

Peningkatan Rasio Pemampatan Tebal Geram dan Pengurangan Keausan Pahat dengan Memodifikasi Pahat Bermata Potong Dua pada Mesin Bubut (Didik Nurhadyanto dkk.)

PENINGKATAN RASIO PEMAMPATAN TEBAL GERAM DAN PENGURANGAN KEAUSAN PAHAT DENGAN MEMODIFIKASI PAHAT BERMATA POTONG DUA PADA MESIN BUBUT

Oleh:

Didik Nurhadyanto dan Mujiyono
Star Pengajar FT UNY

Abstract

This research is aimed to determine the differences of chip compression ratio and tool wear between a modified double cutting tool and a standard cutting tool.

The workpiece is made of VCN 150 with a dimension of ϕ 1,75 inch and 200 mm long. Because the diameter of the blank is constant, the spindle rotation is set to 265 RPM. Both cutters use the same coolant and have the same cutting angle. The properties to be varied are depth of cuts and feed. Depth of cuts of standard cutting tool is formulated by the blank diameter substituted by the final diameter and than divided by two. The same formulation goes for depth of cuts of modified cutting tool. Tool wears and chip compression ratio values chosen is the biggest value on each cutting edge. Steps of this research one: Record the tool wear and chip compression ratio for each feed, which one 0,043; 0,066; 0,0875; and 0,175 mm/rev while using depth of cuts of 0,5; 1; 1,5 and 2 mm. Each treatment is done 5 times or each cutting stroke and the average is taken as a result. Comparing tool wear and chip compression ratio resulted from the utilization of modified cutting tool and standard tool.

It can be concluded from the result of this research that (1) using modified cutting tool, there is an improvement of chip compression ratio equal to 6,74% compared to the standard cutter (2) using modified cutting tool there is a reduction tool wear equals to 14,53% compared the standard cutting tool.

Keywords: chip thickness compression ratio, tool wear, feed, and deep of cut.

Efektivitas Sistem Informasi Akademik (Siakad) Berbasis Komputer di UNY
Oleh: Lantip Diar Prasajo 88-108

Pemanfaatan Oplosan Limbah (Serbuk Gergaji, Lilin Batik, dan Plastik) untuk Bahan Baku Kerajinan
Oleh: Eain Suhadin Purrama Giri dkk 109-126

Biodata Penulis 127-129

PENDAHULUAN

Pada proses pemesisinan, hampir seluruh energi pemotongan diubah menjadi panas melalui proses gesekan antara geram dengan pahat dan antara pahat dengan benda kerja, serta proses molekuler atau ikatan atom pada bidang geser (*shear plane*). Panas ini sebagian besar terbawa oleh geram, sebagian merambat melalui pahat dan sisanya mengalir melalui benda kerja menuju ke sekeliling. Panas yang timbul tersebut cukup besar karena luas bidang kontak relatif kecil maka temperatur pahat, terutama bidang geram dan bidang utamanya akan sangat tinggi. Karena tekanan yang besar akibat gaya pemotongan serta temperatur yang tinggi maka permukaan aktif dari pahat akan mengalami keausan. Keausan tersebut makin lama makin membesar yang selain memperlemah pahat juga akan memperbesar gaya pemotongan sehingga dapat menimbulkan kerusakan fatal.

Banyak kendala yang sering dihadapi pada proses pembubutan dengan menggunakan pahat mata potong standar, yaitu pada pelepasan geram yang terlalu tebal akan membutuhkan gaya yang besar dan temperatur yang terjadi sangat tinggi. Untuk dapat berperan dalam mengatasi kendala-kendala dalam proses pemesisinan tersebut maka pada studi ini akan dipelajari rasio pemampatan tebal geram dan keausan pahat dengan menggunakan pahat bubut bahan HSS dan mata potong yang dimodifikasi.

Peningkatan Rasio Pemampatan Tebal Geram dan Pengurangan Keausan Pahat dengan Memodifikasi Pahat Bermata Potong Dua pada Mesin Bubut (Ditak Nurhadidyanto dkk.)

