

PENGARUH TINGKAT *RECYCLING* ALUMINIUM Al-Mg-Si TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES PEMBUBUTAN

Aulia Putri Syailendra, Wahyono Suprpto, Purnami
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: auliasyailendra45@gmail.com

ABSTRAK

Kemajuan teknologi yang semakin berkembang khususnya di bidang industri otomotif menuntut untuk menghasilkan bahan baku yang berkualitas. Produk yang berkualitas sendiri adalah produk yang memiliki tingkat presisi tepat, melalui proses efektif dan efisien. Produk berkualitas diperoleh dari adanya proses pemesinan yang baik. Aluminium adalah salah satu material yang sering digunakan untuk membuat sebuah komponen dalam industri otomotif. Keuntungan penggunaan aluminium sebagai bahan baku dalam bidang industri ini karena memanfaatkan sifat aluminium yang ringan, tahan korosi dan aluminium dapat dipadukan dengan beberapa unsur logam lainnya seperti Al-Mg-Si dimana paduan ini memiliki keunggulan adalah kekuatan mekaniknya. Di dalam penelitian ini dilakukan penelitian tentang pengaruh tingkat recycling aluminium Al-Mg-Si terhadap kekasaran permukaan pada proses pembubutan. Spesimen daur ulang akan di proses bubut dengan memvariasikan recycling 1, 2, 3 dan 4 pada aluminium Al-Mg-Si, tempertaur yang digunakan untuk peleburan 700 °C dan parameter permesinan yang digunakan kecepatan Vc (Kecepatan pemotongan) = 71,79 m/min, a (Pemakanan) = 0,5 mm, d (diameter awal) = 17 mm, n (putaran) = 1345 rpm dan di ukur kekasaran permukaan dengan menggunakan alat kekasaran permukaan surface roughness tester. Hasil penelitian ini semakin meningkat tingkat recycling maka semakin meningkat nilai kekasara permukaannya (Ra) yaitu Untuk spesimen recycling 1 sebesar 1,31 µm, spesimen recycling 2 sebesar 1,87 µm, spesimen recycling 3 sebesar 2,17 µm, dan spesimen recycling 4 sebesar 2,95 µm.

Kata kunci: *Recycling Aluminium Al-Mg-Si, Pembubutan, Kekasaran Permukaan.*

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang semakin berkembang khususnya di bidang industri otomotif menuntut untuk menghasilkan produk komponen yang berkualitas. Produk yang berkualitas sendiri adalah produk yang memiliki tingkat presisi tepat, melalui proses efektif dan efisien. Produk berkualitas diperoleh dari adanya proses pemesinan yang baik.

Aluminium adalah salah satu material yang sering digunakan untuk membuat sebuah komponen dalam industri otomotif. Keuntungan penggunaan aluminium sebagai bahan baku dalam bidang industri ini karena

memanfaatkan sifat aluminium yang ringan, tahan korosi, penghantar panas yang baik dan bertitik cair yang rendah, serta memiliki kemampuan permesinan yang baik sehingga aluminium sering kali digunakan untuk menggantikan logam lain dengan fungsi yang sama. Selain itu aluminium juga dapat dipadukan dengan beberapa unsur logam untuk meningkatkan sifat mekaniknya misalnya AL-Mg-Si, dimana paduan ini memiliki keunggulan diantaranya adalah kekuatan mekaniknya, keuletan, konduktivitas panas logam ini cukup memadai untuk kondisi perubahan tegangan (Surdia Tata, 1986:136). Sehingga paduan logam diatas yang akan digunakan dalam penelitian ini.

repository.ub.ac.id

Pengecoran logam adalah salah satu proses manufaktur yang sekarang semakin berkembang, salah satunya dengan berkembangnya proses *recycling*. Proses *recycling* aluminium memiliki beberapa keunggulan di bidang industri antara lain penghematan biaya, dan kecenderungan terjadinya peningkatan sifat mekanik. Komposisi unsur paduan aluminium akan menaikkan dan meningkatkan sifat mekanik bahan paduan hasil pengecoran industri kecil. Tingkat penyebaran unsur yang lebih merata juga menyebabkan keseragaman dan kekerasan permukaan akan lebih baik (Suprajo 2011).

