

## PENGARUH PARAMETER PROSES GERINDA PERMUKAAN TERHADAP TEMPERATUR DAN HASIL PENGGERINDAAN

Saiful Arif

Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin, Politeknik Kediri

Email : saifularif.ppm@gmail.com

### Abstrak

Karakteristik-karakteristik yang kompleks dari proses gerinda menentukan kualitas produk hasil penggerindaan. Pemilihan tipe abrasif dan parameter proses gerinda (kecepatan makan dan kedalaman potong) yang tidak tepat dapat mempengaruhi hasil penggerindaan. Penelitian yang dilakukan ditujukan untuk mempelajari pengaruh tipe abrasif (A46K dan GC46K), kecepatan makan (150 mm/s, 200 mm/s, dan 250 mm/s) dan kedalaman potong (0,01 mm, 0,03 mm, dan 0,06 mm) terhadap kekasaran permukaan, temperatur, kepadatan retakan, dan mode pembentukan geram pada proses gerinda permukaan baja perkakas DAC yang telah dikeraskan. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen faktorial dengan variasi 2 tipe abrasif, 3 kecepatan makan, dan 3 kedalaman potong. Cairan pendingin yang digunakan adalah *soluble oil*. Pengukuran kekasaran permukaan diukur dengan menggunakan *surface tester*, temperatur dibandingkan secara visual, kepadatan retakan dan mode pembentukan geram diamati melalui foto hasil *scanning electron microscope* (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter-parameter proses yang berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan adalah tipe abrasif dan kedalaman potong, sedangkan terhadap temperatur adalah tipe abrasif, kecepatan makan, dan kedalaman potong. Tidak ditemukan adanya retak mikro pada hasil penggerindaan. Penggerindaan menggunakan kedalaman potong yang rendah menghasilkan geram dengan bentuk *lamellar* dan *leafy*, sedangkan penggunaan kedalaman potong yang tinggi menghasilkan geram dengan bentuk *leafy*, *spherical*, *lamellar* dan *irregular*.

**Kata kunci :** abrasif, gerinda permukaan, kekasaran permukaan, temperatur, retakan, bentuk geram

### Abstract

*The complex characteristics of the grinding process determine the quality of the grinding product. Improper selection of abrasive type and surface grinding parameters (such as feeding speed and depth of cut) can affect the grinding results. The experiment was conducted for abrasives (A46K and GC46K), feeding rate (150 mm/s, 200 mm/s, and 250 mm/s) and depth of cut (0.01 mm, 0.03 mm, and 0.06 mm ) to surface roughness, temperature, crack density, and chips forming modes of surface grinding process on hardened DAC tool steel. This research uses experimental factorial concept with 2 types of abrasive variation, 3 levels of feeding speed, and 3 levels of depth of cut. The coolant used in this experiment is soluble oil. The surface roughness is measured by using surface tester, temperature determined by comparison visually, and determination of crack density and chips form modes observed by using scanning electron microscopy (SEM). The results showed that significant process parameters for surface roughness were abrasive and depth of cut, whereas the temperature was abrasive type, feeding rate, and depth of cut. No micro crack found in the grinding results. Grinding using small depth produces*

*lamellar and leafy chip shapes, while using high depth of cut produces leaf, spherical, lamellar and irregular chip shapes.*

**Keywords** : *abrasive, surface grinding, surface roughness, temperature, crack, chips formation*

## PENDAHULUAN

Baja DAC merupakan baja produk dari Hitachi Metals Jepang yang setara dengan Baja JIS SKD61). Material ini merupakan *hot work tool steel* yang sering digunakan untuk pembuatan alat potong, *dies, punch*, dan *mould* pada injeksi. Persyaratan geometri, ukuran, dan kualitas permukaan sangat diperhatikan pada pembuatan alat tersebut, sehingga agar spesifikasi yang ditentukan dapat terpenuhi digunakanlah proses gerinda [1-4]. Pembuatan peralatan tersebut memiliki kriteria material tertentu, yaitu memiliki kekerasan dan ketahanan terhadap aus yang tinggi. Proses gerinda merupakan proses *finishing* dengan kecepatan penghasiian geram yang rendah, sehingga toleransi geometrik dengan rentang yang sempit serta permukaan benda kerja yang sangat halus dapat dicapai. Proses gerinda dapat juga diaplikasikan untuk semua kekerasan material.