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

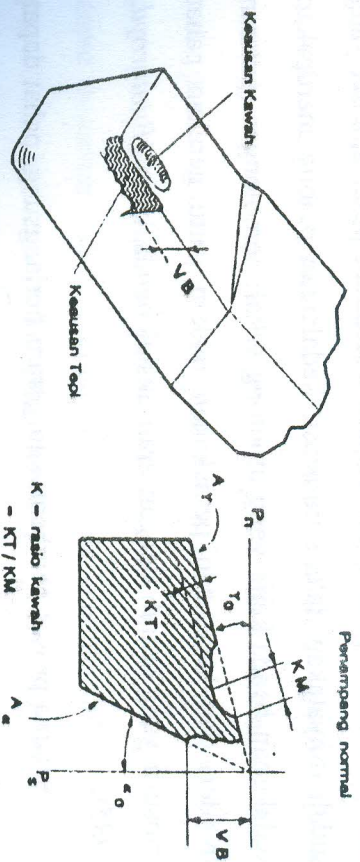
1. untuk mengetahui perbedaan pemampatan tebal geram menggunakan pahat mata potong ganda dibandingkan dengan pahat mata potong standar, dan
2. untuk mengetahui perbedaan keausan pahat menggunakan pahat mata potong ganda dibandingkan dengan pahat mata potong standar.

Proses pemotongan logam secara umum merupakan suatu interaksi antara mesin perkakas, benda kerja dan pahat potong. Interaksi di sini dipengaruhi oleh parameter-parameter yang disebut sebagai parameter pemotongan, misalnya kecepatan potong, kedalaman potong, kecepatan pemakanan makan, waktu pemotongan, kecepatan penghasilan geram, material pahat dan benda kerja, geometri pahat, macam proses pemotongan dan lain-lain. Kecepatan potong merupakan kecepatan putar spindle yang sudah dinyatakan dalam translasi, kedalaman potong merupakan kedalaman benda kerja yang dipotong sekali pemotongan (putaran spindle) dan kecepatan pemakanan makan yaitu gerakan pahat translasi yang searah dengan arah aksial benda kerja (*Boothroyd, 1985*).

Selama proses pembentukan geram berlangsung, pahat dapat mengalami kegagalan dari fungsinya yang normal karena berbagai sebab antara lain tiga hal berikut ini.

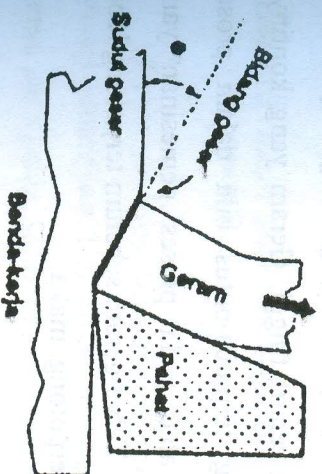
- 1) Keausan yang secara bertahap membesar (tumbuh) pada bidang aktif pahat
- 2) Retak yang menjalar sehingga menimbulkan patahan pada mata potong pahat
- 3) Deformasi plastik yang akan mengubah bentuk/geometri pahat.

Jenis kerusakan yang terakhir di atas jelas disebabkan tekanan temperatur yang tinggi pada bidang aktif pahat dimana kekerasan dan kekuatan material pahat akan turun bersama dengan naiknya temperatur. Keausan dapat terjadi pada bidang geram (A_y) dan/atau pada bidang utama (A_g) pahat. Karena bentuk dan letaknya yang spesifik, keausan pada bidang geram disebut dengan keausan kawah (*crater wear*) dan keausan pada bidang utama dinamakan keausan tepi (*flank wear*). Kedua jenis keausan ini bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Keausan Kawah dan Keausan Tepi

Logam yang pada umumnya ulet apabila mendapat tekanan akan timbul tegangan di daerah sekitar konsentrasi gaya penekanan mata potong pahat. Tegangan pada logam tersebut mempunyai orientasi yang kompleks dan pada salah satu arah akan terjadi tegangan geser yang maksimum. Apabila tegangan geser ini melebihi kekuatan logam yang bersangkutan maka akan terjadi deformasi plastik yang menggeser dan memutuskan benda kerja di ujung pahat pada satu bidang geser (*shear plane*). Bidang geser mempunyai lokasi tertentu yang membuat sudut terhadap vektor kecepatan potong dan dinamakan sudut geser (*shear angle*, Φ). Penjelasan lebih lengkap bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Terjadinya Geram