Proses pengecoran logam tidak bisa terlepas dari proses permesinan, proses permesinan sendiri adalah tahapan dimana proses lanjutan untuk mem*finishing* produk hasil pengecoran. Proses permesinan pada setiap material memiliki hasil yang beragam tergantung dengan jenis kandungan materialnya. Proses permesinan yang sering kita jumpai salah satunya adalah proses pembubutan. Pada penelitian kali ini kita akan memilih proses pembubutan sebagai proses permesinan yang akan dilakukan, proses pembubutan sendiri dipilih karena keunggulannya, yaitu memiliki banyak fungsi permesinan selain untuk proses pembubutan.

Salah satu parameter agar dapat menghasilkan produk yang berkualitas dapat dilihat dengan kekasaran permukaan yang dihasilkan setelah proses permesinan. Kekasaran permukaan adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses permesinan (Jonoadji 1999). Pada penelitian kali ini ingin mengetahui pengaruh tingkat *recycling* aluminium Al-Mg-Si terhadap kekasaran permukaan dan waktu pemotongan selama proses pembubutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode experimental sebenarnya dimana

dapat secara langsung diketahui pengaruh tingkat *recycling* aluminium Al-Mg-Si terhadap kekasaran permukaan pada proses pembubutan. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium Al-Mg-Si.

. Variabel bebas yang digunakan adalah *recycling* 1, 2, 3 dan 4. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kekasaran permukaan pada setiap tingkat daur ulang aluminium Al-Mg-Si. Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah tempertaur yang digunakan untuk peleburan 700 °C dan parameter permesinan yang digunakan kecepatan V_c (Kecepatan pemotongan) = 1345 m/min, a (Pemakanan) = 1 mm, d (diameter awal) = 17 mm, n (putaran) = 25196 rpm pahat yang di gunakan diasumsikan memiliki geometri yang sama.

Pembuatan Spesimen

Pada penelitian ini aluminium struktur digunakan untuk bahan uji, sedangkan alat uji yang digunakan berupa tungku listrik dan cetakan logam seperti pada Gambar 1 dan 2.

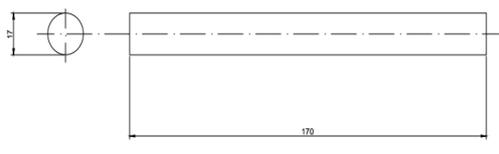


Gambar 1 Tungku Listrik



Gambar 2 Cetakan Logam

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental nyata dengan pembuatan spesimen. Aluminium struktur dilebur pada *electrical furnace* dengan temperatur 700°C. Kemudian logam cair dituangkan ke dalam cetakan. Ingot sisa *recycling* ke-1 dilebur kembali untuk mendapatkan spesimen hasil *recycling* ke-2. *Recycling* dilakukan hingga pengulangan ke-4. Beberapa Aluminium di lebur menjadi ingot dan sisanya di lebur menjadi spesimen uji berbentuk silinder seperti pada gambar 3 .

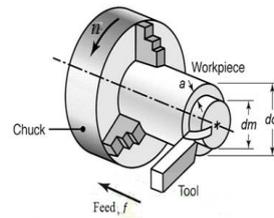


Gambar 3 Bentuk Spesimen

Proses pembubutan

Proses permesinan kali ini menggunakan mesin bubut yang di lakukan di Laboratorium $\alpha \beta \gamma$. Proses permesinan kali ini menggunakan parameter yang telah di tentukan pada variabel terkontrol untuk dapat melihat kekasaran permukaan dan waktu saat pemotongan yang diperlukan pada saat proses pembubutan spesimen *recycling* aluminium Al-Mg-Si. Berikut ini adalah

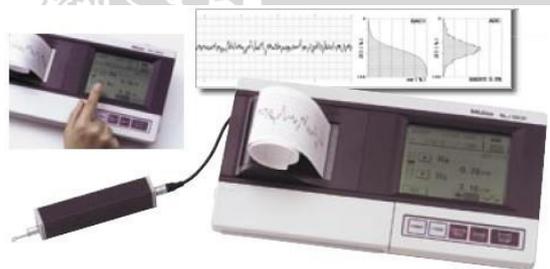
skema proses pemakanan saat pembubutan .



Gambar 4 Skema Pembubutan

Proses Pengujian Kekasaran Permukaan

Proses pengujian kekasaran permukaan kali ini di lakukan di Laboratorium Metrologi Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Pengujian kekasaran permukaan menggunakan alat *surface roughness tester* . Alat ini memberikan hasil kekasaran permukaan rata-rata aritmatik (Ra), kekasaran permukaan rata-rata kuadrat (Rz) dan kekasaran rata-rata total (Rq) .



