

Analisa Putaran *Spindle* dan Kedalaman Potong Terhadap Keausan Pahat *Positive* dan *Negative Rhombic Insert*

Febi Rahmadianto ¹⁾, Diah Wilis Lestaring Basuki ²⁾

Institut Teknologi nasional Malang

Fakultas Teknologi Industri

Jalan Karanglo Km.2, Malang

E-mail : rahmadianto15@gmail.com ¹⁾, wilis.basuki@lecturer.itn.ac.id ²⁾

Abstrak

Proses permesinan yang dilakukan untuk membentuk material adalah proses pembubutan. Ada berbagai maalah yang ditimbulkan pada proses ini, salah satunya adalah keausan pahat yang digunakan untuk proses pembubutan. Hal ini dapat mempengaruhi baiay produksi dari suatu material atau objek.

Penelitian ini dilakukan dengan experimental research, parameter yang digunakan adalah depth of cut yaitu 1,0 mm, 1,5 mm, 2,0 mm dan putaran spindle yaitu 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm , 2500 rpm. Variabel terkontrol adalah kecepatan pemakanan konstan 150 mm/menit dan material yang digunakan baja ringan. Untuk variable terikat digunakan keausan pahat dan kekasaran permukaan.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa putaran spindle, dan depth of cut, berpengaruh terhadap keausan pahat hasil pembubutan baja ringan. Pada depth of cut yang rendah, yaitu 1,0 mm dan putaran spidle 1500 rpm akan dihasilkan nilai keausan yang rendah. Sedangkan untuk depth of cut paling besar yaitu 2,0 mm dan dengan putaran spindle 2000 rpm dihasilkan nilai keausan yang besar. nilai keausan tersebut meningkat seiring dengan peningkatan putaran spindle.

Kata kunci: *pahat, insert, keausan pahat, pembubutan*

1. PENDAHULUAN

Proses machining CNC adalah proses permesinan yang sangat cepat dan akurat dalam membuat suatu objek material. Mesin CNC ini mempunyai ketelitian 0.001 mm, dan dapat menghasilkan bentuk atau geometri yang sama bila digunakan untuk produksi masal.

Keausan pahat itu merupakan problem tersendiri untuk proses permesinan. Karena perubahan yang terjadi pada pahat akibat gesekan antara pahat dan benda kerja, serta *chip* (geram). Seiring proses berjalannya mesin CNC ini, aus dapat tumbuh karena gaya potong yang menyebabkan aus pada pahat dan berakhir pada kerusakan yang fatal. Problem keausan pahat ini terjadi karena adanya proses energi panas yang terjadi.

Umur pahat dipengaruhi oleh Geometri pahat, Jenis material benda kerja dan pahat, Kondisi pemotongan (kecepatan potong, kedalaman potong dan gerak makan), Cairan pendingin dan Jenis proses pemesinan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi keausan pahat antara lain

Pemakanan pahat pada Benda Kerja yang bahannya lebih keras dibanding pahat potong.

Pemakaian pahat harus disesuaikan dengan benda kerja yang akan dibubut. Pahat haruslah terbuat dari bahan yang keras dan kuat dari pada bahan benda kerja. Jika benda kerja terlalu keras, pahat akan mudah aus dan retak karena harus memotong bahan yang keras. Kecepatan Putar benda kerja yang terlalu tinggi. Pengerjaan pada bubut, yaitu pahat melakukan pemakanan /pemotongan pada benda kerja yang berputar /berotasi pada sumbunya. Jika putaran benda kerja terlalu tinggi, maka pahat harus memakan /memotong benda kerja yang berputar sangat cepat.

Hal ini dapat menyebabkan pahat cepat aus kerana gaya yang harus dilawan terlalu besar. Penggunaan Fluida Pendingin yang tidak efisien. Fluida termasuk salah satu bagian utama mesin bubut. Fluida berguna bagi benda kerja dan pahat pada saat proses pengerjaan berlangsung. Pada

