SEMINAR NASIONAL SAINS & TEKNOLOGI

UNIVERSITAS LAMPUNG, 27 -28 AGUSTUS 2007

TEMA :
PERAN STRATEGIS SAINS DAN TEKNOLOGI
DALAM UPAYA PENINGKATAN
DAYA SAING BANGSA.

PROSIDING

ISBN 978-979-15535-2-0
9 789791 553520

LEMBAGA PENELITIAN - UNIVERSITAS LAMPUNG
Gd. Rektorat Lt. V, Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro no.1
Gedong Meneng - Bandar Lampung
Telp. (0721) 705173, Fax. 773798
e-mail : satek2007@unila.ac.id, website : http://lemlit.unila.ac.id/satek

PROSIDING

Seminar Nasional Sains dan Teknologi

UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
DESEMBER 2007

PROSIDING
Seminar Nasional Sains dan Teknologi

Agustus 2007

Penyunting :
Dr. John Hendri, M.S.
Dr. Warsito, D.E.A.
Dr. Sutopo Hadi
Dr. Irwan Ginting Suka, M.Sc.
Dr. Ahmad Zakaria
Dr. Wamiliana, MSc
Dr. Eng. Admi Syarif.
Drs. Bambang Irawan, M. Sc.
Dr. Bartoven Vivit Nurdin
Wasinton Simanjuntak, Ph.D.

Penyunting pelaksana:
Yasir Wijaya, S.Si.
Widyastuti, A.Md.

Prosiding Seminar Hasil-Hasil
Seminar Sains dan Teknologi :
Agustus 2007 / penyunting,
John Hendri … [et al.].—Bandar
Lampung : Lembaga Penelitian
Universitas Lampung, 2007.
xiv +1391 hlm. ; 21 x 29,7 cm

ISBN 978-979-15535-2-0
9 789791 553520

Diterbitkan oleh :
LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS LAMPUNG
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro no. 1 Gedungmeneng
Bandarlampung 35145
Telp. (0721) 705173, 701609 ext. 136, 138,
Fax. 773798,
e-mail : lemlit@unila.ac.id

www.unila.ac.id

Pembuatan Briket Semikokas dengan Pengikat Aspal dan Gula Tetes Untuk Bahan Bakar Dapur Peleburan Besi Cor
Bustanul Arifin dan Bambang Suharno 1351

Lapisan Batas Aliran Viskos Disekitar Suatu Selinder Miring
Kaprawi 1360

Analisa Umur Pahat Hss (*High Speed Steel*) Mata Tunggal Dari Dua Produk Yang Berbeda Pada Proses Bubut
Hasan Basri dan M. Yanis..... 1373

Pengaruh Konsentrasi Naoh Terhadap Kekuatan Kertas Dari Pulp Alang-Alang
Rudi Hartono 1383

ANALISA UMUR PAHAT HSS (HIGH SPEED STEEL) MATA TUNGGAL DARI DUA PRODUK YANG BERBEDA PADA PROSES BUBUT

Hasan Basri dan M. Yanis

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih km 32 Inderalaya O.I Sumatera Selatan (0711-580272)
Email : hasanbas1@yahoo.com dan yanis_mhd@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pemakaian pahat dengan material HSS (High Speed Steel) untuk pemesinan sampai saat ini masih banyak digunakan, karena bersifat liat, mudah diasah, harganya murah dan mudah didapat. Pahat HSS dijual tidak disertai data spesifikasi, sehingga sulit untuk menentukan perkiraan umur pahat secara cepat untuk pemakaian optimum dan untuk mencapai ketelitian produk tertentu, serta memilih jenis pahat HSS yang baik tanpa dilakukan pengujian terlebih dahulu yang membutuhkan banyak waktu dan biaya.

Pada penelitian ini bertujuan mencari konstanta empiris umur pahat untuk perkiraan umur pahat berdasarkan rumus umur pahat Taylor. Dan membandingkan dua jenis pahat HSS yang dipakai untuk proses bubut yang banyak dipakai di Industri Kecil. Analisis melibatkan variabel pemesinan dan keausan tepi pahat menggunakan teknik analisis regresi linier multi variabel. Uji komposisi dilakukan untuk membandingkan berdasarkan persentase unsur kimianya.

