{Sudut potong utama } (\kappa_r) = 90^\circ$$

$$\text{Sudut geram orthogonal } (\gamma_o) = 0^\circ$$

$$\text{Sudut bebas normal } (\alpha_o) = 5^\circ$$

$$\text{Radius ujung pahat } (r_e) = \pm 0,4 \text{ mm}$$

Pengambilan besar nilai variabel proses pemesinan didasarkan kemampuan mesin yang ada dengan pemakaian pahat HSS untuk proses bubut(Tabel 2).

Tabel 2. Variasi variabel proses pemesinan

No	Kecepatan potong	Gerak Makan	Kedalaman
	Vc (m/min)	f (mm/put)	Pemakanan a (mm)
1	8,8	0,05	1,2
2	16,0		
3	32,8		
4	48,0		
5	88,1		
6	24,0	0,06	
7		0,075	
8		0,086	
9		0,1	
10		0,12	
11	0,05	0,05	0,5
12			1
13			1,5
14			2
15			2,5

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian pemesinan baja karbon rendah dengan menggunakan pahat HSS sesuai dengan kondisi pemotongan yang telah ditentukan. Sehingga didapat nilai keausan pahat (VB) sebagai berikut (table 3):

Umur pahat dapat ditentukan juga secara Empiris yakni salah satunya dengan menggunakan persamaan umur pahat Taylor.

$$V \cdot T_n = CT' \quad (1)$$

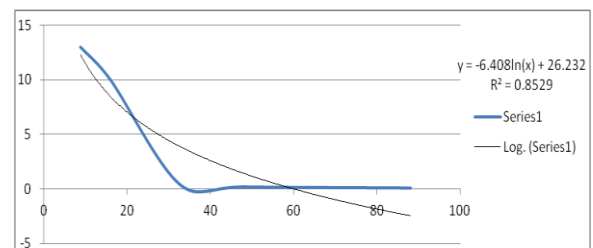
$$\text{Log } T = 1/n \log CT' - 1/n \log Vc$$

$$Y = a + bx$$

Tabel 3. Data hasil pengujian/pengukuran waktu pemesinan dan keausan tepi yang terjadi.

No	Kecepatan potong	Gerak Makan	Kedalaman	Waktu Pemotongan	Keausan Pahat
	Vc (m/min)	f (mm/put)	Pemakanan a (mm)	tc (min)	VB (mm)
1	8,8	0,05	1,2	13	0,31
2	16,0			10	0,3
3	32,8			0,35	0,34
4	48,0			0,17	0,4
5	88,1			0,07	0,5
6	24,0	0,06		6	0,31
7		0,075		5	0,32
8		0,086		4	0,34
9		0,1		3	0,40
10		0,12		3	0,41
11	0,05	0,05	0,5	8	0,31
12			1	6	0,31
13			1,5	4	0,34
14			2	2,2	0,36
15			2,5	0,25	0,4

Kemudian data pengujian dibuat grafik dalam bentuk logaritma untuk mendapatkan persamaan regresi linier (gambar 3).



Gambar 3. Kecepatan potong (Vc) terhadap Waktu pemotongan (tc)

$$\text{Log } T = 1/n \log CT' - 1/n \log Vc$$

$$Y = a + bx$$

$$Y = 25,63 + 6,19 \ln (x)$$

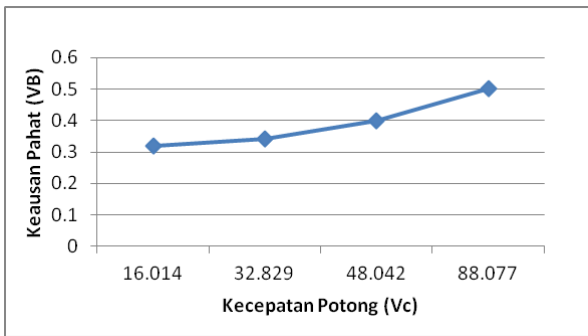
Dengan mengetahui harga b, maka eksponen n dapat diketahui, dari hubungan berikut :

$$n = \frac{1}{b} = 1/6,19 = 0,161$$

untuk mengetahui seberapa besar penyimpangan hasil pengujian, nilai eksponen yang didapat dalam perhitungan dibandingkan dengan nilai eksponen teoritis, dimana harga eksponen n pada pahat HSS adalah 0,22, sehingga besar penyimpangan yang terjadi adalah :

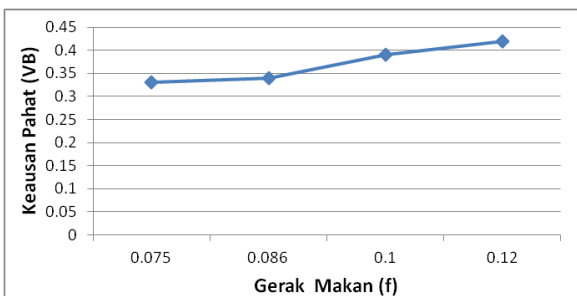
$$n = \frac{0,161}{0,22} \% = 0,73 \% \quad ; \text{ penyimpangan } 17 \%$$

Analisa regresi linier pada variasi kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman pemakanan terhadap keausan pahat dilakukan secara statistik dengan menggunakan analisis korelasi yang dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat kekuatan hubungan linear antara variabel independent (kecepatan potong) dengan variabel dependent, keausan pahat (gambar 4).