Proses gerinda menghasilkan panas yang mempengaruhi integritas permukaan benda kerja (IPBK) yang meliputi kekasaran permukaan dan kepadatan retakan [5-9]. Selain itu, kinerja dari proses penggerindaan dapat dilihat dari temperatur penggerindaan dan mode pembentukan geram. Parameter-parameter proses gerinda yang mempengaruhi hal tersebut adalah kedalaman potong, kecepatan potong dan kecepatan makan. Pengaturan parameter yang tidak tepat akan menghasilkan waktu pengerjaan yang relatif lebih lama atau hasil tidak sesuai dengan spesifikasi. Peningkatan kedalaman potong sering dilakukan agar mendapatkan waktu pengerjaan yang relatif lebih singkat, akan tetapi semakin

besar kedalaman potong yang digunakan maka tingkat kekasaran permukaan benda kerja juga akan meningkat [10].

Pemilihan batu gerinda yang tepat pada proses penggerindaan merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan pengerjaan benda kerja. Batu gerinda harus dipilih dengan benar sesuai jenis abrasif dan ukuran batu gerinda yang disesuaikan dengan material benda kerja. Batu gerinda terdiri atas serbuk abrasif dan perekat. Serbuk abrasif yang sering dipakai untuk pembuatan batu gerinda adalah: karbida, karbida silicon, alumunium oksida dan intan. Ukuran butiran (*grain size*) yang dimiliki oleh serbuk abrasif mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan dan gaya potong [11]. Selain serbuk abrasif, pemilihan jenis perekatan serbuk abrasif juga memiliki peranan dalam hasil proses gerinda benda kerja. Penggunaan material roda gerinda jenis alumunium oksida yang diproduksi dengan teknik sol gel (SG), akan meningkatkan *grindability*, dan menurunkan tegangan sisa jika dibandingkan dengan material roda gerinda jenis alumunium oksida yang diproduksi dengan cara konvensional [4]. Pada prinsipnya, penggerindaan material yang keras, temperturnya perlu dijaga supaya tidak terlalu tinggi, sehingga diperlukan batu gerinda dengan serbuk abrasif yang mudah terlepas atau kekuatan ikatannya rendah [12]. Pemilihan batu gerinda yang tidak tepat dapat mengakibatkan terjadinya gesekan dan panas berlebih, yang dapat mengakibatkan terjadinya cacat seperti *surface burning* ataupun *retak mikro*, karena itu batu gerinda harus dipilih dengan benar sesuai dengan material dan kondisi proses

penggerindaan. Selain itu, kinerja dari proses gerinda juga dapat dievaluasi berdasarkan mode pembentukan geram (MPG).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tipe abrasif dan parameter pada proses gerinda permukaan yaitu kecepatan makan (*feeding*) dan kedalaman potong (*depth of cut*) terhadap kekasaran permukaan benda kerja, temperatur, kepadatan retakan dan mode pembentukan geram pada proses gerinda permukaan material baja perkakas DAC yang telah dikeraskan.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tipe abrasif dan parameter pada proses gerinda permukaan (kecepatan makan dan kedalaman potong), terhadap IPBK, temperatur dan mode pembentukan geram dan hasil proses penggerindaan pada material baja perkakas DAC yang dikeraskan. Hasil dari penelitian ini juga dapat digunakan untuk menambah database tentang penggunaan tipe abrasif yang berbeda pada proses gerinda permukaan material baja perkakas, serta meningkatkan pengetahuan tentang teknologi proses pemesinan gerinda permukaan untuk pembuatan komponen-komponen permesinan yang presisi.

## METODE PENELITIAN

### Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan material baja perkakas DAC yang dipotong menjadi bentuk balok dengan dimensi: panjang 40 mm, lebar 10 mm dan tebal 5 mm. Proses pengerasan dilakukan pada bahan penelitian hingga diperoleh kekerasan  $50 \pm 1$  HRC.