Berdasarkan hasil analisis didapat persamaan umur pahat I adalah $vT^{0,43} = 16,22\ VB^{0.3}\ h^{-0.23}\ b^{-0.06}$ dan pahat II adalah $vT^{0,43} = 11,82\ VB^{0.5}\ h^{-0.3}\ b^{-0.07}$. Dari nilai persamaan umur pahat dan uji komposisi terlihat bahwa pahat I lebih baik karena memiliki umur yang lebih panjang. Dari segi biaya pahat I lebih menguntungkan karena harga kedua pahat ini dipasaran hampir sama. Dengan diketahui persamaan umur pahat tersebut, dapat digunakan bagi pemakai untuk memperkirakan umur pahat sebelum mengalami keausan yang dapat menyebabkan ketidaktelitian.

Kata kunci *: Pahat HSS, Umur Pahat, Variabel Pemesinan, Keausan Tepi Pahat*

1. PENDAHULUAN

Pemakaian pahat HSS (high speed steel; tool steel) pada industri kecil dan menengah sampai saat ini masih banyak digunakan. Selain *hot hardness* dan *recovery hardness*-nya yang cukup tinggi juga karena murah, mudah didapat dan bila telah aus pahat dapat diasah kembali. Dalam pemakaian untuk pemesinan pahat akan mengalami keausan. Keausan pada pahat akan mempengaruhi ketelitian dimensi, geometri an kekasaran permukaan dari produk yang dimesin. Keausan pahat akan tumbuh dan membesar dengan bertambahnya waktu pemesinan sampai pada suatu saat pahat yang bersangkutan dianggap tidak dapat digunakan lagi karena telah ada tanda-tanda tertentu yang menunjukkan bahwa umur pahat telah habis. Karena keausan merupakan faktor

yang menentukan umur pahat maka "pertumbuhannya" perlu diperhatikan dengan memperhatikan faktor utama dari mekanisme keausan (Rochim T, 1993).

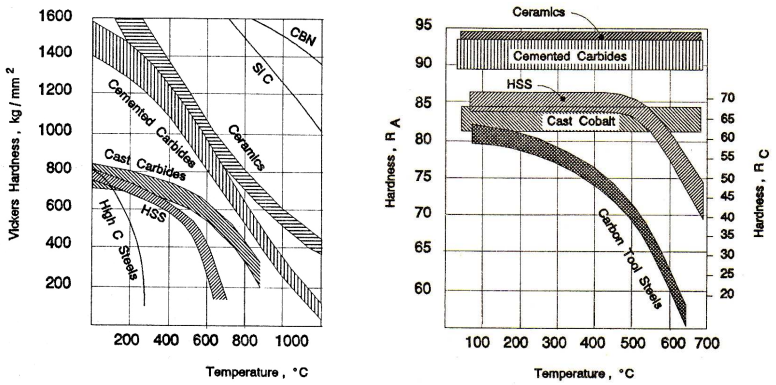
Dipasaran pahat HSS dijual dengan tidak memiliki data spesifikasi seperti komposisi kimia dan data perkiraan umur pahat untuk kondisi pemesinan yang dipilih, dan terdapat beberapa beberapa jenis (trademark; merk) yang memiliki kekuatan yang berbeda. Salah satu faktor tolak ukur pertimbangan kualitas pahat adalah dilihat dari umur pemakaian (umur pahat). Umur pahat biasa dikaitkan dengan umur pahat *Taylor* dengan mengikutkan nilai-nilai variabel pemesinan.