Gambar 5 *surface roughness tester*

Perhitungan Kekasaran permukaan juga dapat di hitung secara analitik menggunakan rumus :

$$Ra = ((\sum_{i=0}^{100} hi) \times 0,5 \text{ mm} \times 1000) / 5000$$

$$Rz = \sqrt{\frac{(hi)^2}{dx} \times 0,5 \times \frac{1000}{5000}}$$

$$Rq = \sum \frac{(R_1+R_2+R_3+R_4+R_5)-(R_6+R_7+R_8+R_9+R_{10})}{5} \times 0,5 \times \frac{1000}{5000}$$

Dimana :

Ra = Kekasaran permukaan rata-rata aritmatik

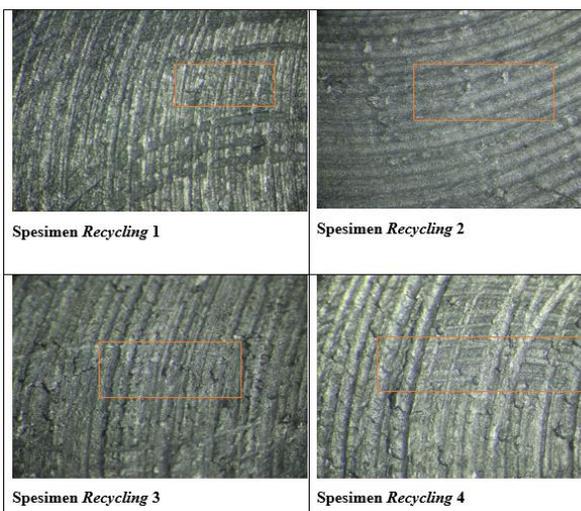
Rz = Kekasaran permukaan rata-rata kuadrat

R_q = Kekasaran permukaan rata-rata total
 n = jumlah titik
 h = jarak titik profil tengah ke profil referensi
 dx = banyak sampel yang diambil
 R_{1-5} = Jarak titik profil alas ke puncak tertinggi profil terukur
 R_{6-10} = Jarak titik profil alas ke lembah tertinggi profil terukur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan foto makrostruktur permukaan dapat kita lihat bahwa semakin naik tingkat *recycling* maka semakin kasar pula permukaan yang di hasilkan. Dari uji foto makrostruktur dapat sekilas kita lihat kekasaran permukaan dari bukit dan lembah yang di hasilkan. Semakin tinggi nilai kekasaran permukaan maka jarak antara lembah dan bukit semakin lebar.

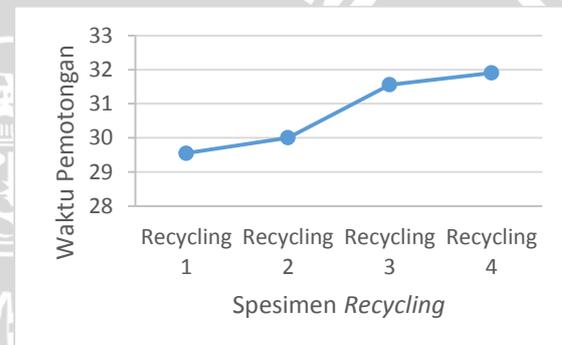
Gambar 6 Foto makrostruktur aluminium Al-Mg-Si



Data ini di dapatkan dari proses permesinan pembubutan dengan parameter V_c (Kecepatan pemotongan) = 71,79 m/min, a (Pemakanan) = 0,5 mm, d (diameter awal) = 17 mm, n (putaran) = 1345 rpm.

Tabel 4.1 Data Kecepatan Pemotongan Pada Proses Pembubutan

Recycling	Replikasi	f (mm/rev)	Rata-rata f	v (mm/min)	Rata-rata v	t (sekon)	Rata-rata t
1	1	0,0371	0,037733	49,90	50,75	30	29,55
	2	0,0395		53,13		28,22	
	3	0,0366		49,23		30,43	
2	1	0,0379	0,037133	50,98	49,94	29,38	30,01
	2	0,0366		49,23		30,43	
	3	0,0369		49,63		30,21	
3	1	0,0358	0,035300	48,15	47,48	31,12	31,56
	2	0,0354		47,61		31,43	
	3	0,0347		46,67		32,12	
4	1	0,0347	0,034933	46,67	46,99	32,13	31,90
	2	0,0354		47,61		31,45	
	3	0,0347		46,67		32,13	



Gambar 7 Grafik Pengaruh Tingkat *Recycling* Aluminium Al-Mg-Si Terhadap Waktu Pemotongan

Dari grafik pengaruh tingkat *recycling* aluminium Al-Mg-Si terhadap waktu pemotongan diatas dapat dilihat bahwa semakin naik tingkat *recycling* aluminium Al-Mg-Si maka semakin meningkat pula waktu pemotongan yang diperlukan untuk memotong spesimen *recycling* aluminium Al-Mg-Si. Waktu pemotongan yang semakin meningkat dapat terjadi di karenakan semakin keras spesimen maka semakin diperlukan waktu yang lebih lama untuk memotong spesimen.