### Kondisi Pemesinan

Penelitian ini menggunakan beberapa kondisi penggerindaan yang diatur pada mesin gerinda permukaan. Kondisi

penggerindaan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Penggerindaan

Mode Penggerindaan	Plunge surface grinding up cut
Roda Gerinda	A46K dan GC46K
Putaran roda gerinda (rpm)	3000
Kecepatan makan (mm/s)	150-250
Kedalaman potong (mm)	0,01-0,06
Lebar penggerindaan (mm)	10
Pendingin	Soluble Oil (20% emulsi dan 80% air)
Material benda kerja	DAC yang telah dikeraskan
Dresser	Single point diamond dresser
Kedalaman dressing (mm)	0,01

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan faktorial  $2 \times 3 \times 3$  karena parameter proses yang divariasikan sebanyak 3 parameter, yaitu dua tipe abrasif (A46K dan GC46K), tiga level kecepatan makan (150 mm/s, 200 mm/s, 250 mm/s) dan tiga level kedalaman potong (0,01 mm, 0,03 mm, 0,06 mm).

### Alat ukur yang digunakan

Kekasaran permukaan diukur dengan menggunakan Mitutoyo *surf test* yang ditunjukkan pada Gambar 1. Alat ini memiliki kecermatan sebesar  $0,01 \mu\text{m}$ .



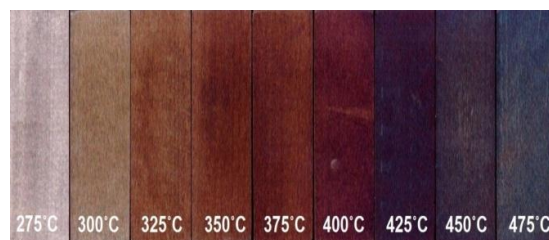
Gambar 1. Mitutoyo Surface Tester

Retak mikro dan bentuk geram diamati dengan menggunakan SEM Inspect S50 yang ditunjukkan pada Gambar 2. Alat ini mampu mengamati partikel dengan perbesaran sampai 150.000 kali dengan resolusi kedalaman 3-100 nanometer.

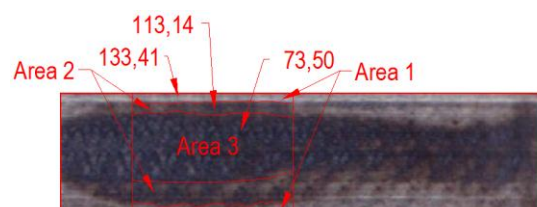


Gambar 2. SEM Inspect S50

Temperatur penggerindaan sangat sulit diukur karena proses gerinda berjalan begitu cepat, sehingga belum ada cara yang benar-benar tepat untuk digunakan untuk mengukur temperatur penggerindaan. Pada penelitian ini perubahan warna pada permukaan spesimen digunakan sebagai estimasi temperatur penggerindaan. Estimasi dilakukan dengan cara mencocokkan warna spesimen dengan warna spesimen pembanding. Spesimen pembanding diperoleh dengan cara memanaskan tipe logam spesimen yang sama pada tungku. Temperatur tungku diatur sebesar 275°C dan ditahan selama 10 menit agar suhu spesimen homogen, setelah itu spesimen dikeluarkan di udara terbuka agar teroksidasi. Temperatur tungku diatur mulai dari 275°C sampai 475°C dengan interval 25°C. Warna spesimen pembanding dapat dilihat pada Gambar 3, sedangkan contoh pembagian area menurut warna dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Spesimen pembanding temperatur penggerindaan baja DAC



Gambar 4 Contoh pembagian area temperatur

Pada gambar 4 dapat dilihat luas dari masing-masing area warna yang digunakan sebagai pendekatan terhadap temperatur penggerindaan yang terjadi. Persentase area dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{luas batas luar} - \text{luas batas dalam}}{\text{luas seluruh penampang yang di ukur}} \times 100 \% \quad (1)$$

Kepadatan retakan permukaan merupakan rasio antara panjang retakan keseluruhan di penampang yang diamati dengan luas penampang yang diamati, untuk mengevaluasi seberapa parah keretakan yang terjadi [13]. Dengan demikian, kepadatan retakan permukaan (KRP) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{KRP} = \frac{\text{Panjang retakan keseluruhan di penampang}}{\text{luas penampang yang diamati}} \frac{[\mu\text{m}]}{[\mu\text{m}^2]} \quad (2)$$