Pada penelitian ini, bertujuan menentukan perkiraan umur pemakaian pahat HSS yang dipilih dengan mencari konstanta empiris dari umur pahat *Taylor* dan membandingkan dua jenis pahat yang dipilih, mana yang lebih baik dari segi umurnya. Pengujian dilakukan pada mesin bubut konvensional menggunakan dua jenis pahat HSS, yang umum digunakan oleh industri kecil dan banyak dijual dipasaran. Dengan mengetahui persamaan umur pahat ini diharapkan dapat diketahui jenis pahat HSS yang memiliki umur yang lebih lama dan dapat digunakan bagi pemakai (industri kecil dan menengah, praktisi) dalam memperkirakan umur pahat secara cepat sebelum pahat mengalami keausan yang dapat menyebabkan ketidak telitian produk. Dalam penentuan konstanta empiris analisa dilakukan menggunakan teknik analisa regresi linier multi variabel dari persamaan umur pahat *Taylor* yang memasukan faktor variabel pemesinan (kecepatan potong, gerak pemakanan dan kedalaman pemotongan) dan keausan tepi pahat (Halt A, 1952 & Rochim T, 1998).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Proses pembentukan geram dengan cara pemesinan berlangsung dengan cara mempertemukan dua jenis material. Untuk menjamin kelangsungan proses ini maka jelas diperlukan material pahat yang lebih unggul daripada material benda kerja. Jenis-jenis material pahat yang ada terdiri atas (Rochim T, 1993) , yaitu baja karbon (high carbon steel; carbon tool steel; CTS), HSS (high speed steel; tool steel), paduan cor nonferro (cast nonferrous alloys; cast carbides), karbida (cemented carbides), keramik (Ceramics), CBN (cubic boron nitrides) dan intan (sintered diamond & natural diamonds)

Kekerasan berbagai jenis pahat pada temperatur kerja yang tinggi (hot hardness) dan kekerasan pada temperatur ruang setelah pahat yang bersangkutan mengalami temperatur kerja yang tinggi selama beberapa saat (recovery hardness) ditunjukkan oleh gambar dibawah ini.



Gambar 1. Berbagai jenis pahat dengan kekerasan yang dimiliki pada temperatur kerja tinggi dan pada temperatur ruang setelah pahat digunakan.

2.1 Pahat HSS dan Kerusakan/Keausan pada Pahat

HSS (high Speed Steel) merupakan salah satu dari material pahat yang mempunyai keuletan yang relatif baik sehingga masih sering digunakan. Sifat *hot hardness dan recovery hardness* yang cukup tinggi pada HSS dapat dicapai berkat adanya unsur paduan W, Cr, V, Mo dan Co. Pengaruh unsur tersebut dengan unsur dasarnya besi (Fe) dan karbon (C) adalah :

- Tungsten/Wolfram (W) : Unsur ini dapat membentuk karbida yaitu paduan yang sangat keras (Fe_4W_2C) yang menyebabkan kenaikan temperatur untuk proses *hardening* dan *tempering*, dengan demikian *hot hardness* dipertinggi.
- Chromium (Cr) : Menaikkan *hardenability* dan *hot hardness*. Chrom merupakan elemen pembentuk karbida, akan tetapi Cr menaikkan sensitivitas terhadap *overheating*.
- Vanadium (V) : Menurunkan sensitivitas terhadap *overheating* serta menghaluskan besar butir. Vanadium juga merupakan elemen pembentuk karbida.
- Molybdenum (Mo) : Mempunyai efek sama dengan W, tetapi lebih terasa (2% W dapat digantikan oleh 1% Mo).
- Cobalt (Co) : Bukan elemen pembentuk karbida, ditambahkan untuk menaikkan *hot hadrness* dan tahanan keausan

Material pahat HSS dikategorikan atas HSS Konvensional dan HSS Spesial masing-masing dengan beberapa jenis, yaitu *konvensional HSS* (Molybdenum HSS dan Tungsten HSS) dan *special HSS* (Cobalt Added HSS, High Vanadium HSS, High Hardness Co HSS, Cast HSS, Powdered HSS dan Coated HSS).

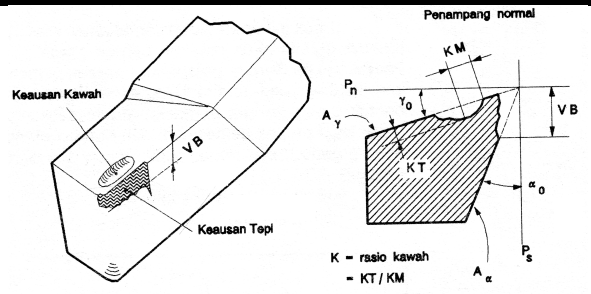
Keausan dan kerusakan pada pahat terjadi akibat suatu faktor atau gabungan dari beberapa faktor dominan berupa proses abrasif, proses kimiawi, proses adhesi, difusi,

oksidasi, proses deformasi plastik dan proses keretakan dan kelelahan. Jenis keausan pada pahat terdiri atas keausan kawah (crater wear) yang terjadi pada bidang geram dan keausan tepi (flank wear) yang terjadi pada bidang utama pada pahat (Gambar 2).