Menurut tinjauan pustaka bahwa pada saat pengecoran terjadi proses pembentukan fase intermetalik yang mana terjadi proses pengendapan pada struktur mikro aluminium paduan, yang

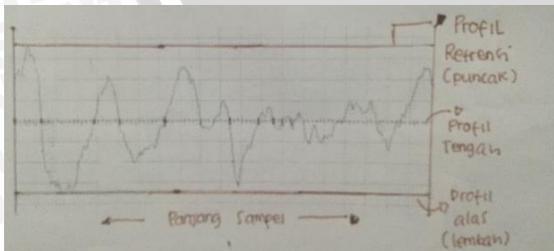
terbentuk sebagai akibat dari komposisi kimia yang melebihi batas kelarutannya.

Bedasarkan uji komposisi (terlampir) paduan yang terkandung dalam spesimen hasil *recycling* adalah Fe dan Mn . Menurut sifat mekanis Fe memiliki peranan penting untuk meningkatkan sifat mekanis yang didasarkan pada struktur mikro. Keberadaan Fe dalam aluminium paduan dapat membentuk fasa Al₅FeSi yang getas, sehingga keberadaan fasa ini dapat menurunkan keuletan. Fasa Al₁₅(Mn,Fe)₃Si₂ yang berasal dari paduan Mn juga memiliki sifat yang getas dan keras seperti yang dihasilkan oleh Fe. Kedua fasa ini menyebabkan sulitnya proses pemesinan .

Tabel 4.2 Data Kekasaran Permukaan

Recycling	Replikasi	Ra	Rata-rata (Ra)	Rz	Rata-rata (Rz)	Rq	Rata-rata (Rq)
1	1	1,22	1,31	7,22	7,71	1,56	1,62
	2	1,35		8,08		1,63	
	3	1,37		7,84		1,68	
2	1	1,77	1,87	8,79	10,95	2,17	2,29
	2	1,89		11,13		2,3	
	3	1,95		12,93		2,4	
3	1	2	2,17	8,92	12,35	2,36	2,60
	2	2,13		11,49		2,52	
	3	2,39		16,65		2,93	
4	1	2,78	2,95	19,95	20,61	3,83	4,02
	2	2,91		23,95		4,23	
	3	3,16		17,94		3,99	

Data diatas didapatkan dari alat pengujian kekasaran permukaan *surface roughness tester* dengan panjang pengujian = 0,5 mm, skala perbesaran 5000x , kecepatan pengukuran 0,25 mm/s.



Gambar 8 kekasaran permukaan Ra (kekasaran rata-rata aritmatik)

Ra (kekasaran rata-rata aritmatik)

$$Ra = ((\sum_{i=0}^{100} hi / 100) \times 0,5 \text{ mm} \times 1000) / 5000$$

$$Ra = ((606/100) \times 0,5 \text{ mm} \times 1000) / 5000$$

$$Ra = 0,606 \mu\text{m}$$

Rz (kekasaran rata-rata kuadratik)

$$Rz = ((hi^2 + dx)^{\frac{1}{2}} \times 0,5 \text{ mm} \times 1000) / 5000$$

$$Rz = (((0,367 + 100)^{\frac{1}{2}} \times 0,5 \text{ mm} \times 1000) / 5000$$

$$= 1,001 \mu\text{m}$$

Rq (Kekasaran rata-rata)

$$Rq = \sum \frac{(R_1+R_2+R_3+R_4+R_5)-(R_6+R_7+R_8+R_9+R_{10})}{5} \times 0,5 \times \frac{1000}{5000}$$

$$Rq = \frac{(17+23+21+13+13)-(15+16+17+17+13)}{5} = \frac{7}{5}$$

$$\text{mm} \times 0,5 \text{ mm} \times 1000) / 5000 = 0,14 \mu\text{m}$$

Dapat dilihat bahwa nilai kekasaran rata-rata aritmatik (Ra) , kekasaran rata-rata (Rz) kuadratik, kekasaran rata-rata (Rq) secara experimental menggunakan alat penguji kekasaran permukaan *surface roughness tester* berbeda dengan hasil perhitungan kekasaran permukaan secara analitik menggunakan rumus .