### Analisis Data

Analisis variansi (ANAVA) digunakan sebagai alat pengambilan keputusan berdasarkan perbedaan kontribusi dari masing-masing faktor yang diujicobakan [14]. Nilai  $F_{\text{hitung}}$  yang lebih besar dari

$F_{\text{tabel}}$  menunjukkan bahwa parameter proses tersebut mempunyai pengaruh signifikan terhadap respon. Parameter proses yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap respon juga dapat dilihat berdasarkan  $p$ -value yang lebih kecil dari *level of significant* [15]. Pada penelitian ini digunakan *level of significant* ( $\alpha$ ) sebesar 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil eksperimen berdasarkan rancangan percobaan faktorial  $2 \times 3 \times 3$  ditunjukkan pada Tabel 2 dengan replikasi yang dilakukan sebanyak 2 kali pada pengukuran gaya potong dan kekasaran permukaan.

Tabel 2. Data hasil eksperimen gerinda permukaan

Tipe Abrasif	Parameter Proses		Parameter Respon				
	F (mm/s)	DoC (mm)	Kekasaran permukaan ( $\mu\text{m}$ )		Temp. Surface burning ( $^{\circ}\text{C}$ )	Kepadatan retakan	Bentuk geram
			R1	R2			
A46K	150	0,01	0,37	395	395	-	Lm, Lf
		0,03	0,54	448	448	-	Lm, Lf, S, I
		0,06	0,64	475	475	-	Lm, Lf, S, I
	200	0,01	0,32	367	367	-	Lm, Lf
		0,03	0,53	442	442	-	Lm, Lf, S, I
		0,06	0,64	475	475	-	Lm, Lf, S, I
	250	0,01	0,32	331	331	-	Lm, Lf
		0,03	0,53	440	440	-	Lm, Lf, S, I
		0,06	0,64	475	475	-	Lm, Lf, S, I
GC46K	150	0,01	0,39	349	349	-	Lm, Lf, I
		0,03	0,55	392	392	-	Lm, Lf, S, I
		0,06	1,12	475	475	-	Lm, Lf, S, I
	200	0,01	0,36	315	315	-	Lm, Lf, I
		0,03	0,48	346	346	-	Lm, Lf, S, I
		0,06	1,04	472	472	-	Lm, Lf, S, I
	250	0,01	0,32	275	275	-	Lm, Lf, I
		0,03	0,43	288	288	-	Lm, Lf, S, I
		0,06	0,90	375	375	-	Lm, Lf, S, I

Sumber: Hasil perhitungan

Keterangan:

- F : Kecepatan Makan  
 Lm : Lamellar  
 DoC : Kedalaman Makan  
 Lf : Leafy  
 R1 : Replikasi 1  
 S : Spherical  
 R2 : Replikasi 2  
 I : Irregular

### Pengaruh parameter proses gerinda terhadap kekasaran permukaan

Analisis variansi (ANOVA) kekasaran permukaan berdasarkan perhitungan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis variansi (ANOVA) parameter proses terhadap kekasaran permukaan

Source	DF	SS	MS	$F_{\text{Cal}}$	$p$ -value
Tipe abrasif	1	0,13040	0,13040	11,38	0,002
Kecepatan makan	2	0,03534	0,01767	1,54	0,231
Kedalaman potong	2	1,45865	0,72932	63,62	0,000
Error	30	0,34390	0,01146		
Total	35	1,96829			

Sumber: Hasil perhitungan

Keterangan:

- DF : Degree of Freedom  
 SS : Sum Square  
 MS : Mean Square  
 $F_{\text{Cal}}$  : F Calculate

Dari Tabel 3 dapat diketahui  $\rho$ -value dari faktor yang lebih kecil dari  $\alpha$  (5 %) adalah tipe abrasif dan kedalaman potong, sehingga dapat disimpulkan bahwa parameter proses yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan adalah tipe abrasif dan kedalaman potong.

