

Pengaruh Parameter Pemotongan dan Material Pahat Terhadap Burr Pada Proses Gurdi Baja Tahan Karat (*Stainless Steel*)

Husni, Sulaiman Thalib dan Adrian Zubairi

Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syeh Abdurrauf No.7 Darussalam – Banda Aceh 23111, INDONESIA

E-mail: husniusmn@unsyiah.ac.id

Abstract

This study focuses on studying the effect of cutting parameters and tool materials on the shape and type of burr in the stainless-steel cutting process. In this research, the cutting parameter variations used are spindle rotation speed with speed ranges of 1910, 3184, and 4458 RPM and feed ranges of 0.1, 0.15, and 0.2 mm/rev. During the cutting process, the twist drill made of three types of materials was used, namely High-Speed Steel (HSS), HSS Coating titanium (TiN), and carbide with a diameter of 5 mm. For the testing process, the machine used is a CNC Vertical Milling machine, during the cutting test, a cooling fluid was used to reduce cutting temperature. Each test was repeated twice, and before the testing began, the cutting tool was visually inspected to evaluate the wear from previous cutting. Based on the test results, it was found that cutting parameters greatly influence the shape and type of burr. The spindle speed has a more significant impact on the resulting burr. The highest burr (2.92 mm) occurred at a spindle speed of 3184 RPM and a feed of 0.2 mm/rev using a TiN HSS Coating Titanium Nitride tool, while the lowest burr value (0.52 mm) was found at a spindle speed of 1910 RPM, a feed of 0.1 mm/rev using a carbide tool. Therefore, the ideal cutting parameter combination for cutting stainless steel (using a cutting tool with a carbide material) is at a spindle speed of 1910 RPM and a feed of 0.1 mm/rev.

Keywords: Stainless-Steel, Burr, Feed Rate, Spindle Speed, Drilling.

1. Pendahuluan

Proses pemessinan adalah proses pemotongan dengan membuang sebagian bahan benda kerja yang diperlukan untuk membentuk suatu produk [1]. Proses penggurdian (drilling) merupakan bagian dari proses pemessinan dan paling sering ditemukan di dunia industri dan workshop-workshop [2].

Pada umumnya proses gurdi digunakan untuk pembuatan suatu lubang, untuk pembuatan lubang pada plat tipis proses gurdi sering menimbulkan kendala yaitu pada saat pahat keluar dari benda kerja ada bagian benda yang tidak terputus yang disebut dengan burr. timbulnya *Burr* pada proses gurdi tergantung kepada parameter pemotongan, geometri pahat dan jenis benda kerja yang dikerjakan. Pada proses penggurdian plat tipis dari bahan baja tahan karat, aluminium, dan baja karbon rendah, hasil gurdi baja tahan karat menunjukkan *burr* paling tinggi dari pada ketiga bahan tersebut. Adapun yang dapat menyebabkan terjadinya *burr* pada material tahan karat (*stainless steel*) yaitu karena kecepatan pemotongan terlalu tinggi dan panas material lebih cepat sehingga *burr* mudah dihasilkan [3].

Pada pengerjaan mengurdi formasi *burr* merupakan fenomena yang tidak menguntungkan, sering terjadi pada setiap proses pemessinan dimana *chip* atau geram yang biasanya lepas dari permukaan, tetapi pada kejadian ini *chip* atau geram tidak lepas

atau menempel baik di saluran masuk atau saluran keluar, inilah salah satu hal yang paling menghambat mencapai produktivitas tinggi. Oleh karena itu *burr* harus dihilangkan untuk meningkatkan daya saing dari komponen, karena ukuran yang tepat, bebas *burr* dan toleransi ketat dan juga permukaan akhir yang lebih baik akan mempengaruhi kualitas komponen hasil permesinan [4].

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh bahan pahat terhadap terbentuknya *burr* pada saat melakukan penggurdian material baja tahan karat dan juga mengetahui pengaruh parameter pemotongan terhadap pembentukan *burr* pada saat melakukan penggurdian material baja tahan karat.