Dalam kenyataan, bentuk geram sangat beraneka macam tergantung pada material benda kerja, jenis proses pemesian, dan kondisi pemotongan yang digunakan. Secara garis besar dapat

digolongkan dua bentuk geram, yaitu geram kontinyu dan geram tak kontinyu. Geram kontinyu pada umumnya pada benda kerja yang mempunyai sifat ulet dan geram yang dihasilkan berbentuk kontinyu. Geram kontinyu mempersulit pembuangannya dan kadangkala dapat membahayakan operator. Geram tak kontinyu umumnya terbentuk dalam proses pemesian dengan benda kerja yang rapuh. Geram tersebut mendekati bentuk serpihan atau bahkan dapat berupa serbuk, dengan demikian mempermudah pembuangannya dari lokasi pemotongan atau mesin perkakas yang digunakan.

Karena telah mengalami regangan yang tinggi, geram akan lebih keras daripada benda kerjanya, dan juga sangat tajam serta mempunyai temperatur yang relatif tinggi. Geram yang kontinyu dapat menjadi bentuk yang terputus-putus bila dalam proses pemesian terjadi getaran atau pada proses pemesian yang terputus (seperti proses freis). Tebal geram sebelum terpotong lebih tipis daripada geram setelah terpotong, maka:

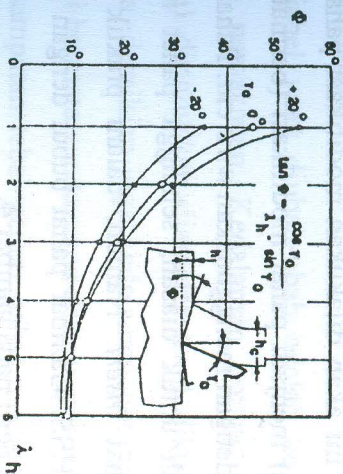
$$h_c > h$$

dengan

$$h = \text{tebal geram sebelum terpotong dan}$$
$$h_c = \text{tebal geram setelah terpotong}$$

Jadi, seolah-olah geram dimampatkan, sehingga hasil bagi antara tebal geram dengan tebal geram sebelum terpotong (rasio pemampatan tebal geram seperti pada Gambar 3) sebagai,

Rasio pemampatan tebal geram: $\lambda_h = \frac{h_c}{h} > 1$



Gambar 3. Sudut geser Φ sebagai fungsi dari rasio pemampatan tebal geram λ_h

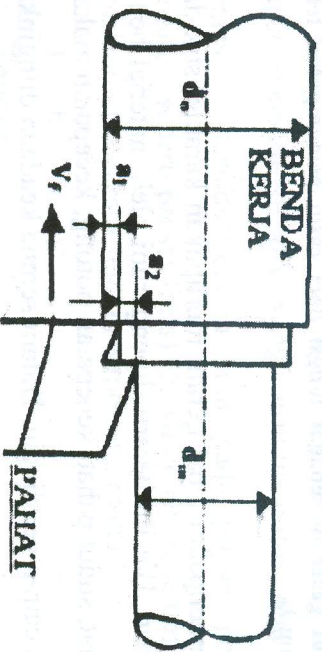
Rasio pemampatan tebal geram merupakan karakteristik dari proses pemesian. Hal ini berarti dipengaruhi oleh material benda kerja, jenis pahat, sudut pahat, kecepatan potong, kecepatan makan, dan pemaknaan cairan pendingin. Dalam semua keadaan diinginkan λ_h yang sekecil mungkin (mendekati satu) karena hal ini akan memberikan keuntungan yang bertahap sebagai berikut, (Rochim, 1003).

