

## **ANALISIS PENGARUH PARAMETER PROSES PADA PENGGERINDAAN BAJA PERKAKAS UNTUK KOMPONEN PERMESINAN SISTEM PENGGERAK KAPAL**

**Fipka Biso<sup>1\*</sup>, Tri Andi Setiawan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia

email: fipka@ppns.ac.id

diterima tanggal : 28 Agustus 2018 disetujui tanggal : 13 November 2018

### **Abstrak**

*Permesinan kapal merupakan bagian dari sebuah kapal sebagai suatu sistem. Oleh karena itu, dalam permesinan kapal terdapat banyak komponen permesinan, antara lain: sistem roda gigi, sistem poros, dan lain sebagainya. Dalam pembuatan komponen mesin penggerak kapal tentu melibatkan banyak mesin perkakas, salah satunya adalah mesin gerinda. Proses gerinda adalah suatu proses manufaktur yang penting dan digunakan untuk membentuk benda kerja sesuai dengan persyaratan geometri, dimensi dan toleransi tertentu. Suatu penelitian dilakukan untuk mempelajari pengaruh tipe abrasif, kecepatan makan dan kedalaman potong terhadap surface integrity dan bentuk geram pada proses gerinda permukaan baja perkakas SKD-61. Surface Integrity yang dianalisis adalah kekasaran permukaan dan microcrack. Rancangan eksperimen yang digunakan pada penelitian ini adalah faktorial 2 x 3 x 3 karena faktor tipe abrasif memiliki 2 level, sedangkan faktor lain masing-masing memiliki 3 level. Replikasi dilakukan sebanyak 2 kali. Cairan pendingin yang digunakan pada penelitian ini adalah soluble oil. Pengukuran kekasaran permukaan diukur dengan menggunakan surftest, selanjutnya bentuk geram dan microcrack diamati dengan menggunakan scanning electron microscope (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan peningkatan kedalaman potong maka kekasaran permukaan akan semakin besar. Jenis abrasif dan kedalaman potong juga mempengaruhi besarnya kepadatan microcrack. Hasil proses gerinda permukaan dengan kedalaman pemakanan rendah menghasilkan bentuk geram lamellar dan leafy. Hal ini mengindikasikan bahwa mekanisme pembentukan geram didominasi oleh proses shearing. Hasil proses gerinda permukaan dengan kedalaman pemakanan yang tinggi menghasilkan bentuk geram leafy, spherical, lamellar dan irregular. Hal ini mengindikasikan bahwa mekanisme pembentukan geram terdiri dari proses shearing, rubbing, plowing dan fracturing.*

**Kata Kunci:** *surface integrity, bentuk geram*

### **Abstract**

*Surface grinding is an important manufacturing process and used to form the workpiece in accordance with the requirements of geometry, dimensions and tolerances. This process is used when the requirements of accuracy and surface quality of the workpiece cannot be met by the others machining processes, such as turning and milling. Improper selection of abrasive type and surface grinding parameters (such as feeding speed and depth of cut) can give adverse impact on surface integrity, such as surface roughness and crack density. Performance of surface grinding can also be evaluated from chip formation. An experiment was conducted to study the effect of the abrasive type, feeding speed and depth of cut on surface integrity and chip formation of surface grinding process on SKD61 tool steel. Experimental design used in this study was a 2x3x3 factorial. This experiment use soluble oil as coolant. Surface roughness was measured by using surftest, and the determination of crack density and chip formation conducted by using a scanning electron microscope (SEM). The results of the experiment showed that surface grinding parameters that significantly influence surface roughness were depth of cut and feeding speed. Surface grinding parameters that significantly influenced crack density was depth*

*of cut. Increasing feeding speed will reduce surface roughness. Increasing depth of cut will lead to an increase of surface roughness and crack density. Surface grinding process using a small depth of cut produced chip with lamellar and leafy shape, while using a high depth of cut produced chip with leafy, spherical, lamellar and irregular shape.*

**Kata Kunci:** *surface integrity, bentuk geram*

---

## 1. PENDAHULUAN

Permesinan kapal merupakan bagian dari sebuah kapal sebagai suatu sistem. Oleh karena itu, dalam permesinan kapal terdapat banyak komponen permesinan. Pada dasarnya permesinan kapal dapat digolongkan menjadi sistem penggerak utama (main propulsion system) yang meliputi: motor induk, sistem roda gigi, sistem poros, dan baling-baling. Permesinan kapal juga melibatkan sistem permesinan bantu (auxiliary machinery) yang meliputi sistem kemudi, sistem pengendalian, sistem minyak pelumas dan lain sebagainya. Dalam pembuatan komponen mesin penggerak kapal tentu melibatkan banyak mesin perkakas, salah satunya adalah mesin gerinda.