pemotongan/pemakanan, fluida harus disemprotkan langsung pada bagian yang terpotong. Jika bagian yang terpotong tidak didinginkan oleh fluida, dalam hal ini tidak mengenai bagian yang terpotong, selain tidak efisien juga dapat menimbulkan panas akibat gesekan. Pengaruhnya terhadap pahat bisa mempercepat terjadinya keausan. Adanya kerak-kerak pada permukaan benda kerja. Tidak menutup kemungkinan pada benda kerja yang dikerjakan terdapat kerak-kerak pada permukaannya, yaitu bagian kasar yang melekat pada permukaan logam yang berbeda dari bahan murni logam tersebut. Bila pemakanan pahat mengenai kerak ini, bisa menimbulkan keausan mata pahat. Hasil dari proses pembubutan juga mempengaruhi seberapa besar kekasaran permukaan yang dihasilkan dari pengaruh putaran spindle dan seberapa besar kekuatan pahat memotong material. Sehingga perlu diketahui spesifikasi masing-masing dari pahat yang digunakan.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Putaran *spindle* dan *depth of cut* terhadap keausan pahat *positive* dan *negative rhombic insert* serta kekasaran permukaan.

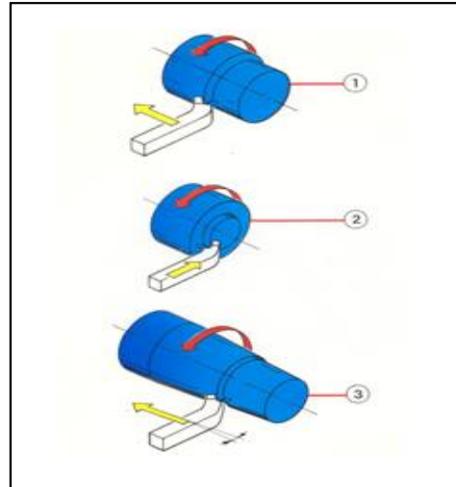
2. TINJAUAN PUSTAKA

Proses Bubut

Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan Mesin Bubut. Bentuk dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata :

- a) Dengan benda kerja yang berputar
- b) Dengan satu pahat bermata potong tunggal (*with a single-point cutting tool*)
- c) Dengan gerakan pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja pada jarak tertentu sehingga akan membuang permukaan luar benda kerja (lihat Gambar 1 no. 1).

Proses bubut permukaan/*surface turning* (Gambar 2.1 no.2) adalah proses bubut yang identik dengan proses bubut rata ,tetapi arah gerakan pemakanan tegak lurus terhadap sumbu benda kerja. Proses bubut tirus/*taper turning* (Gambar 2.1 no. 3) sebenarnya identik dengan proses bubut rata di atas, hanya jalannya pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja. Demikian juga proses bubut kontur, dilakukan dengan cara memvariasi kedalaman potong sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan.

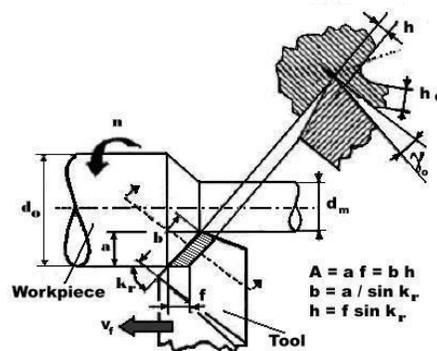


Gambar 1. Proses bubut rata (1) , bubut permukaan (2), dan bubut tirus (3) (Sumber : Dwi Rahdiyanta, 2010. Proses Bubut (Turning). Hal.2)

Kondisi Proses Pembubutan.

Sesuai dengan gambar 2, kondisi pemotongan pada proses pembubutan ditentukan sebagai berikut (Taufiq Rochim,1981:14) :

1. Benda kerja
 - d_o = diameter mula (mm)
 - d_m = diameter akhir (mm)
 - l_t = panjang permesinan (mm)
2. Pahat
 - k_r = sudut potong utama ($^{\circ}$)
 - γ_o = sudut geram ($^{\circ}$)
3. Mesin bubut
 - a = kedalaman potong (mm)
 - $$= \frac{(d_o - d_m)}{2} \quad (\text{mm})$$
 - F = gerak makan (mm/rev)
 - n = putaran spindle (rev/min)



Gambar 2 Proses pembubutan (Sumber : Taufiq Rochim, 1993: 15)