Pada penelitian ini juga memberikan informasi bahan pahat, parameter pemotongan dan kondisi pemotongan yang ideal untuk meningkatkan kualitas hasil gurdi sehingga dapat meminimalisir terjadinya *burr* pada saat melakukan penggurdian material baja tahan karat.

2. Metode dan Peralatan

Mesin dan alat yang digunakan pada penelitian ini adalah CNC VMP – 45A, mikroskop digital USB 1000x, dan *height gage*.

2.1 Parameter Pemesinan

Parameter pemesinan yang ditentukan dalam penelitian ini merupakan variabel penting untuk menentukan hasil proses pemesinan itu sendiri. Peneliti menentukan variabel pemesinan yang terdiri dari sembilan variabel yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter pemesinan

No.	Kecepatan putaran spindel (n) (rpm)	Feeding (f) (mm/put)	Laju pemakanan (Vf) (mm/min)
1.	1910	0,1	191
2.		0,15	286
3.		0,2	382
4.	3184	0,1	318
5.		0,15	478
6.		0,2	637
7.	4458	0,1	446
8.		0,15	669
9.		0,2	892

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Mesin CNC

Dalam penelitian ini, percobaan dilakukan dengan menggunakan mesin *Computer Numerical Control (CNC) Vertical Machining Center* yang berada di *workshop* SMKN 2 Banda Aceh. Dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin CNC VMP – 45A

2.2.1 Mesin CNC

Dalam penelitian ini, menggunakan tiga jenis mata pahat gundi yaitu jenis mata pahat gundi *twist drill High speed Steel (HSS)* sebagai perbandingan yang dapat di lihat pada Gambar 2 (2a). Dan HSS *Coating Titanium (TiN) Drill* dapat di lihat pada Gambar 2 (2b). dan mata pahat gundi Karbida dapat di lihat

pada Gambar 2 (2c). dengan sudut 135° dan berdiameter 5 mm.



a. Mata Pahat *High speed Steel (HSS)*



b. Mata Pahat HSS *Coating Titanium*

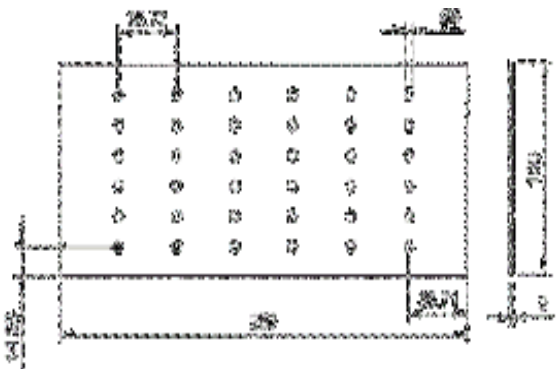


(c) Mata Pahat karbida

Gambar 2. Penggunaan tiga jenis mata pahat gundi

2.2.3 Material

Material yang menjadi objek pengamatan dalam penelitian. adalah material baja tahan karat, dengan ukuran panjang 250 mm, lebar 100 mm dan ketebalan 2 mm. Lokasi lubang yang akan di gundi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Ukuran Bahan Uji

2.2.4 Bentuk dan Jenis Burr

Bentuk dan jenis *burr* dari hasil proses pemesinan akan dilihat dengan menggunakan mikroskop digital USB 1000x seperti pada Gambar 7. Pembesaran objek yang dimiliki oleh mikroskop ini

mencapai 1000x (Gambar 4). Pengamatan ini bertujuan untuk melihat *burr* pada lubang yang terbentuk dari hasil pengujian.



Gambar 4. Mikroskop digital USB 1000x

2.2.5 Height gage

Alat yang digunakan untuk membantu peneliti dalam mengamati objek ketinggian *burr* adalah *height gage* yang merupakan salah satu alat ukur ketinggian *burr* dengan satuan mikro. *Height gage* terbagi menjadi dua jenis, yaitu digital dan non digital. Berikut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Height gage

2.2.6 Cairan Pendingin (Coolant)

Cairan pendingin mempunyai kegunaan khusus dalam proses gudi, selain memperpanjang umur pahat, cairan pendingin dalam beberapa kasus mampu menurunkan gaya dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan.