Gerinda permukaan (surface grinding) adalah salah satu proses finishing untuk menghasilkan permukaan yang datar dan halus sesuai dengan ketelitian dimensi dan bentuk yang dikehendaki. Proses gerinda permukaan menghasilkan akurasi dimensi yang tinggi, kekasaran permukaan yang rendah dan dapat diaplikasikan untuk material yang telah dikeraskan. Oleh karena itu proses ini sering digunakan ketika geometri, dimensi dan toleransi dari benda kerja tidak dapat dicapai dengan proses pemesinan yang lain, seperti proses bubut, frais maupun sekrup. Karena persyaratan geometri, dimensi dan kualitas permukaan untuk peralatan-peralatan tersebut umumnya sangat ketat, maka proses gerinda biasanya digunakan untuk memenuhi spesifikasi-spesifikasi yang disyaratkan.

Kualitas permukaan benda kerja berhubungan dengan kualitas dari permukaan yang diproses (Shaw, 1994). Surface integrity adalah kondisi permukaan benda kerja setelah mengalami proses pemesinan. Ada dua karakteristik dari surface integrity, yaitu karakteristik topografi dan karakteristik lapisan permukaan. Karakteristik topografi terdiri dari kekasaran permukaan, gelombang dan kesalahan bentuk, sedangkan

karakteristik lapisan permukaan yang dapat berubah selama proses pemesinan antara lain deformasi plastis, tegangan sisa, surface burning dan microcrack.

Proses gerinda permukaan menghasilkan berbagai macam bentuk geram. Bentuk geram tergantung pada material benda kerja, jenis proses pemesinan dan kondisi pemotongan yang digunakan. Performansi dari proses gerinda bisa dievaluasi berdasarkan mekanisme pembentukan geram, dengan melakukan pengamatan dan analisis terhadap geram yang terbentuk. Bentuk geram yang terjadi utamanya dipengaruhi oleh material benda kerja, ukuran butir-butir abrasif (grain) roda gerinda, kecepatan makan dan metode pendinginan yang digunakan (Dhar dkk., 2006).

Seperti halnya dengan proses-proses pemesinan lainnya dimana pahat potong memegang peranan utama, maka roda gerinda harus dipilih dengan seksama, baik bentuk, dimensi, maupun jenisnya. Jenis roda gerinda beragam tergantung pada kebutuhan proses gerinda. Serbuk abrasif merupakan bagian yang aktif yang berfungsi sebagai mata potong yang tersebar diseluruh permukaan roda gerinda. Saat ini ada empat macam serbuk gerinda yang umum dipakai, yaitu jenis oksida aluminium, karbida silikon, karbida, dan intan. Jenis roda gerinda juga berpengaruh pada grindability dan tegangan sisa. Dengan menggunakan material roda gerinda jenis oksida aluminium yang diproduksi dengan teknik sol gel (SG), maka grindability akan meningkat dan tegangan sisa akan menurun jika dibandingkan dengan material roda gerinda jenis oksida aluminium yang diproduksi dengan cara konvensional (Fathallah dkk., 2009).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari tipe abrasif dan parameter proses pada proses gerinda permukaan terhadap surface integrity dan bentuk geram. Berdasarkan pengaruh dari parameter

proses pada proses gerinda permukaan maka dapat dilakukan pemilihan kondisi penggerindaan yang tepat.