- a. λ_h kecil akan menaikkan sudut Φ ,

- b. Sudut Φ besar akan menurunkan gaya total (F)
- c. Gaya total kecil akan menurunkan temperatur pemotongan dan daya pemotongan.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi pahat standar (bermata potong satu) menjadi pahat modifikasi (bermata potong dua). Pahat dipotong dengan menggunakan *wire cut*. Pahat bermata potong dua ini susah untuk diasah, sehingga pahat ini cocok digunakan untuk pahat *insert*. Namun, dalam praktik ini saya menggunakan pahat HSS. Gambar pahat bubut dengan dua mata potong dapat dilihat seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Pahat Bubut Mata Potong Ganda

Keterangan gambar:

- d_0 = diameter mula (mm)
- d_m = diameter akhir (mm)
- a_1 = kedalaman potong ujung pahat pertama (mm)
- a_2 = kedalaman potong ujung pahat kedua (mm)
- V_r = kecepatan pemakanan (mm/min)

Variabel yang ada dalam penelitian ini ada dua macam, yaitu variabel bebas dan variabel respon (tak bebas). Pada penelitian ini sebagai variabel bebasnya adalah kecepatan pemakanan (*feeding*); f (mm/put) dan kedalaman potong (*depth of cut*); a (mm), sedang variabel respon yang diamati adalah rasio pemampatan tebal geram dan keausan pahat.

Variabel yang diubah-ubah adalah kedalaman potong dan kecepatan pemakanan. Kedalaman potong untuk pahat potong standar (a) dirumuskan diameter awal dikurangi diameter akhir dibagi dua, demikian juga kedalaman potong untuk mata potong modifikasi bermata ganda sama dengan pahat standar. Keausan dan rasio pemampatan tebal geram pahat modifikasi diambil keausan dan rasio pemampatan yang terbesar dari masing-masing mata potong untuk dibandingkan dengan pahat standar.

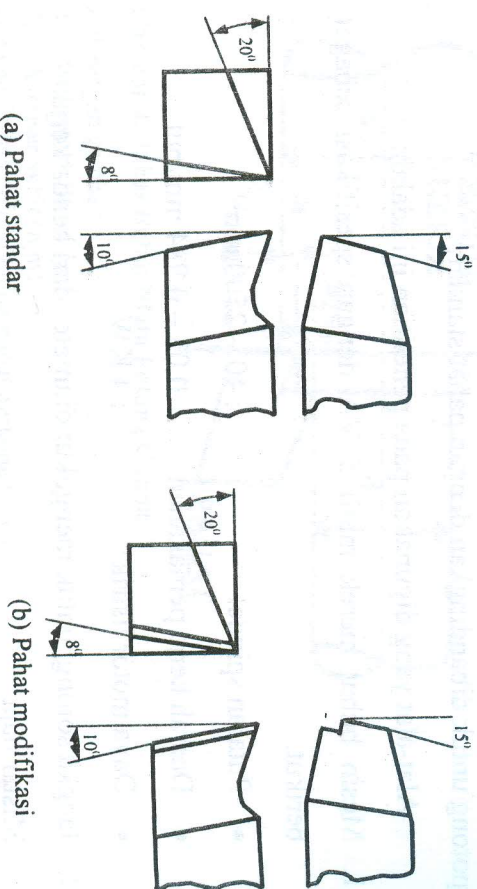
Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Mesin bubut merek maro 5 VA dengan spesifikasi sebagai berikut.
 - Putaran spindel : 40 – 2500 rpm
 - Daerah kerja pemakanan : 0,03 – 0,984 mm/put
 - Daya motor listrik : 4 KW
2. Jangka sorong: untuk mengukur diameter dari benda kerja.
3. Mistar baja
4. Dial indikator

5. Mesin gergaji: untuk memotong benda kerja.

Mesin bubut yang digunakan dalam percobaan ini dianggap bekerja secara normal, sehingga data yang diperoleh benar-benar akurat. Untuk mendekati kondisi normal, maka sebelum digunakan mesin ini disetting dulu. Penyetingan yang dilakukan antara lain putaran spindel, kelurusan saat pemotongan, kecepatan pemakanan, dan kedalaman potong.