Secara umum dapat dikatakan bahwa peran utama cairan pendingin adalah untuk mendinginkan dan melumasi. Dengan cairan pendingin, temperatur yang tinggi yang terjadi dilapisan luar benda kerja bisa dikurangi, sehingga tidak merubah stuktur metalografi benda kerja [5].

Cairan pendingin yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis cairan pendingin sintetik, yaitu cairan air yang dicampur dengan es batu dengan temperatur cairan adalah 15°C.

2.3 Set-Up Pengujian

Mesin yang digunakan untuk menggudi plat baja tahan karat adalah mesin CNC Vertical

Machining Center dengan pahat HSS Coating Titanium (TiN) dan pahat jenis karbida dengan diameter 5 mm.

Langkah awal yaitu memanaskan mesin selama 15 menit agar suhu mesin stabil dan mempersiapkan cairan pendingin yaitu air dengan suhu 15°C dan memasang mata pahat *High speed Steel* (HSS).

Selanjutnya, *set up* parameter pemotongan yang sudah ditentukan, dari Master Cam di input ke mesin CNC Vertical Machining Center agar proses gudi dapat di lakukan. Setelah itu dilanjutkan dengan pemasangan benda kerja yang diikat dengan menggunakan *Jig* dan *fixture* yang ada pada mesin.

Dilanjutkan dengan proses penggurdian, pada saat penggurdian dilakukan dua kali pengulangan pada setiap parameter, Pengujian pemotongan dilakukan dengan mesin CNC Vertical Milling, selama pemotongan pendingin diterapkan untuk mengurangi suhu pemotongan. Setiap pengujian diulang dua kali dan sebelum pemotongan dimulai, alat pemotong diperiksa secara visual untuk mengevaluasi keausan tepi mata pahat. Setelah dilakukan proses penggurdian plat baja tahan karat dengan menggunakan mata pahat *High speed Steel* (HSS) dilanjutkan dengan proses penggurdian menggunakan mata pahat HSS Coating Titanium dan karbida dengan cara yang sama pada saat dilakukannya proses penggurdian plat baja tahan karat dengan menggunakan mata pahat *High speed Steel* (HSS).

Setelah proses penggurdian selesai maka proses pengambilan data dilakukan, diantaranya mengambil data ketinggian bur dengan menggunakan *Height gage* dan mengambil data jenis – jenis bur dengan menggunakan Mikroskop digital USB 1000x.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil dari Bentuk dan Jenis Burr

Setelah tahapan dan proses permesinan selesai dapat di lihat bentuk dan jenis *burr* pada material baja tahan karat yang telah dilakukan penggurdian dengan menggunakan tiga jenis mata pahat.

Tabel 2. Data hasil bentuk dan jenis *burr*.

No.	Mata Pahat	Rpm	Feeding (f) mm/put		
			f = 0,1	f = 0,15	f = 0,2
1	High speed Steel (HSS)	1940	Vf = 191 (mm/min)	Vf = 287 (mm/min)	Vf = 382 (mm/min)
			Type III	Type III	Type III

No.	Mata Pahat	Rpm	Feeding (f) mm/put		
			f = 0,1	f = 0,15	f = 0,2
2	HSS Coating Titanium Nitride (TiN)	1910	Vf = 191 (mm/min) 	Vf = 287 (mm/min) 	Vf = 382 (mm/min) 
			Type II	Type III	Type III
3	HSS Coating Titanium Nitride (TiN)	3184	Vf = 318 (mm/min) 	Vf = 478 (mm/min) 	Vf = 637 (mm/min) 
			Type III	Type III	Type III
4	Karbida	1910	Vf = 191 (mm/min) 	Vf = 287 (mm/min) 	Vf = 382 (mm/min) 
			Type I	Type II	Type II
5	Karbida	3184	Vf = 318 (mm/min) 	Vf = 478 (mm/min) 	Vf = 637 (mm/min) 
			Type III	Type III	Type III
6	Karbida	4458	Vf = 446 (mm/min) 	Vf = 669 (mm/min) 	Vf = 892 (mm/min) 
			Type III	Type III	Type III

Pada Tabel 2. *Burr* yang terdapat pada penelitian ini umumnya *burr* berbentuk mahkota dan *burr* berbentuk *uniform*.