### Pengaruh parameter proses gerinda terhadap temperatur

Analisis variansi (ANAVA) digunakan untuk mengetahui variabel proses mana yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap temperatur. Analisis variansi (ANAVA) untuk temperatur berdasarkan perhitungan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Analisis variansi (ANAVA) variabel proses terhadap temperatur

Source	DF	SS	MS	F	$\rho$ -value
Tipe abrasif	1	17484	17484	21,41	0,001
Kecepatan makan	2	10582	5291	6,48	0,012
Kedalaman potong	2	42727	21363	26,16	0,000
Error	12	9799	817		
Total	17	80592			

Sumber: Hasil perhitungan

Keterangan:

DF : Degree of Freedom

SS : Sum Square

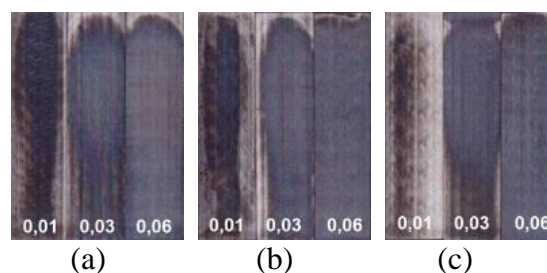
MS : Mean Square

$F_{Cal}$  : F Calculate

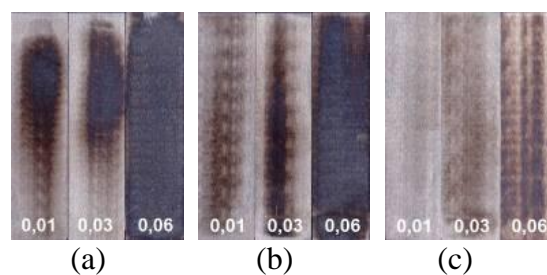
Dari Tabel 4 dapat diketahui  $\rho$ -value dari faktor yang lebih kecil dari  $\alpha$  (5 %) adalah tipe abrasif, kecepatan makan, dan kedalaman potong, sehingga dapat disimpulkan bahwa parameter proses yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap temperatur adalah tipe abrasif, kecepatan makan, dan kedalaman potong.

### Pengaruh parameter proses gerinda terhadap retak mikro

Retak mikro biasa terjadi pada daerah penggerindaan yang mengalami temperatur tinggi yang ditandai dengan terjadinya *surface burning*. Gambar 5 menunjukkan spesimen hasil penggerindaan menggunakan *aluminium oxide*, sedangkan Gambar 6 menunjukkan spesimen hasil penggerindaan menggunakan *green silicone*. Pada kedua gambar tersebut kedalaman potong yang digunakan adalah 0,01 mm, 0,03 mm, dan 0,06 mm.

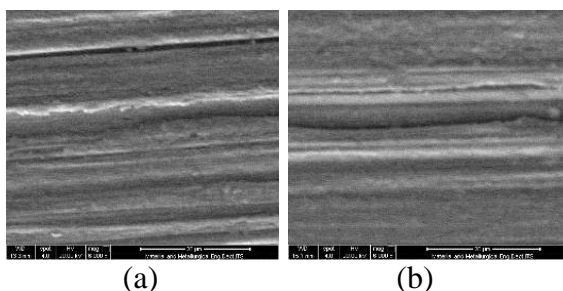


Gambar 5. Hasil proses gerinda permukaan dengan tipe abrasif *aluminium oxide*, (a) kecepatan makan 150 mm/s, (b) kecepatan makan 200 mm/s, (c) kecepatan makan 250 mm/s.



Gambar 6. Hasil proses gerinda permukaan dengan tipe abrasif *green silicone*, (a) kecepatan makan 150 mm/s, (b) kecepatan makan 200 mm/s, (c) kecepatan makan 250 mm/s.

Spesimen yang ada pada gambar 5 dan gambar 6 keduanya diamati menggunakan SEM dengan pembesaran adalah 6.000X.

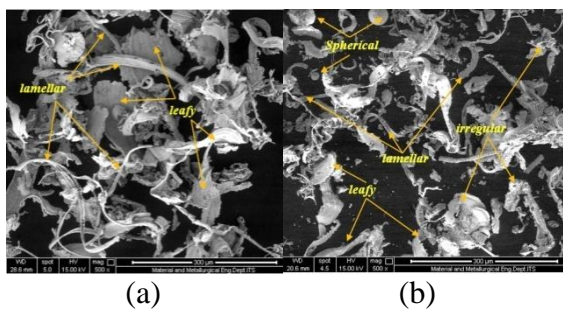


Gambar 7. Hasil proses gerinda permukaan dengan tipe abrasif (a) *Aluminum oxide* dan (b) *green silicone*.