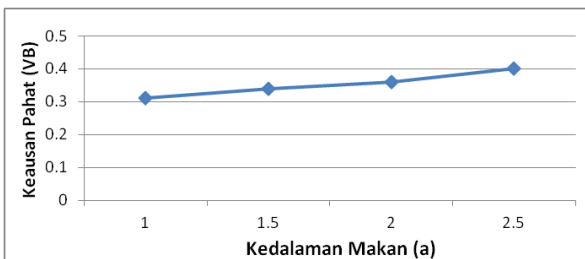


Gambar 4. Grafik kecepatan potong (Vc) terhadap Keausan Pahat (VB)

Analisis Variasi Gerak makan terhadap keausan Pahat



Gambar 5. Grafik Gerak Makan (f) terhadap Keausan Pahat (VB)



Gambar 6. Grafik Kedalaman Makan (a) terhadap Keausan Pahat (VB)

Dari hasil pengujian (gambar 3) yang didapat bahwa semakin meningkatnya kecepatan potong maka waktu pemotongan yang diperlukan untuk memotong benda kerja akan semakin cepat yang berakibat dapat meningkatkan keausan tepi (VB) pahat sesuai dengan persamaan yang didapat $Y = 25,63 + 6,19 \ln(x)$ dan di dapat penyimpangan hasil pengujian sebesar 17%.

Dari hasil pengujian yang di dapat (gambar 4) bahwa dengan variasi kecepatan potong berbeda akan terlihat keausan pahat yang berbeda juga. Dengan kecepatan potong tinggi (88,077 m/min) akan mempercepat keausan pahat Hal ini disebabkan karena temperatur pemotongan meningkat karena hampir seluruh energi pemotongan diubah menjadi panas melalui gesekan antara pahat dengan benda kerja. Pada variasi kecepatan potong yang berbeda didapat nilai keausan pahat dengan keausan terendah 0,31 dan keausan yang tertinggi 0,5 mm.

Pada proses pemotongan dengan kondisi variasi gerak makan terhadap keausan pahat (gambar 5) mengalami

perubahan, pada grafik didapatkan nilai keausan pahat terhadap gerak makan mengalami peningkatan keausan dari kecepatan awal gerak makan. Nilai keausan terendah akibat pengaruh gerak makan adalah 0,31 mm dan nilai keausan yang tertinggi 0,42 mm sehingga semakin tinggi gerak makan maka semakin pendek umur pahat untuk digunakan.

Pada kondisi kedalaman pemakanan terhadap keausan pahat (gambar 6) mengalami perubahan yang sangat signifikan karena dengan semakin besar kedalaman pemakanan kontak antara benda kerja dengan mata pahat akan semakin besar keausannya sehingga berpengaruh pada umur pahat. ketajaman mata pahat pun akan berkurang. Pada variasi kedalaman pemakanan ini didapat nilai keausan pahat tertinggi 0,31 mm dan terendah 0,40 mm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan yaitu tentang pengaruh variasi kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman pemakanan terhadap keausan tepi pahat pada material baja karbon rendah hasil proses pemesinan mesin bubut konvensional maka di dapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya kedalaman makan akan membuat pahat semakin cepat aus dan pada penggunaan kecepatan yang cukup tinggi resiko kegagalan pada pahat relatif besar yang membuat umur pahat semakin kecil
2. Dari hasil pengujian yang didapat bahwa semakin meningkatnya kecepatan potong maka waktu pemotongan yang diperlukan untuk memotong benda kerja akan semakin cepat yang berakibat dapat meningkatkan keausan tepi (VB) pahat.
3. Keausan tepi pahat dapat diperhitungkan dengan mempertimbangkan faktor-faktor gerak makan, kecepatan potong dan kedalaman pemakanan untuk mendapatkan Umur Pahat.
4. Pengaruh secara bersama-sama hubungan antara kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman pemakanan diperoleh persamaan linear multiple regresi $y = 25,63 - 6,19(x)$. Sehingga bisa didapat pengerjaan yang optimal pada umur pahat dan baik dari sisi kualitas maupun dari sisi waktu/biaya pengerjaan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Amstead, B.H., Ostwald, dan Begeman, 1985, "Manufacturing Processes", Seventh edition, John Wiley & Sons, New York
- [2] ASM International, 1997, "Metals Handbook of Machining", Material, Ninth Edition Vol. 16.
- [3] Boothroyd, G., Fundamentals of metal Machining and Machine Tools, International Student Edition, McGraw-Hill Kogakhusa, Ltd Tokyo, 1975
- [4] Kalpakjian, S., 1997, "Manufacturing Processes for Engineering Materials". Addison Wesley Logman, Inc., Canada, USA.
- [5] Rochim Taufiq, Teori dan Teknologi Proses Pemesinan, Higher Education Development support Project, Jakarta , 1993.

- [6] Rochim, Taufiq,. Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik Institut Teknologi Bandung, 2001
- [7] Widarto, dkk: Teknik Pemesinan jilid 2, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta, 2008