3.2 Pengaruh parameter pemotongan dan bahan pahat terhadap waktu pemotongan dan ketinggian burr

Parameter yang akan digunakan pada penelitian ini sangatlah berpengaruh kepada hasil proses gudi menggunakan mesin CNC (*Computer Numerical Control*) seperti pada tingkat ketinggian burr dan tipe burr yang dihasilkan.

3.2.1 Pengaruh parameter pemotongan terhadap waktu pemotongan

Pada Table 3. menunjukkan bahwa semakin besar nilai *feed rate* maka semakin cepat pula waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemotongan pada plat baja tahan karat.

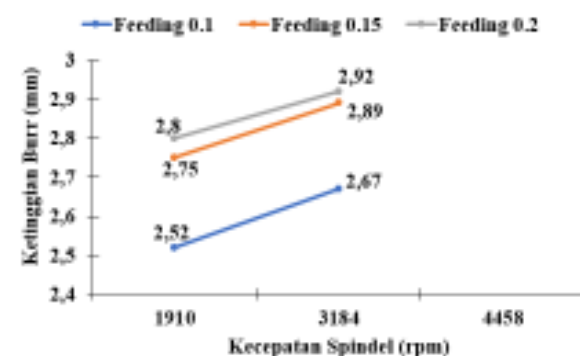
Tabel 3. Data hasil waktu pemotongan.

No	rpm	Feeding, f (mm/put)	Feed rate, Vf (mm/min)	Waktu pemotongan, Tc (min)
1	1910	0,1	191	0,030
2		0,15	287	0,020
3		0,2	382	0,015
4	3184	0,1	318	0,018
5		0,15	478	0,012
6		0,2	637	0,009
7	4458	0,1	446	0,001
8		0,15	669	0,008
9		0,2	892	0,006

Waktu yang paling singkat di dapat pada kecepatan spindel 4458 rpm dan *feed rate* 892 mm/min yaitu dengan waktu 0.006 menit.

3.2.2 Pengaruh Kecepatan Spindel

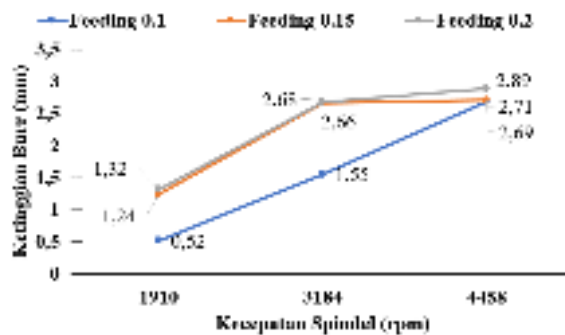
Pada plat baja tahan karat sangatlah susah dilakukan pemotongan karena sifat konduktor pada material sangat rendah, sehingga pada ujung mata pahat terhadap benda kerja terjadi keausan dan proses gudi tidak dapat dilakukan.



Gambar 6. Grafik hubungan pengaruh kecepatan spindel terhadap tinggi burr pada mata pahat HSS Coating titanium

Pada Gambar 6. Hubungan pengaruh kecepatan spindel terhadap tinggi burr pada mata pahat HSS Coating Titanium pada kecepatan 1910 rpm didapatkan ketinggian burr sebesar 2,8 mm dengan

feeding 0.2 mm/put, pada kecepatan 3184 rpm di dapatkan ketinggian *burr* sebesar 2.92 mm dengan *feeding* 0.2 mm/put, pada kecepatan spindle 4458 rpm tidak dapat dilakukan pemotongan karena kecepatan spindle yang tinggi. Maka pada grafik ini didapatkan bahwa semakin tinggi kecepatan spindle yang terjadi maka semakin tinggi nilai *burr* yang di dapatkan.