Hasil foto yang ditampilkan pada Gambar 7(a) dan 7(b) merupakan hasil dari kombinasi parameter yang memberikan respon permukaan yang paling gelap akibat temperatur penggerindaan yang tinggi, sehingga diharapkan retak mikro dapat terjadi pada kombinasi tersebut. Gambar 7(a) dan 7(b) menunjukkan bahwa tidak ada retak mikro yang terjadi pada proses gerinda permukaan baja perkakas DAC yang telah dikeraskan.

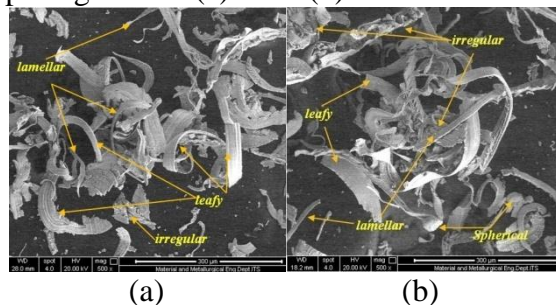
#### Pengaruh parameter proses gerinda terhadap mode pembentukan geram

Pengamatan bentuk geram dilakukan dengan menggunakan SEM untuk mengetahui morfologi bentuk geram yang dihasilkan dari proses gerinda permukaan. Pengamatan SEM untuk bentuk geram dilakukan dengan pembesaran 500x. Gambar 8(a) dan 8(b) menunjukkan geram hasil proses gerinda permukaan dengan tipe abrasif *Aluminum Oxide* pada kecepatan makan 150 mm/s.



Gambar 8. (a) Kedalaman potong 0,01mm; (b) kedalaman potong 0,06mm

Geram hasil proses gerinda permukaan dengan tipe abrasif *Green Silicone* pada kecepatan makan 150 mm/s ditunjukkan pada gambar 9(a) dan 9(b).



Gambar 9. (a) Kedalaman potong 0,01mm; (b) kedalaman potong 0,06mm

Geram yang dihasilkan pada proses gerinda permukaan mempunyai bentuk-bentuk *lamellar* (panjang), *leafy* (daun), *spherical* (bulat) dan *irregular* (tidak teratur). Gambar 9(a) menunjukkan bahwa pada kedalaman potong 0,01 mm, geram yang terbentuk didominasi oleh bentuk *leafy* dan *lamellar*. Bentuk *lamellar* menunjukkan adanya proses cutting dan geram yang terbentuk tidak mengalami pendinginan secara cepat. Bentuk *leafy* menunjukkan adanya keausan pada roda gerinda yang diakibatkan oleh pematihan butiran abrasif pada roda gerinda. Geram berbentuk *irregular* menunjukkan terjadinya getaran yang ditimbulkan oleh gesekan benda kerja dan roda gerinda. Geram dengan bentuk *spherical* terjadi karena adanya pemanasan yang berlebih dan oksidasi eksotermis [9]. Gambar 9(b) menunjukkan hasil geram pada kedalaman potong 0,06 mm. Geram yang dihasilkan adalah *irregular* dan *spherical*. Hal ini mengindikasikan bahwa pada kedalaman potong 0,06 mm keausan butiran abrasif dan temperatur yang terjadi lebih tinggi.

## PEMBAHASAN

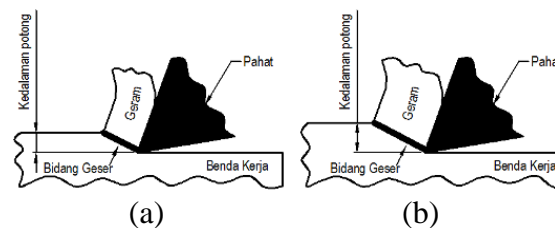
Penggunaan tipe abrasif dengan kekerasan yang tinggi, akan membuat butiran abrasif tidak mudah terlepas/patah. Penggunaan tipe abrasif yang lebih lunak pada kedalaman potong

yang tinggi untuk penggerindaan material yang keras mengakibatkan terjadinya abrasi pada batu gerinda sehingga kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan menjadi lebih besar yang diakibatkan oleh tumpulnya batu gerinda.