## 2. BAHAN, KONDISI, PERALATAN DAN METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan material baja perkakas SKD61 dengan dimensi 50 mm x 10 mm x 5 mm. Roda gerinda yang digunakan adalah aluminum oxide dan green silicone berdiameter luar 200 mm, diameter dalam 32 mm dan tebal 25 mm. Mode penggerindaan yang digunakan pada eksperimen ini adalah plunge surface grinding down cut dengan satu kali pemakanan. Komposisi kimia dari baja perkakas SKD-61 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Komposisi Kimia Baja Perkakas SKD-61

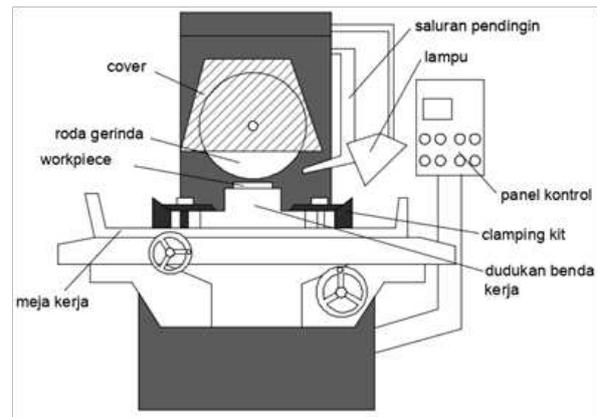
Jenis Kimia	Persentase (%)
<i>Carbon</i>	0.35 ~ 0.42
<i>Silicon</i>	0.8 ~ 1.2
<i>Manganese</i>	0.25 ~ 0.5
<i>Phosphorus</i>	<0.03
<i>Chromium</i>	4.8 ~ 5.5
<i>Molybdenum</i>	1 ~ 1.5
<i>Sulfur</i>	<0.03
<i>Vanadium</i>	0.8 ~ 1.15

Tabel 2. Kondisi Penggerindaan

Mode penggerindaan	<i>Plunge surface grinding down cut</i>
Roda Gerinda	A46HV GC46HV
Putaran roda gerinda (rpm)	2500
Kecepatan makan (mm/s)	160 – 300
Kedalaman potong (mm)	0.01 – 0.08
Lebar penggerindaan (mm)	10
Pendinginan	<i>Soluble oil</i> (20% emulsi, 80% air)
Material benda kerja	SKD-61
Dresser	<i>Single-point diamond dresser</i>

### 2.2 Kondisi Penggerindaan

Penelitian ini menggunakan beberapa kondisi penggerindaan yang diseting pada mesin gerinda permukaan. Kondisi penggerindaan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.



Gambar 1 Skema eksperimen surface grinding

### 2.3 Peralatan Penelitian

#### 1. Mesin gerinda permukaan

Mesin gerinda permukaan yang digunakan pada penelitian ini adalah model FSG-1020AD, dengan spesifikasi: dimensi meja kerja 200 mm x 500 mm dan putaran roda gerinda 2500 rpm. Gambar 1 menunjukkan skema dari eksperimen surface grinding yang digunakan pada penelitian ini.

#### 2. *Surface Roughness Tester*

Pengukuran angka kekasaran permukaan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Mitutoyo SurfTest301. Alat ini memiliki kecermatan sebesar 0,1 µm.

#### 3. *Sanning Electron Microscope (SEM)*

Pengamatan bentuk geram dan microcrack pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan SEM model EVO MA10. Alat ini digunakan untuk mengamati partikel dengan perbesaran sampai 2.000.000 kali dengan resolusi kedalaman 3-100 nanometer.

## 2.4 Metode Penelitian Faktorial

### 2.4.1 Pemilihan Parameter Proses Pemesinan

Pada penelitian ini, percobaan mencakup tiga faktor dengan satu faktor memiliki dua level dan dua faktor yang lain memiliki tiga level. Pengaturan level pada masing-masing faktor ditunjukkan pada Tabel 3. Pemilihan level parameter dalam interval tersebut telah direkomendasikan oleh surface grinding manufacturer.

Tabel 3. Pengaturan level pada masing-masing faktor

Faktor		level 1	level 2	level 3
A	Jenis abrasif	A46HV	GC46HV	
B	Kecepatan makan	mm/s	160	210 260
C	Kedalaman potong	mm	0.01	0.04 0.08

### 2.4.2 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode faktorial dengan rancangan percobaan 2 x 3 x 3 karena memvariasikan tiga variabel proses yaitu: jenis abrasif (2 level), kecepatan makan (3 level) dan kedalaman potong (3 level). Rancangan percobaan ini juga menggunakan 2 kali replikasi untuk kekasaran permukaan. Rancangan percobaan faktorial 2 x 3 x 3 ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rancangan percobaan faktorial 2 x 3 x 3