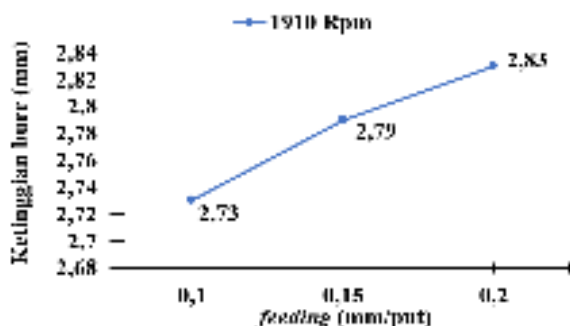


Gambar 7. Grafik hubungan pengaruh kecepatan spindle terhadap tinggi *burr* pada mata pahat karbida

Pada Gambar 7. Grafik hubungan pengaruh kecepatan spindle terhadap tinggi *burr* pada mata pahat karbida dapat di lihat bahwa semakin tinggi kecepatan spindle maka nilai *burr* yang di dapatkan semakin besar. Hasil *burr* terendah didapatkan pada kecepatan spindle 1910 rpm dan *feeding* 0.1 mm/put yaitu sebesar 0.52 mm.

3.2.3 Pengaruh *feeding*

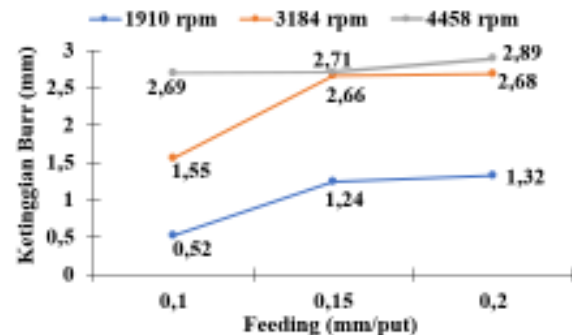
Pada Gambar 8. Grafik hubungan antara *feeding* terhadap ketinggian *burr* pada mata pahat High speed Steel (HSS), pada penelitian sebelumnya dapat dilihat yaitu dengan nilai *feeding* yang rendah dapat meminimalisir terjadinya *burr*. Nilai *burr* terendah didapatkan pada *feeding* 0.1 mm/put, kecepatan spindle 1910 rpm dengan ketinggian *burr* yaitu 2.73 mm



Gambar 8. Grafik hubungan pengaruh *feeding* terhadap tinggi *burr* pada mata pahat High speed Steel (HSS).

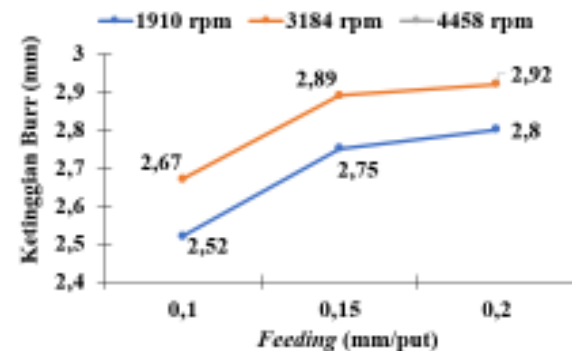
Pada Gambar 9. Grafik hubungan antara *feeding* terhadap ketinggian *burr* pada mata pahat karbida

dapat di lihat bahwa nilai *feeding* yang tinggi dapat meningkatkan nilai ketinggian *burr*. Pada grafik ini dapat dilihat nilai *burr* tertinggi didapatkan pada *feeding* 0.2 mm/put dan kecepatan spindle 4458 rpm dengan ketinggian *burr* 2.89 mm, dan nilai *burr* terendah di dapat pada *feeding* 0.1 mm/put dan kecepatan spindle 1910 rpm dengan ketinggian *burr* 0.52 mm.