Bahan benda kerja yang dibubut adalah VCN 150 \varnothing 1,75 inci dengan panjang penyayatan 200 mm. Karena diameter awal benda kerja tetap maka putaran spindel dibuat konstan sebesar 265 RPM. Untuk kedua jenis pahat menggunakan pendingin dan semua sudut-sudut pahat yang sama. Sudut-sudut pahat bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sudut-sudut Pahat yang Digunakan

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- Meneliti awal untuk menentukan variabel bebas.
- Memperiapkan alat dan bahan yang digunakan.
- Melakukan pembubutan menggunakan pahat standar dan pahat modifikasi sekaligus melakukan pencatatan keausan dan pemampatan tebal geram untuk masing-masing kecepatan pemakanan, yaitu 0,0430; 0,0660; 0,0875; dan 0,1750 mm/rev sedangkan kedalaman potong 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2 mm. Masing-masing pengamatan dilakukan sebanyak 5 kali pada tiap gerak makan yang kemudian diambil rata-ratanya.
- Cara mengukur rasio pemampatan geram, yaitu dengan membandingkan tebal geram setelah disayat dengan kedalaman potong. Sedangkan cara mengukur keausan, yaitu menyayat benda kerja sepanjang 200 mm diperoleh pengurangan kedalaman. Pengurangan kedalaman pemakanan itu kami nyatakan sebagai keausan pahat. Setiap kali penyayatan pahat harus diusahakan terlebih dahulu.
- Membandingkan keausan dan pemampatan tebal geram yang diperoleh pada pembubutan menggunakan pahat standar dan modifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan, yaitu pengukuran keausan dan rasio pemampatan tebal geram untuk pahat standar dan modifikasi diperoleh data-data seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2. Data-data tersebut sudah diambil rata-rata yang masing-masing data diambil 5 kali.

Tabel 1. Data-data tentang Keausan Pahat

f (mm/rev)	0.0430		0.0660		0.0875		0.1750	
	Ps (mm)	Pm (mm)	Ps (mm)	Pm (mm)	Ps (mm)	Pm (mm)	Ps (mm)	Pm (mm)
0.5	0.020	0.020	0.035	0.030	0.050	0.045	0.110	0.095
1	0.020	0.035	0.060	0.050	0.060	0.050	0.140	0.120
1.5	0.060	0.035	0.080	0.070	0.095	0.075	0.180	0.160
2	0.070	0.055	0.090	0.075	0.100	0.085	-	-

Tabel 2. Data-data tentang Rasio Pemampatan Tebal Geram

f (mm/rev)	0.0430		0.0660		0.0875		0.1750	
a (mm)	Ps	Pm	Ps	Pm	Ps	Pm	Ps	Pm
0.5	1.10	1.20	1.18	1.18	1.24	1.3	1.18	1.20
1	1.12	1.08	1.20	1.12	1.26	1.16	1.28	1.26
1.5	1.30	1.08	1.23	1.15	1.28	1.17	1.32	1.28
2	1.60	1.00	1.27	1.21	1.29	1.19	-	-

Dari data-data yang diperoleh bisa dibuat grafik hubungan seperti pada Gambar 6 sampai Gambar 13. Gambar 6 sampai

Peningkatan Rasio Pemampatan Tebal Geram dan Pengurangan Keausan Pahat dengan Memodifikasi Pahat Bermata Potong Dua pada Mesin Bubut (Didik Nurhadiyanto dkk.)

dengan Gambar 9 menunjukkan rasio pemampatan tebal geram, sedang Gambar 10 sampai Gambar 13 menunjukkan keausan pahat. Gambar 6 dan Gambar 7 masing-masing menunjukkan grafik hubungan kecepatan pemakanan dengan rasio pemampatan tebal geram untuk pahat standar dan pahat modifikasi. Dari grafik terlihat bahwa rasio pemampatan tebal geram lebih rendah pahat modifikasi dibandingkan dengan pahat standar. Perhitungan matematis yang diperoleh dari Tabel 1 menunjukkan peningkatan rasio pemampatan tebal geram sebesar 6.74%. Gambar 8 menunjukkan grafik hubungan kecepatan pemakanan dengan rasio pemampatan tebal geram pada kedalaman pemakanan 1.5 mm untuk pahat standar dan modifikasi. Gambar 9 menunjukkan grafik hubungan kedalaman potong dengan rasio pemampatan tebal geram untuk pahat standar dan pahat modifikasi pada kecepatan pemakanan 0.0875 mm/rev.