Run	Faktor		
	A	B	C
	Jenis Abrasif	Kecepatan Makan	Kedalaman Potong
1	1	1	1
2	1	1	2
3	1	1	3
4	1	2	1
5	1	2	2
6	1	2	3
7	1	3	1
8	1	3	2
9	1	3	3
10	2	1	1
11	2	1	2
12	2	1	3
13	2	2	1
14	2	2	2
15	2	2	3
16	2	3	1
17	2	3	2
18	2	3	3

### 3. ANALISIS YANG DIGUNAKAN

Analisis yang dilakukan setelah eksperimen adalah analisis variansi (ANOVA) dan persen kontribusi. Analisis variansi (ANOVA) digunakan untuk mengetahui variabel proses yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap respon dan besarnya kontribusi variabel proses terhadap respon. Pada penelitian ini, analisis variansi dilakukan pada kekasaran permukaan.

Secara statistik, nilai p-value menunjukkan keputusan faktor mana yang mempunyai pengaruh terhadap respon. Faktor dikatakan berpengaruh secara signifikan terhadap respon ketika mempunyai nilai p-value yang lebih kecil jika

dibandingkan dengan level of significant. Dalam penelitian ini level of significant yang dipakai bernilai 0.05.

Persen kontribusi menunjukkan porsi (kekuatan relatif) masing-masing faktor terhadap total variansi yang diamati. Jika persen kontribusi error kurang dari lima belas persen, maka tidak ada faktor yang berpengaruh terabaikan tetapi jika persen kontribusi error lebih dari lima belas persen mengindikasikan ada faktor yang berpengaruh terabaikan sehingga error yang terjadi terlalu besar.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil eksperimen berdasarkan rancangan percobaan faktorial 2 x 3 x 3, dimana jenis abrasif memiliki 2 level, kecepatan makan memiliki 3 level dan kedalaman potong memiliki 3 level. Data hasil eksperimen untuk kekasaran permukaan ditunjukkan pada Tabel 5.

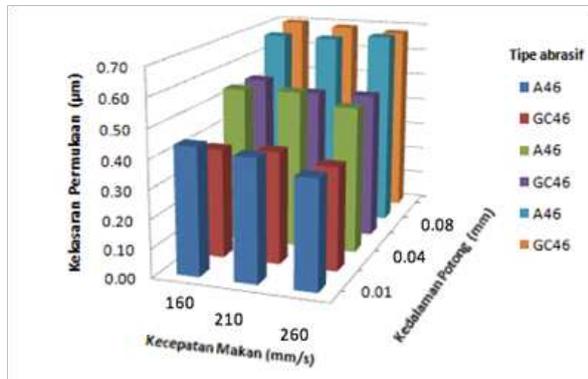
Tabel 5. Hasil eksperimen untuk kekasaran permukaan

Tipe Abrasif	Variabel proses		Respon Kekerasan Permukaan (µm)
	Kecepatan Makan (mm/s)	Kedalaman potong (mm)	
Aluminium Oxide	160	0.01	0.45
		0.04	0.54
		0.08	0.67
	210	0.01	0.42
		0.04	0.56
		0.08	0.66
	260	0.01	0.38
		0.04	0.51
		0.08	0.68
Green Silicone	160	0.01	0.37
		0.04	0.55
		0.08	0.70
	210	0.01	0.39
		0.04	0.52
		0.08	0.67
	260	0.01	0.35
		0.04	0.52
		0.08	0.68

#### 4.1 Pengaruh Terhadap Kekasaran Permukaan

Parameter kekasaran permukaan yang dipakai dalam penelitian ini adalah Ra. Parameter ini banyak digunakan untuk mengidentifikasi permukaan. Hal ini disebabkan harga Ra lebih sensitif terhadap perubahan/penyimpangan yang terjadi pada proses pemesinan. Dengan demikian, jika ada tanda-tanda kenaikan kekasaran maka

pencegahan dapat cepat dilakukan. Gambar 2 menunjukkan adanya kenaikan kekasaran permukaan dengan bertambahnya kedalaman potong.



Gambar 2. Histogram hubungan tipe abrasif, kecepatan makan dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan

Data kekasaran permukaan diuji secara statistik dengan ANAVA untuk mengetahui variabel proses mana yang berpengaruh secara signifikan terhadap kekasaran permukaan benda kerja pada proses gerinda permukaan.