Semakin besar keausan yang terjadi pada pahat maka kondisi pahat akan semakin kritis. Jika pahat tersebut masih tetap digunakan maka pertumbuhan keausan akan semakin cepat dan pada suatu saat ujung pahat sama sekali akan rusak. Untuk menghindari hal tersebut ditetapkan suatu batas harga keausan (dimensi dari keausan tepi atau keausan kawah) yang dianggap sebagai batas kritis dimana pahat tidak boleh digunakan. Berdasarkan pengalaman, batas keausan yang diizinkan bagi suatu jenis pahat yang digunakan, ditunjukkan tabel berikut :

Tabel 1. Batas keausan kritis kombinasi pahat & benda kerja yang dimesin (Rochim T, 1993)

Pahat	Benda Kerja	Keausan Tepi-VB, mm	Rasio Keausan Kawah-K, mm
H S S	Baja & Besi Tuang	0,3 s.d 0,8	-
Karbida	Baja	0,2 s.d 0,6	0,3
Karbida	Besi Tuang & Non Ferrous	0,4 s.d 0,6	0,3
Keramik	Baja & Besi Tuang	0,3	-



Gambar 2. Keausan kawah dan keausan tepi pada pahat mata tunggal.

2.2. Umur Pahat

Penentuan umur pahat didasarkan persamaan umur pahat Taylor (1907) yang dimodifikasi :

$$vT^{n} = C_{TVB}(VB)^{m} h^{-p} b^{-q} \quad (1)$$

dimana :

v	=	Kecepatan potong, m/min
T	=	Umur pahat, menit
n	=	Pangkat untuk umur pahat
VB	=	Keausan tepi yang dianggap sebagai batas saat berakhirnya umur pahat,mm
m	=	Pangkat untuk batas keausan
h	=	Tebal geram sebelum terpotong (gerak makan; f), mm

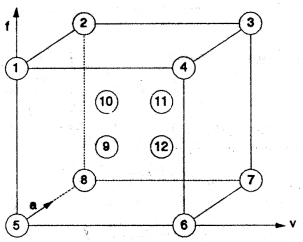
p = Pangkat untuk tebal sebelum terpotong
b = Lebar pemotongan (kedalaman potong; a),mm
q = Pangkat bagi lebar pemotongan
C_{TVB} = Kecepatan potong ekstrapolatif (m/min) yang secara teoritik menghasilkan umur pahat sebesar 1 menit, untuk VB = h = b = 1 mm

Untuk mendapatkan konstanta empiris persamaan (1) dari hasil pengujian, maka dilakukan dengan cara faktorial (factorial design of experiment). Karena ada 3 variabel yang dapat diubah harganya (v, f dan a) dan 1 variabel yang diamati (T) maka paling sedikit diperlukan 8 kali percobaan apabila untuk masing-masing variabel hanya diubah pada 2 harga ($8 = 2^3$). Ke-8 harga tersebut menempati pojok dari kubus percobaan dengan 3 sisinya setaraf dengan sumbu v, f dan a. Set percobaan tersebut dapat dilengkapi dengan menentukan beberapa titik percobaan lagi (misal 4 titik) dengan lokasi disekitar titik tengah kubus.

Analisis konstanta empris diselesaikan dengan me-linierkan persamaan (1) dan dicari dengan analisis persamaan regresi linier multi variabel berikut (halt A, 1952),

$$y = a + b_1(x_1 - \bar{x}_1) + b_2(x_2 - \bar{x}_2) + b_3(x_3 - \bar{x}_3) + b_4(x_4 - \bar{x}_4)$$

(2)



Gambar 3. Contoh perencanaan harga variabel yang ditetapkan dalam percobaan pemesinan untuk menentukan korelasi umur pahat dengan v, f dan a.

3. METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan data empiris umur pahat yang digunakan, dilakukan proses pemotongan benda kerja yaitu proses bubut silindrik (cylindrical turning) dengan variasi variabel pemesinan yang dipilih untuk kedua jenis pahat yang digunakan. Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri atas langkah-langkah berikut :

1. Persiapan peralatan pengujian, mesin yang digunakan dan benda kerja.
2. Uji komposisi kimia untuk kedua material pahat HSS yang dipakai
3. Melakukan proses pemotongan dengan variasi kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman potong dengan panjang pemotongan tertentu (waktu pemesinan tertentu).
4. Setiap selesai pengujian dengan keausan tepi tertentu, lalu bentuknya di foto.

5. Analisis data hasil pengujian untuk mendapatkan konstanta empiris umur pahat dengan analisis regresi linier multi variabel.
6. Pembahasan dan kesimpulan.

3.1. Peralatan Pengujian

Peralatan dan mesin yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas :

1. Mesin bubut konvensional (Lathe model SY-SA 625000/Inggris) : daya 15 HP, putaran yang dipakai 165 rpm dan gerak makan yang dipakai : 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 mm/r
2. Mikroskop pengukur besar keausan pahat yang terbentuk, pembesaran 200X
3. Mikroskop optik (Olimpus PME 3) untuk mem-foto bentuk keausan tepi yang terjadi pembesaran 200X
4. Alat uji komposisi kimia (Optical Spectrometry)

3.2. Benda Kerja

Benda kerja yang dipakai untuk pengujian adalah baja karbon rendah berbentuk silinder, dengan kekerasan H_V = 115,81. Material ini dipilih karena bahan ini selalu/banyak dipakai untuk konstruksi umum. Diameter benda kerja antara 20 mm hingga 50 mm, disesuaikan dengan kecepatan potong yang diinginkan.

3.3. P a h a t

Pahat yang digunakan ada dua jenis, dipilih dengan kriteria karena kedua jenis pahat ini banyak dipakai di industri kecil dan mudah didapat dipasaran. Ukuran pahat adalah 10 x 10 x 100 mm, ber-merk *Diamond Brand* (Cina) dan *Germany*. Geometri pahat ambil sesuai mendekati geometri yang sering digunakan, yaitu :

- Sudut potong utama (κ_r) = 90^0
- Sudut potong bantu (κ_r') = 10^0
- Sudut geram orthogonal (γ_o) = 0^0
- Sudut bebas normal (α_o) = 5^0
- Radius ujung pahat (r_e) = ± 0,4 mm

3.4. Variabel Pemesinan

Pengambilan besar nilai variabel pemesinan didasarkan kemampuan mesin yang ada dan diharapkan pada daerah optimum pemakaian pahat HSS untuk proses bubut. Kecepatan potong yang digunakan antara 10, 15, 20 dan 25 m/min, gerak makan 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 mm/r dan kedalaman potong 1; 1,75; 2,5 mm. Keausan tepi pahat (VB)

dalam penelitian ini diambil berkisar antara 0,3 s.d. 0,8 mm (sesuai anjuran bagi pahat HSS dengan material benda kerja baja karbon rendah).

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

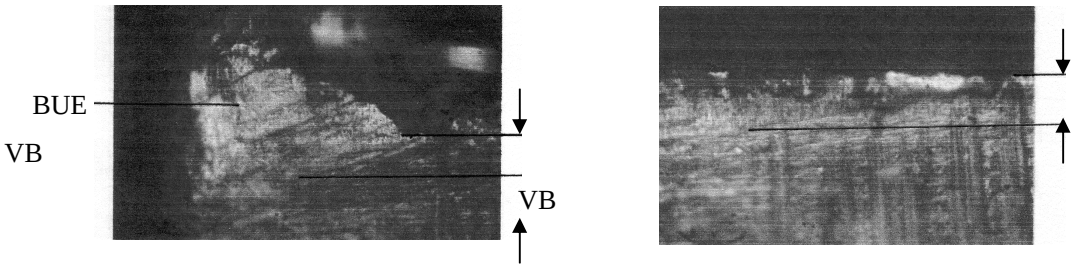
Data hasil pengujian/pengukuran waktu pemesinan dan keausan tepi yang terjadi, uji komposisi, bentuk keausan tepi yang terjadi, ditunjukkan sebagai berikut :