Kecepatan makan (*feeding*) yang lebih tinggi menyebabkan waktu kontak roda gerinda dengan benda kerja menjadi lebih singkat. Hal ini menyebabkan waktu gesek menjadi lebih singkat sehingga tidak terjadi temperatur penggerindaan yang tinggi. Semakin besar kecepatan makan, beban yang diterima batu gerinda akan semakin besar, sebagai akibatnya terjadi pematahan butiran abrasif tidak beraturan, sehingga menjadikan kekasaran permukaan yang lebih tinggi, meskipun gaya potong akan lebih rendah karena kedalaman potong menjadi lebih kecil. Kecepatan makan (*feeding*) yang lebih rendah menyebabkan waktu kontak roda gerinda dengan benda kerja menjadi lebih lama. Hal ini menyebabkan temperatur penggerindaan yang tinggi karena waktu kontak menjadi spesimen dan roda gerinda menjadi lebih lama. Semakin rendah kecepatan makan, beban yang diterima batu gerinda akan semakin kecil. Hal ini menyebabkan butiran abrasif lebih terjaga ketajamannya sehingga dapat menghasilkan permukaan benda kerja yang lebih halus.

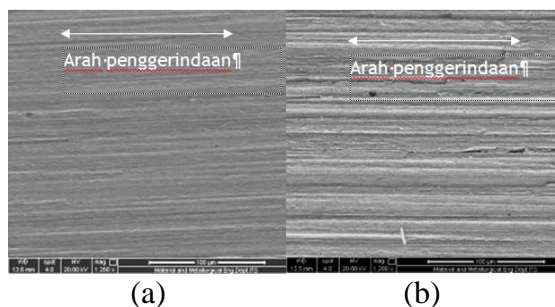
Penambahan kedalaman potong akan menghasilkan bidang geser yang semakin lebar. Pelebaran bidang geser menyebabkan terbentuknya ukuran geram yang lebih besar, sebagai akibatnya gesekan antara geram dan butiran abrasif meningkat. Hal inilah yang menyebabkan peningkatan temperatur pada kedalaman potong yang semakin besar. Bidang geser dan ukuran geram yang diperoleh pada penggunaan kedalaman potong yang berbeda

ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Bidang geser dan geram yang dihasilkan pada kedalaman potong (a) rendah dan (b) tinggi.

Peningkatan kekasaran permukaan disebabkan karena pada kondisi penggerindaan dengan kedalaman potong tinggi, butiran abrasif yang terdapat di permukaan roda gerinda akan lebih banyak bergesekan dengan benda kerja, sehingga permukaan hasil penggerindaan mempunyai celah yang lebar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Morfologi permukaan benda kerja yang menunjukkan celah yang berbeda pada hasil gerinda permukaan (a) kedalaman potong 0.01 mm, (b) kedalaman potong 0.06 mm.

Perbedaan tipe abrasif tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap mode pembentukan geram pada pendinginan menggunakan *soluble oil*. Hal ini dapat dilihat dari bentuk geram yang dihasilkan hampir sama pada penggunaan kedua batu gerinda. Perbedaan hanya terlihat pada ukuran dan proporsi geram yang dihasilkan. Gambar 11 menunjukkan pada kedalaman potong 0,01 mm, bentuk geram masih didominasi oleh bentuk *leafy* dan *lamellar*. Pada penggunaan tipe abrasif