Tabel 6. Hasil ANAVA dan kontribusi variabel proses pada kekasaran permukaan

Source	SS	DF	MS	P	SS'	% kontribusi
A	0.00178	1	0.00178	0.016	0.00151	0.29%
B	0.00455	2	0.00228	0.001	0.00400	0.76%
C	0.50951	2	0.25476	0.000	0.50896	97.12%
Residual error	0.00823	30	0.00027		0.00960	1.83%
Total	0.52407	35			0.52407	100%

Tabel 6 menunjukkan jenis abrasif, kecepatan makan dan kedalaman potong mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan untuk alpha 5%. Berdasarkan data perhitungan persen kontribusi pada Tabel 6, maka faktor-faktor yang signifikan secara statistik mempengaruhi kekasaran permukaan pada proses gerinda permukaan, secara berurutan adalah kedalaman potong, kecepatan makan dan jenis abrasif.

Untuk mengetahui level dari tipe abrasif, kecepatan makan dan kedalaman potong yang memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kekasaran permukaan, maka dilakukan uji Tukey. Tabel 7 sampai dengan Tabel 9 menunjukkan hasil uji Tukey pada tipe abrasif, kecepatan makan dan

kedalaman potong.

Tabel 7. Hasil Uji Tukey pada Tipe Abrasif

Tipe Abrasif	N	Mean	Grouping
Aluminum Oxide	18	0.5430	A
Green Silicone	18	0.5311	A

Tabel 8. Hasil Uji Tukey pada Kecepatan Makan

Kecepatan makan (mm/s)	N	Mean	Grouping
160	12	0.5478	A
210	12	0.5392	A B
260	12	0.5242	B

Tabel 9. Hasil Uji Tukey pada Kedalaman Potong

Kecepatan makan (mm/s)	N	Mean	Grouping
160	12	0.5478	A
210	12	0.5392	A B
260	12	0.5242	B

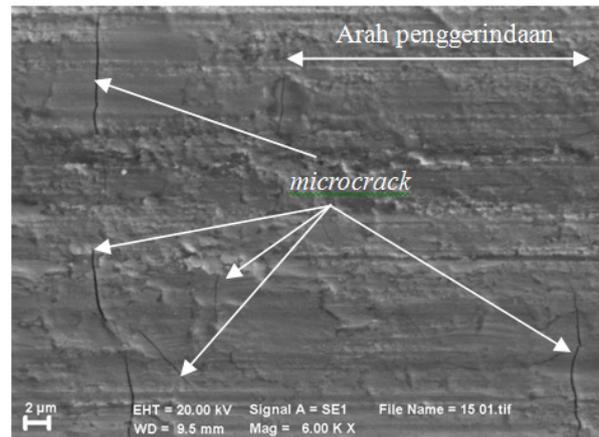
Hasil analisis data eksperimen, secara statistik menunjukkan bahwa nilai dari kekasaran permukaan yang dihasilkan sama untuk tipe abrasif yang berbeda, tetapi menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang berbeda pada kedalaman potong dan kecepatan makan yang berbeda. Kekasaran permukaan naik dengan bertambahnya kedalaman potong. Kedalaman potong yang kecil membuat butiran abrasif yang terdapat dipermukaan roda gerinda sedikit bergesekan dengan benda kerja. Gesekan yang sedikit ini menyebabkan permukaan hasil penggerindaan mempunyai celah yang sempit, sehingga kekasaran permukaan benda kerja juga rendah. Akan tetapi, dengan pemakaian kedalaman potong yang besar, maka butiran abrasive yang terdapat dipermukaan roda gerinda akan lebih banyak bergesekan dengan benda kerja, sehingga menyebabkan permukaan hasil penggerindaan mempunyai celah yang lebar. Hal ini menyebabkan kekasaran permukaan semakin tinggi.