Gambar 2 memperlihatkan sudut potong utama (k_r) yang merupakan sudut antara mata potong mayor dengan kecepatan makan (v_f). Besar dari sudut tersebut ditentukan oleh geometri pahat yang digunakan dan cara pemasangannya. Untuk harga a dan f yang tetap, maka harga dari sudut ini menentukan besar dari lebar pemotongan serta tebal geram sebelum terpotong dengan rumus sebagai berikut (Taufiq Rochim, 1993:15) :

- lebar pemotongan

$$b = \frac{a}{\sin k_r} \text{ (mm)} \quad (1)$$

- tebal geram sebelum terpotong

$$h = f \sin k_r \text{ (mm)} \quad (2)$$

Dan untuk elemen dasar dari proses pembubutan dapat dihitung dari rumus-rumus berikut (Taufiq Rochim, 1993:14) :

1. Kecepatan potong:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min)} \quad (3)$$

dimana d = diameter rata-rata, yaitu:

$$d = \frac{(d_o + d_m)}{2} \text{ (mm)}$$

2. Kecepatan makan:

$$V_f = f \cdot n \text{ (mm)} \quad (4)$$

3. Waktu pemotongan:

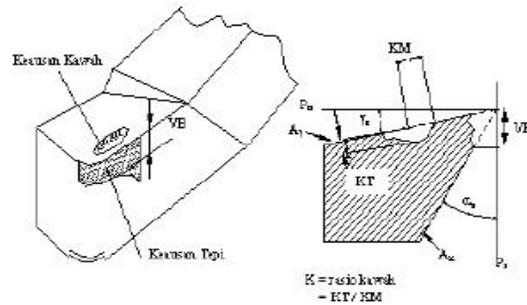
$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \text{ (min)} \quad (5)$$

4. Kecepatan penghasilan geram:

$$Z = f \cdot a \cdot V \text{ (cm}^3\text{/min)} \quad (6)$$

Keausan Pahat

Dalam prakteknya, keausan pahat tidak hanya dipengaruhi oleh geometri pahat saja, melainkan juga oleh semua faktor yang berkaitan dengan proses permesinan yaitu antara lain jenis material pahat dan benda kerja (*specimen*), kondisi pemotongan yaitu kecepatan potong, *deth of cut* dan *feed motion* serta cairan pendingin yang digunakan akan mempengaruhi juga dan proses permesinanya.



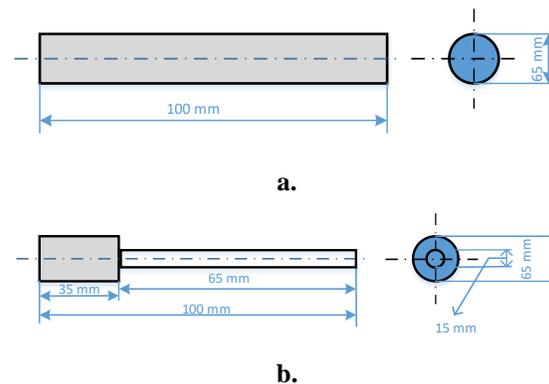
Gambar 3 keausan tepi (*Flank Wear*) dan keausan kawah (*Crater Wear*)
(sumber: Carsten Schmidt, Eugene Y.-C. Yen, 2003: 22)

Selama proses pembentukan geram berlangsung, pahat dapat mengalami kegagalan dari fungsinya yang normal karena berbagai sebab, antara lain:

1. Keausan yang secara bertahap membesar pada bidang aktif pahat.
2. Retak yang menjalar menimbulkan patahan pada mata potong pahat.
3. Deformasi plastis yang akan mengubah bentuk/geometri pahat.