*Green Silicone*, geram bentuk *lamellar* dan *leafy* terlihat lebih lebar jika dibandingkan dengan penggunaan tipe abrasif *Aluminum Oxide*. Hal ini disebabkan oleh ujung dari butiran abrasif yang mengalami keausan, sehingga menjadi kurang runcing dan membuat bentuk geram menjadi lebih lebar.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Parameter-parameter proses yang berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan adalah tipe abrasif dan kedalaman potong. Semakin besar kedalaman potong, maka hasil akan semakin kasar. Pada penggunaan tipe abrasif A46K menghasilkan kekasaran permukaan benda kerja yang lebih rendah, sedangkan pada penggunaan tipe abrasif GC46K menghasilkan kekasaran permukaan benda kerja yang lebih tinggi. parameter proses yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap temperatur adalah tipe abrasif, kecepatan makan, dan kedalaman potong. Tidak ditemukan adanya retakan pada proses penggerindaan material baja perkakas DAC yang telah dikeraskan. Penggerindaan menggunakan kedalaman potong yang rendah menghasilkan geram dengan bentuk *lamellar* dan *leafy*, sedangkan penggunaan kedalaman potong yang tinggi menghasilkan geram dengan bentuk *leafy*, *spherical*, *lamellar* dan *irregular*.

Untuk melengkapi penelitian yang telah dilakukan ini, disarankan untuk melakukan pengukuran temperatur dengan alat atau metode lain agar dapat dilakukan perbandingan. Analisis lain yang dapat dilakukan yang berhubungan dengan pengaruh temperatur diantaranya adalah transformasi fasa, pelunakan (*tempering*) dari lapisan permukaan, tegangan sisa, retakan dan penurunan ketahanan material terhadap kelelahan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Malkin, S., “*Grinding Technology: Theory and Application of Machining with Abrasives*”, Ellis Horwood, Chichester, UK, 1990.
- [2]. Man-Kyung Ha, Jae-Seob Kwaka, Yung-Mo Hwang, dan Jin-Seo Chung, “Machining characteristics of mold material in high-speed grinding,” *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 155, Hal. 1189–1195, 2004.
- [3]. Kopac, J. dan Krajnik. P., “High-performance grinding a review,” *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 175, Hal. 278–284, 2006.
- [4]. Fathallah, B.B., Fredj, N.B., Sidhom, H., Braham, C., dan Ichida, Y., “Effects of Abrasive Type, Cooling Mode and Peripheral Grinding Wheel Speed on the AISI D2 Steel Ground Surface Integrity,” *Int. J. of Mach. Tools & Manufacture*, Vol. 49, Hal. 261-272, 2009.
- [5]. Holesovsky, F. dan Hrala M., “Integrity of ground cylindrical surface”, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 154, Hal. 714–721, 2004.
- [6]. Xiao, G. dan Malkin, S., “On-line optimization for internal plunge grinding,” *Annals of the CIRP*, Vol 45/1, Hal.287–292, 1996.
- [7]. Li, G.F., Wang, L.S., dan Yang, L.B., “Multi-parameter optimization and control of the cylindrical grinding process”, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 129, Hal. 232–236, 2002.
- [8]. Lucca, D.A., Brinksmeier, E., dan Goch, G., “Progress in assessing surface and subsurface integrity”, *Annals of the CIRP* Vol. 47 (2) Hal. 669–693, 1998.
- [9]. Dhar, N. R., Siddiqui, A. T., dan Rashid, M. H., “Effect of High-

- Pressure Coolant Jet On Grinding Temperature, Chip and Surface Roughness In Grinding AISI-1040 Steel”, *ARPJN Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 1, Hal. 22-28, 2006.
- [10]. Nguyen, T. dan Zhang, L.C., “An Assessment of the Applicability of Cold Air and Oil Mist in Surface Grinding,” *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 140, Hal. 224–230, 2003
- [11]. Demir, H., Gullu, A., Chiftci, I. dan Seker, U., “An Investigation into the Influences of Grain Size and Grinding Parameters on Surface Roughness and Grinding Forces when Grinding”, *Journal of Mechanical Engineering*, Vol. 56, Hal. 447-454, 2010.
- [12]. Rochim, T., *Proses Pemesinan*, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1993.
- [13]. Lee, H.T. dan Tai, T.Y., “Relationship between EDM Parameters and Surface Crack Formation,” *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 142, Hal. 676-683, 2003.
- [14]. Ross, P.J., *Taguchi Techniques for Quality Engineering*, 7<sup>th</sup> edition, McGraw-Hill International Editions, US, 2008.
- [15]. Park, S.H., *Robust Design and Analysis for Quality Engineering*, 1<sup>st</sup> edition, Chapman & Hall, London, 1996.