Gambar 9. Grafik hubungan pengaruh *feeding* terhadap tinggi *burr* pada mata pahat karbida

Pada Gambar 10. Grafik hubungan antara *feeding* terhadap ketinggian *burr* pada mata pahat HSS Coating Titanium, dengan kecepatan spindle 4458 rpm tidak dapat dilakukan pemotongan, dan dengan kecepatan spindle 3184 dan 1910 rpm semakin besar nilai *feeding* maka semakin besar pula nilai *burr* yang didapatkan. Sebaliknya, semakin kecil nilai *feeding* maka semakin rendah pula nilai *burr* yang di peroleh.



Gambar 10. Grafik hubungan pengaruh *feeding* terhadap tinggi *burr* pada mata pahat HSS Coating Titanium

3.2.4 Pengaruh Bahan Pahat

Dari hasil percobaan pada penelitian ini, pengaruh bahan pahat terhadap ketinggian dan jenis *burr* yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data hasil jenis *burr* terhadap bahan pahat.

Bahan Pahat	Ketinggian Burr	Jenis Burr
High speed Steel (HSS)	2.75 mm	
HSS Coating Titanium Nitride (TiN)	2.52 mm	
karbida	0.52 mm	

Dari Tabel 4. Dapat dilihat bahwa *burr* terendah di dapat dengan menggunakan mata pahat berbahan karbida, pahat inilah yang dapat meminimalisir terjadinya *burr* pada saat proses penggurdian material baja tahan karat.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar nilai kecepatan spindel dan *feeding* maka *burr* yang di hasilkan oleh pemotongan menggunakan mata pahat (HSS) *High speed Steel*, HSS *Coating* Tinanium dan karbida relatif besar.

Antara kecepatan spindel dan pemakanan, kecepatan spindel memiliki pengaruh yang lebih signifikan terhadap *burr* yang dihasilkan. *Burr* tertinggi (2.92 mm) terjadi pada kecepatan spindel 3184 rpm dan pemakanan 0,2 mm/put dengan menggunakan pahat HSS *Coating* dan waktu pemotongan selama 0,009 menit. Sedangkan nilai *burr* terendah (0.52mm) terdapat pada kecepatan spindel 1910 rpm, pemakanan 0,1 mm/put dengan menggunakan pahat karbida dan waktu pemotongan selama 0,030 menit, Parameter inilah yang dapat meminimalisir *burr*.

Sifat konduktor pada material baja tahan karat yang rendah, hal inilah dapat menyebabkan penggurdian menggunakan mata pahat HSS pada kecepatan spindel 3184 rpm dan 4458 rpm, dan juga HSS *Coating* Titanium pada kecepatan spindel 4458 rpm tidak dapat dilakukan. Besar kecilnya nilai *burr*

yang didapatkan tidak semata-mata diakibatkan oleh parameter pemotongan bisa juga diakibatkan oleh jenis material bahan pahat yang digunakan.

Daftar Pustaka

- [1] Mosey, C. A., Poeng, R., & C.Neyland, J. (2013). Perhitungan waktu dan biaya pada proses pemesian benda uji tarik. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 4(1), 1–12. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/view/6783/6307>.
- [2] Penggurdian, P., & Ems, B. (2016). Analisis Tegangan Dan Temperatur Finite Element Analysis of Stress and Temperature in Drilling of Ems 45.
- [3] Sumarji. (2011). Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Baja tahan karat Tipe Ss 304 Dan Ss 201 Menggunakan Metode U-Bend Test Secara Siklik Dengan Variasi Suhu Dan Ph. *Jurnal ROTOR*, 4(1), 1–8.
- [4] Agustiar, P., Pracoyo, W., & Azharul, F. (2019). Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*.
- [5] Aditya S., Bima dan Arya, Mahendra S. S.T, M.T. (2015). “Pengaruh Kedalaman dan Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Pada Proses Bubut Konvensional”. Universitas Negeri Surabaya.