Bahan yang digunakan

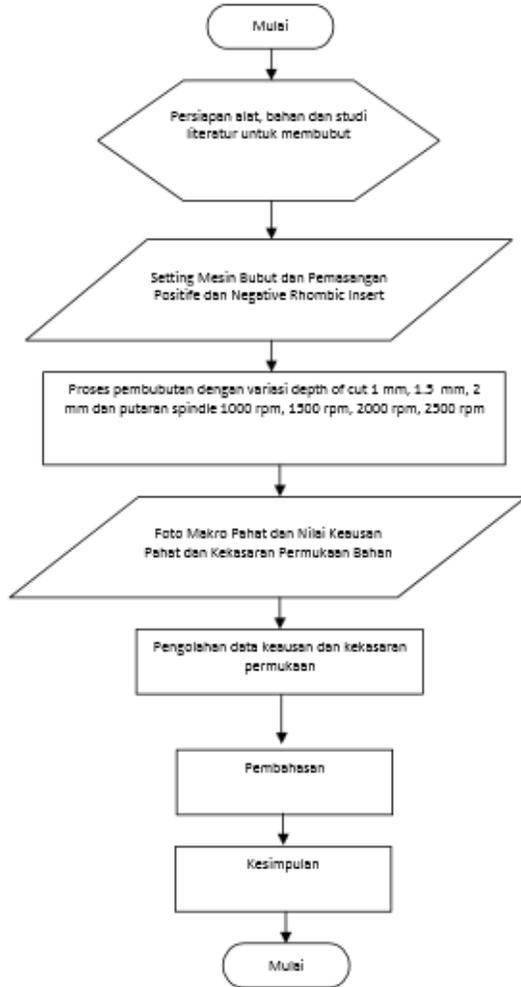
- a) Jenis : Baja
- b) Diameter : 65 mm
- c) Panjang : 100 mm



Gambar 4. Bentuk specimen (a) sebelum pembubutan, (b). setelah pembubutan

3. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode penelitian langsung (*experimental research*) dengan melibatkan satu variable bebas yaitu *depth of cut* dengan variasi yang digunakan adalah 1,0 mm, 1,5 mm dan 2 mm dan putaran *spindle* adalah 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm dan 2500 rpm. Sedangkan variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini yaitu keausan pahat tepi (nilai VB), dengan variabel terkontrol adalah kecepatan pemakanan konstan 100 mm/menit, material menggunakan baja ringan dan pahat menggunakan *positive rhombic insert* dan *negative rhombic insert* (DCMT 11T708 MT).



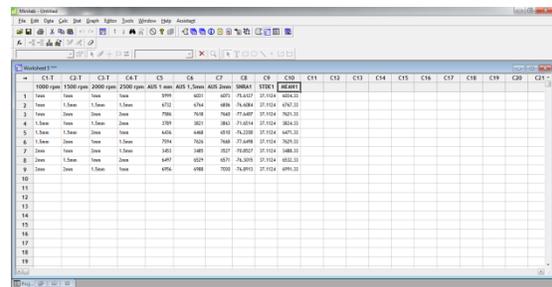
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Rata-rata Hasil Pengujian

URAIAN	DEPTH OF CUT (mm) (Keausan)			DEPTH OF CUT (mm) (Kekasaran)			
	1	1.5	2	1	1.5	2	
PUTARAN SPINDLE (rpm)	1000	0,0528	0,1172	0,1480	5,999	6,031	6,073
		0,0345	0,1328	0,2072	6,732	6,764	6,806
		0,0687	0,1120	0,1881	7,586	7,618	7,660
	1500	0,1469	0,1943	0,2537	3,789	3,821	3,863
		0,1078	0,1407	0,1951	6,436	6,468	6,510
		0,1240	0,1162	0,2034	7,594	7,626	7,668
	2000	0,0838	0,2112	0,3310	3,453	3,485	3,527
		0,1616	0,2473	0,2833	6,497	6,529	6,571
		0,1799	0,3028	0,2527	6,956	6,988	7,030
	2500	0,1637	0,1657	0,3069	3,453	3,485	3,527
		0,2161	0,3414	0,3823	6,456	6,488	6,530
		0,1455	0,3213	0,3112	6,987	7,019	7,061

Hasil Pengujian Taguchi Method



Results for: Worksheet 5 Taguchi Design

Taguchi Orthogonal Array Design

L9(3**4)

Factors: 4
Runs: 9

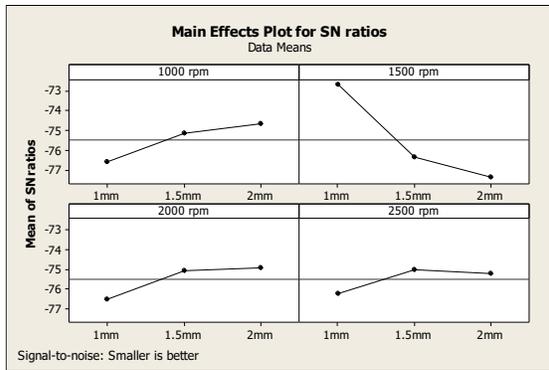
Columns of L9(3**4) Array

1 2 3 4

Taguchi Analysis: AUS 1 mm, AUS 1,5mm, ... versus 1000 rpm, 1500 rpm, ...