#### 4.2 Pengaruh Terhadap Microcrack

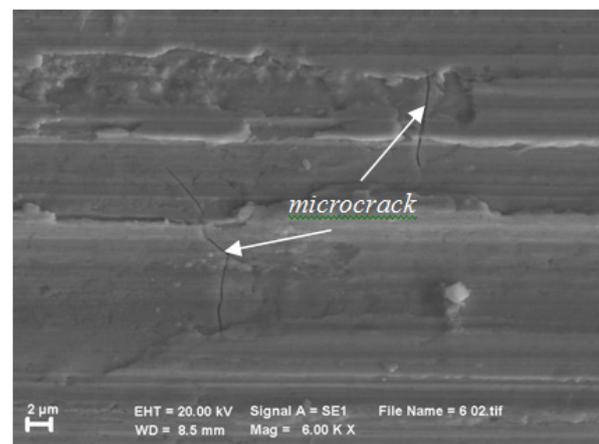
Pengukuran kepadatan retakan (microcrack) yang terjadi pada permukaan benda merupakan

salah satu cara untuk mengevaluasi kinerja dari proses gerinda permukaan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa variabel-variabel proses gerinda permukaan tidak hanya berpengaruh pada kekasaran permukaan benda kerja saja, tetapi juga mempengaruhi terjadinya microcrack pada benda kerja. Microcrack ini terjadi pada permukaan benda kerja sebagai akibat dari temperatur daerah penggerindaan yang terlalu tinggi. Ukuran dari microcrack pada permukaan benda kerja ini sangat kecil dalam satuan mikrometer, sehingga diperlukan alat pembesar untuk mengamati microcrack ini. Dalam penelitian ini digunakan alat foto SEM. Benda kerja hasil proses gerinda permukaan dibersihkan dari geram maupun cairan pendingin yang menempel, kemudian diletakkan dalam alat foto SEM untuk diamati. Gambar 3 menunjukkan foto SEM microcrack yang ada pada permukaan benda kerja hasil proses gerinda permukaan dengan perbesaran 5000x. Peningkatan kepadatan microcrack pada permukaan benda kerja mengindikasikan bahwa perbedaan temperatur yang terjadi semakin besar, sehingga tegangan sisa yang terjadi juga semakin besar.

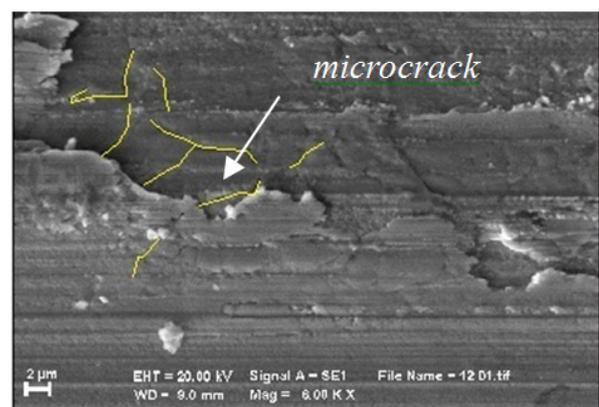
Microcrack adalah salah satu sumber yang potensial untuk terjadinya kegagalan komponen, sehingga diperlukan pengkualifikasian derajat dari microcrack dengan menggunakan standar yang bersifat objektif. Pengkualifikasian dengan cara mengestimasi lebar, panjang atau kedalaman microcrack atau bahkan jumlah dari microcrack, tidak mudah untuk dilakukan. Oleh karena itu, Lee dan Tai (2003) mendefinisikan suatu kepadatan retakan permukaan sebagai rasio antara panjang retakan keseluruhan di penampang yang diamati dengan luas penampang yang diamati, untuk mengevaluasi seberapa parah keretakan yang terjadi. Tabel 10 menunjukkan kepadatan microcrack yang terjadi pada penelitian ini. Pengukuran kepadatan microcrack pada penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak AutoCAD.



Gambar 3. Hasil foto SEM microcrack pada permukaan benda kerja hasil proses gerinda permukaan dengan kecepatan makan 200 mm/s dan kedalaman potong 0.06 mm. Tipe abrasif aluminum oxide.



Gambar 4. Hasil foto SEM microcrack pada permukaan benda kerja hasil proses gerinda permukaan dengan kecepatan makan 200 mm/s dan kedalaman potong 0.06 mm. Tipe abrasif green silicone.



Gambar 5. Hasil pengukuran foto SEM microcrack pada permukaan benda kerja hasil proses gerinda permukaan menggunakan bantuan perangkat lunak AutoCAD.