Tabel 2. Data hasil pengujian untuk kedua jenis pahat yang digunakan

No	n (rpm)	$\Phi_{b.\ kerja}$ (mm)	v (m/min)	f (mm/r)	a (mm)	Pahat Merk *Diamond Brand*		Pahat Merk *Germany*	
						VB (mm)	t_c (min)	VB (mm)	t_c (min)
1	165	20	10	0.30	1.0	0.32	10	0.42	10
2	165	20	10	0.30	2.5	0.42	9	0.39	9
3	165	50	25	0.30	2.5	0.31	1	0.40	1
4	165	50	25	0.30	1.0	0.36	1	0.34	1
5	165	20	10	0.15	1.0	0.34	15	0.51	15
6	165	20	10	0.15	2.5	0.5	8	0.46	8
7	165	50	25	0.15	2.5	0.33	1.5	0.45	1.5
8	165	50	25	0.15	1.0	0.35	2	0.38	2
9	165	30	15	0.20	1.75	0.35	9	0.37	9
10	165	40	20	0.25	1.75	0.41	3	0.40	3

Tabel 3. Persentase komposisi unsur kimia pahat HSS

No	Pahat HSS	C	Mo	W	Co	Fe	Mn	Cr	V
1	***Diamond Brand***	0.74	0.67	1.22	**4.31**	86.7	0.88	4.10	1.34
2	***Germany***	0.80	0.38	0.47	**5.50**	86.8	0.95	4.42	0.64



Gambar 4. Contoh bentuh keausan di ujung pahat yang diuji.

Perhitungan untuk menentukan konstanta empiris menggunakan persamaan (1) dengan analisis regresi linier multi variabel. Agar dapat dianalisis secara garis linier

(bentuk linier) maka persamaan (1) harus transformasikan kedalam harga logaritma sebagai berikut :

$$vT^{n} = C_{TVB}(VB)^{m} h^{-p} b^{-q}$$

$$\log T = \frac{1}{n}\log C_{TVB} - \frac{1}{n}\log v + \frac{m}{n}\log(VB) - \frac{p}{n}\log h - \frac{q}{n}\log b$$

(a)

$$\log T = \beta_0 + \beta_1 \log v + \beta_2 \log h + \beta_3 \log b + \beta_4 \log(VB)$$

(b)

Persamaan (b) merupakan persamaan garis linier :

$$y = a + b_1(x_1 - \bar{x}_1) + b_2(x_2 - \bar{x}_2) + b_3(x_3 - \bar{x}_3) + b_4(x_4 - \bar{x}_4)$$

(c)

Dengan mengetahui harga β_0 , β_1, β_2 , β_3 , β_4 maka eksponen n, p, q, m dan konstanta C_{TVB} dapat diketahui, dari hubungan berikut,

$$n = \frac{1}{\beta_1} \quad ; \quad p = \frac{\beta_2}{\beta_1} \quad ; \quad q = \frac{\beta_3}{\beta_1} \quad ; \quad m = \frac{\beta_4}{\beta_1} \quad ; \quad C_{TVB} = \log\frac{\beta_0}{\beta_1}$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan teknik regresi linier multi variabel dengan memasukkan seluruh data tabel (2) yaitu nilai-nilai v,f,a dan VB, maka didapat nilai konstanta diatas dan kemudian dimasukkan ke persamaan umur pahat Taylor sehingga didapat :

Pahat I (Diamond Brand) - *Cina* : $vT^{0.43} = 16.22(VB)^{0.3} h^{-0.23} b^{-0.06}$

Pahat II (Germany) - *Jerman* : $vT^{0.43} = 11.82(VB)^{0.5} h^{-0.3} b^{-0.07}$

Dari hasil pengujian dan analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa pahat I lebih baik dari pahat II. Hal ini ditunjukkan dari :

- Uji pemesinan, untuk waktu pemotongan yang sama besar keausan tepi (VB) pahat I sebagian besar lebih kecil dari pahat II.
- Dari nilai konstanta empiris C_{TVB} yang didapat terlihat bahwa untuk pahat I bernilai lebih besar dari pahat II, hal ini menunjukkan umur pahat yang lebih lama.
- Dari uji komposisi kimia pahat I unsur pembentuk karbida yaitu W, V, Mo lebih besar sehingga material pahat ini lebih keras, dengan demikian akan lebih tahan.