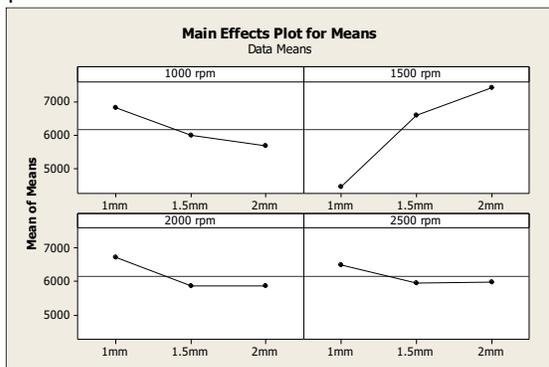
Response Table for Signal to Noise Ratios
Smaller is better

Level	1000 rpm	1500 rpm	2000 rpm	2500 rpm
1	-76.62	-72.71	-76.52	-76.24
2	-75.17	-76.38	-75.05	-75.04
3	-74.68	-77.39	-74.90	-75.20
Delta	1.94	4.69	1.62	1.20
Rank	2	1	3	4



Response Table for Means

Level	1000 rpm	1500 rpm	2000 rpm
2500 rpm			
1	6808	4449	6732
2	5975	6590	5861
3	5671	7414	5860
4	1137	2965	872
Rank	2	1	3



5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan *table respon for means* menunjukkan bahwa ketiga faktor yaitu *Depth of Cut*, *Feeding*, dan *Speed* konstan dapat di urutkan berdasarkan nilai rangking. Hasil pengujian keausan dan kekasaran permukaan, dimana variasi beban yang diberikan pada rangking 1, *Feeding* 1500 rpm, dengan *Depth of Cut* 1 mm. Berdasarkan desain Eksperimen Taguchi hasil grafik *main effect plot for means* dengan pendekatan *smallest is the better*, maka kondisi optimal dalam komposisi terpilih material baja ringan yaitu kecepatan pemakanan 1500 rpm, kecepatan spindle 150 mm/rev dan kedalaman pemakanan 1 mm akan memberikan hasil terbaik dalam hasil keausan dan kekasaran.

Saran

Adapun saran agar penelitian ini terus berkembang dan bahkan meningkat adalah.

1. Diadakan penelitian lebih lanjut tentang variasi yang lain dan yang lebih spesifik agar kecenderungannya terlihat lebih jelas.
2. Diadakan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh pemanasan akibat pemotongan terhadap kekerasan permukaan setelah pemotongan.
3. Diadakan penelitian tentang penggunaan variasi pendingin yang digunakan saat memotong.

DAFTAR PUSTAKA

Armanto, H. & Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara.

American Standard Testing of Material (ASTM). Buku panduan praktikum mesin CNC/NC, (2012). Universitas Brawijaya, Malang.

Black, Paul H.1961. *Theory Of Metal Cutting*. New York: McGraw Hill Book Co.

Boothroyd, Geoffrey.1983. *Fundamental Of Metal Machining And Machine Tool*.Tokyo: McGraw Hill Book Co.

Bangalore, HMT. 1978. *Production Technology*.New Delhi: McGraw Hill Book Co.

Cooperrider, Bryan.1997.*General Lathe Information*.<http://www.prl.stanford.edu/documents/obsolete/lathe.pdf>

Catalog insert tool taegu-tec (2011). *Metalworking cutting tool*. Korea Selatan.

Degarmo, Ernest P, JT Black, dan RA Kohser.1988. *Material And Process In Manufacturing 7th edition*.New York: Macmillan Publishing Company

Geoffrey, Boothroyd. 1975. *fundamental of metal cutting*. Mcgraw-hillco,New York.

INTRODUCTION TO METAL CUTTING, (2009). By engginerring tutorials. Blog. Machining & Metrology Unit - Handout (0102)

Rochim, Taufiq. 1993. Teori dan Teknologi Proses Permesinan. *Onnline Public Acef Catalog*.

Sir Harold W Kroto (dari University of Sussex, Brighton, Inggris) *Engineering and mathematics*. France Eppes Profesor Departement.