Tabel 10. Hasil Pengukuran Kepadatan Microcrack

Run	Total Panjang Microcrack (μm)	P (μm)	l (μm)	Luas penampang (μm <sup>2</sup> )	Kepadatan Microcrack (μm/μm <sup>2</sup> )
1	18.42	51.2	38.4	1966.08	0.0094
2	50.27	51.2	38.4	1966.08	0.0256
3	84.45	51.2	38.4	1966.08	0.0430
10	15.52	51.2	38.4	1966.08	0.0079
11	28.63	51.2	38.4	1966.08	0.0146
12	37.24	51.2	38.4	1966.08	0.0189

Analisis variansi (ANOVA) digunakan untuk mengetahui variabel proses/variabel proses yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap kepadatan microcrack. Tabel analisis variansi (ANOVA) untuk kepadatan microcrack yang disusun berdasarkan perhitungan ditunjukkan pada Tabel 11.

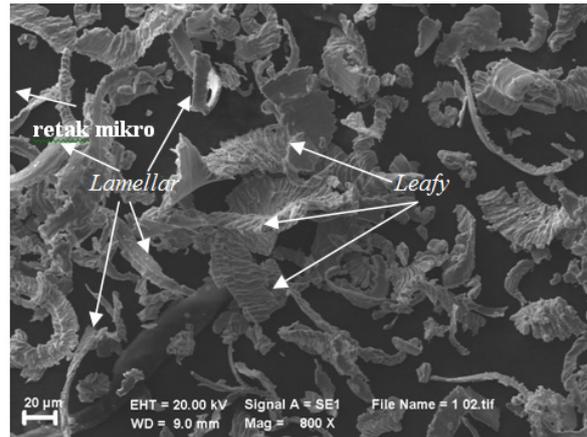
Tabel 11. Analisis Variansi (ANOVA) Variabel proses pada Kepadatan Microcrack

Source	DF	SS	MS	F	p-value
A	1	0.0007529	0.0007529	29.20	0.000
B	2	0.0000447	0.0000224	0.87	0.445
C	2	0.0011858	0.0005929	22.99	0.000
Error	12	0.0003095	0.0000258		
Total	17	0.0022930			

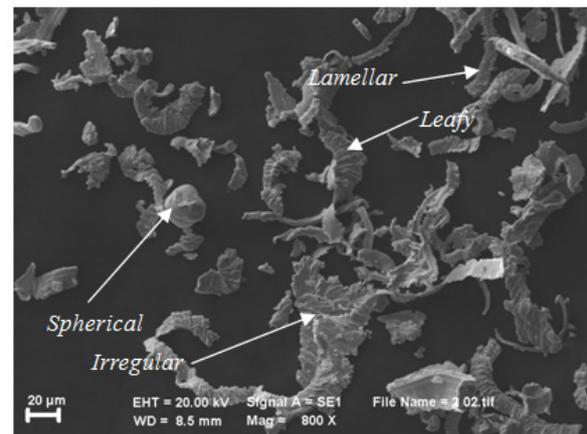
P-value menunjukkan variabel proses mana yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kepadatan retakan. P-value pada Tabel 11 menunjukkan tipe abrasif dan kedalaman potong mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kepadatan microcrack, sedangkan kecepatan makan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kepadatan microcrack.

#### 4.3 Pengaruh Terhadap Bentuk Geram

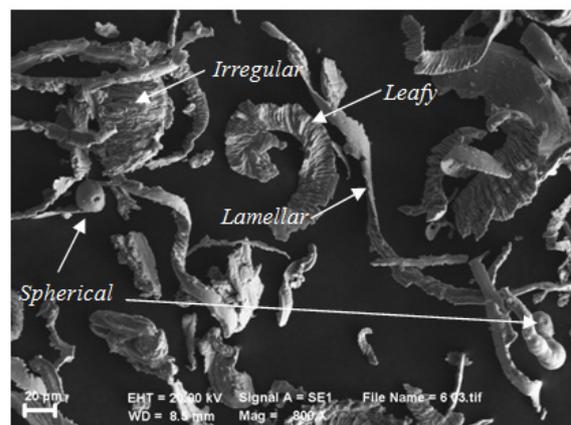
Pengamatan bentuk geram dilakukan dengan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM). Hal ini dilakukan untuk mengetahui morfologi bentuk geram yang dihasilkan dari proses gerinda permukaan. Pengamatan SEM untuk bentuk geram dilakukan dengan pembesaran 800x