Untuk melihat pengaruh perubahan variabel pemesinan terhadap perubahan umur pahat dengan cara persamaan (a) diatas dideferensialkan sehingga berbentuk sebagai berikut :

$$\frac{dT}{T} = -\frac{1}{n}\frac{dv}{v} + \frac{m}{n}\frac{dVB}{VB} - \frac{p}{n}\frac{dh}{h} - \frac{q}{n}\frac{db}{b}$$

(d)

Bila konstanta dari umur pahat yang didapat dimasukkan ke persamaan (d) maka didapat :

Pahat I $$\frac{dT}{T} = -2{,}3\frac{dv}{v} + 0{,}7\frac{dVB}{VB} - 0{,}53\frac{dh}{h} - 0{,}14\frac{db}{b}$$

Pahat II $$\frac{dT}{T} = -2{,}3\frac{dv}{v} + 1{,}16\frac{dVB}{VB} - 0{,}7\frac{dh}{h} - 0{,}16\frac{db}{b}$$

Hal ini menunjukkan bahwa bila kecepatan potong diubah +5% → T turun 11,5%; bila VB berubah +5% → T naik 3.5% (pahat I) dan 5,8% (pahat II); bila gerak makan berubah +5% → T turun 2,7% (pahat I) dan 3,5% (pahat II) dan bila kedalaman potong diubah +5%, → T turun 0,7% (pahat I) dan 0,8% (pahat II).

Untuk pemesinan yang diambil, kondisi optimum pahat yang diuji sebaiknya pada kecepatan potong 10 s.d 15 m/min, karena memiliki umur pahat yang lebih panjang.

6. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan, bahwa :

a. Persamaan umur pahat material HSS yang di uji :

   Pahat I (Diamond Brand) - *Cina* : $vT^{0.43} = 16.22(VB)^{0.3} h^{-0.23} b^{-0.06}$

   Pahat II (Germany) - *Jerman* : $vT^{0.43} = 11.82(VB)^{0.5} h^{-0.3} b^{-0.07}$

b. Pahat yang memiliki umur pemakaian yang lebih panjang adalah pahat ber-merk *diamond brand* (Cina), hal ini terbukti dari nilai pemesinan yang dilakukan, konstanta umur pahat yang lebih besar dan paduan pembentuk karbida yang lebih besar daripada pahat ber-merk *Germany*.

c. Secara berurutan variabel pemesinan yang paling berpengaruh terhadap umur pahat adalah kecepatan potong, keausan pahat, gerak makan dan kedalaman potong.

d. Kecepatan potong yang terbaik untuk pahat yang uji adalah 10 s.d 15 m/min.

DAFTAR PUSTAKA

Boothroyd, G, 1981, *Fundamental of Metal Machining & Machine Tool*, McGraw-Hill Book Co, Singapore.

Hald, A, 1952, *Statistical Theory with Engineering Applications*, John Wiley & Sons, Inc.

M.Kronenberg, 1966, *Machining Science and Applications*, Pergamon Press Inc, Oxford.

N. K. Metha,1986, *Machine Tool Design* , Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.

Rochim Taufiq, 1993, *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*, Lab. Teknik Produksi dan Metrologi Industri FTI ITB, Bandung.

Rochim Taufiq, 1998, *Perancangan Penelitian & Analisis Data Statistik*, Lab. Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB, Bandung.

Rochim Taufiq, 1985, *Spesifikasi Geometris Metrologi Industri dan Kontrol Kualitas*, Lab, Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB, Bandung.

Tool Engineering Handbook, SME National Technical Publications Committee Society of Manufacturing Engineers, Detroit, Mich.

Diterbitkan oleh :

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS LAMPUNG

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro no. 1 Gedungmeneng
Bandarlampung 35145
Telp. (0721) 705173, 701609 ext. 136, 138,
Fax. 773798,
e-mail : lemlit@unila.ac.id

www.unila.ac.id

ISBN 978-979-15535-2-0