Gambar 6. Foto SEM geram dengan jenis abrasif aluminum oxide, kecepatan makan 160 mm/s, kedalaman potong 0.01 mm



Gambar 7. Foto SEM geram dengan jenis abrasif aluminum oxide, kecepatan makan 160 mm/s, kedalaman potong 0.04 mm



Gambar 8. Foto SEM geram dengan jenis abrasif aluminum oxide, kecepatan makan 160 mm/s, kedalaman potong 0.08 mm

Gambar 6 sampai dengan Gambar 8 menunjukkan geram hasil proses gerinda permukaan pada kecepatan makan 160 mm/s. Kedalaman potong Gambar 5 sampai dengan 7 adalah 0,01 mm, 0,04 mm dan 0,08 mm. Geram yang dihasilkan mempunyai bentuk lamellar (panjang), leafy (daun), spherical (bulat) dan *irregular* (tidak teratur). bentuk *lamellar* menunjukkan adanya proses shearing dan geram yang terbentuk tidak mengalami pendinginan secara cepat. Bentuk *leafy* menunjukkan adanya keausan pada roda gerinda yang diakibatkan oleh pematahan grit-grit pada roda gerinda. Bentuk *irregular* terjadi karena getaran yang ditimbulkan oleh gesekan antara benda kerja dengan roda gerinda. Geram dengan bentuk *spherical* terjadi karena adanya pemanasan yang berlebih dan oksidasi *eksotermis*.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor kecepatan makan, kedalaman potong dan jenis abrasif berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan,
2. Dari data penelitian 97% kekasaran permukaan proses gerinda disebabkan oleh faktor kedalaman potong, semakin besar kedalaman potong, maka kekasaran permukaan akan semakin besar.
3. Faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap kepadatan microcrack adalah kedalaman potong dan jenis abrasif, sedangkan faktor kecepatan makan tidak berpengaruh signifikan terhadap kepadatan microcrack.
4. Semakin besar kedalaman potong, maka kepadatan microcrack akan semakin besar. Pemilihan jenis abrasif yang tepat juga berperan untuk mengurangi microcrack yang terjadi.
5. Hasil proses gerinda permukaan dengan kedalaman pemakanan rendah menghasilkan bentuk geram lamellar dan leafy. Hal ini mengindikasikan bahwa mekanisme pembentukan geram didominasi oleh proses shearing.

6. Hasil proses gerinda permukaan dengan kedalaman pemakanan yang tinggi menghasilkan bentuk geram leafy, spherical, lamellar dan irregular. Hal ini mengindikasikan bahwa mekanisme pembentukan geram terdiri dari proses shearing, rubbing, plowing dan fracturing.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fathallah, B. B., Fredj, N. B., Sidhom, H., Braham, C. dan Ichida, Y. (2009), "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, pp. 261-272.
- [2] Demir, H., and Gullu, A. (2001), "The Effect of Parameters in the Grinding," *Journal of Engineering Science*, Vol. 7, pp. 189-198.
- [3] Kopac, J. dan Krajnick, P. (2006), "High Performance Grinding-a Review," *Journal of Materials processing Technology*, Vol. 175, pp. 278-284.
- [4] Demir, H., Gullu, A., Chiftci, I. dan Seker, U. (2010), "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, pp. 447-454.
- [5] Shaw, M.C. (1994). "A Production Engineering Approach to Grinding Temperatures," *Journal of Materials processing Technology*, Vol. 44, pp. 59-69.
- [6] Rowe, W.B. (2009), *Principles of Modern Grinding Technology*, William Andrew publications pp. 74-76.
- [7] Black, B. J. (2004), *Workshop Processes, Practices and Materials*, 3rd edition, Elsevier Science & Technology.
- [8] Park, S. H. (1996), *Robust Design and Analysis for Quality Engineering*, 1st edition, Chapman & Hall, London.
- [9] Groover, M. P. (2010), *Fundamentals of Modern Manufacturing, Materials, Processes, and Systems*, 4th edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [10] Montgomery, D. C. (1991), *Design and Analysis of Experiment*, John Wiley & Sons,

Inc., New York.

- [11] Rochim, T. (1993), Proses Pemesinan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [12] Rochim, T. (2001), Spesifikasi, Metrologi & Kontrol Kualitas Geometrik, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Halaman ini sengaja dikosogkan