$$Ra \text{ (experimental)} = 1,22 \mu\text{m} \quad Ra \text{ (analitik)} = 0,606 \mu\text{m}$$

$$Rz \text{ (experimental)} = 7,22 \mu\text{m} \quad Rz \text{ (analitik)} = 1,001 \mu\text{m}$$

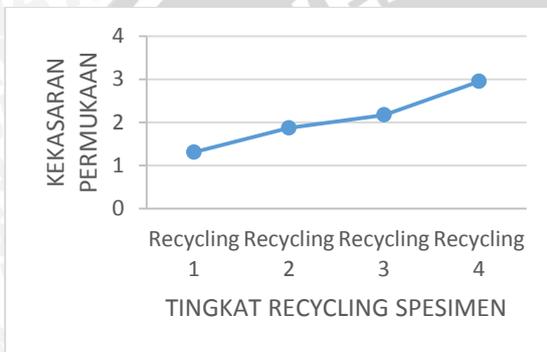
$$Rq \text{ (experimental)} = 1,56 \mu\text{m} \quad Rq \text{ (analitik)} = 0,14 \mu\text{m}$$

Tabel 4.3 Toleransi nilai Ra dan Rz

Range of Ra (μm)	Sampling length (l) (mm)	Range of Rz (μm)	Sampling length (l) (mm)
0.006 < Ra ≤ 0.02	0.08	0.025 < Rz ≤ 0.10	0.08
0.02 < Ra ≤ 0.1	0.25	0.10 < Rz ≤ 0.5	0.25
0.1 < Ra ≤ 2	0.8	0.5 < Rz ≤ 10	0.8
2 < Ra ≤ 10	2.5	10 < Rz ≤ 50	2.5
10 < Ra ≤ 80	8	50 < Rz ≤ 200	8

Nilai kekasaran rata-rata aritmatik (Ra) , kekasaran rata-rata (Rz) kuadratik, kekasaran rata-rata (Rq) yang berbeda dikarenakan perhitungan analitik

menggunakan rumus bisa dianggap kurang tepat dan teliti karena perhitungan yang di lakukan dengan jarak setiap 3 titik sekali . Dan kekasaran permukaan hasil analitik pun dianggap kurang tepat juga karena secara perhitungan analitik terjadi pembulatan saat perhitungan dan juga ada faktor pembacaan jarak yang kurang teliti . Tapi hasil nilai perhitungan Ra dan Rz analitik dan experimen masih masuk dalam nilai toleransi dengan $l = 0,5 \text{ mm}$. Sedangkan nilai Rq diasumsikan bahwa pengambilan data 5 lembah tertinggi dan 5 puncak tertinggi berbeda dengan penentuan dari alat sehingga nilainya tidak sama..



Gambar 9 Grafik perbandingan tingkat *recycling* terhadap kekasaran permukaan

Dari data pada tabel 4.1 dan gambar 4.3 sampai dengan gambar 4.7 dapat ditarik kesimpulan dengan adanya gambar 4.6 yaitu grafik perbandingan tingkat *recycling* terhadap kekasaran permukaan yang mana semakin naik tingkat *recycling* aluminium Al-Mg-Si maka semakin tinggi pula kekasaran permukaan yang dihasilkan . Untuk spesimen *recycling* 1 sebesar $1,31 \mu\text{m}$, spesimen *recycling* 2 sebesar $1,87 \mu\text{m}$, spesimen *recycling* 3 sebesar $2,17 \mu\text{m}$, dan spesimen *recycling* 4 sebesar $2,95 \mu\text{m}$.

Pada pembahasan gambar 4.2 mengenai pengaruh tingkat *recycling* terhadap waktu pemotongan sudah di jelaskan bahwa seiring meningkatnya tingkat *recycling* maka semakin meningkat pula waktu pemotongan yang di dihasilkan . Waktu pemotongan yang meningkat di

sebabkan oleh semakin kerasnya spesimen *recycling* karena terbentuk fase intermetalik yang meningkatkan sifat mekanis spesimen *recycling* .

Waktu pemotongan yang semakin meningkat berbanding lurus dengan semakin meningkatnya kekasaran permukaan yang di dihasilkan. Karena fase intermetalik yang terbentuk pada spesimen semakin mempersulit proses permesinan yang mengakibatkan saat proses permesinan susah di lakukan maka spesimen yang di dihasilkan akan semakin mengalami kekasaran permukaan .

KESIMPULAN

1. Semakin meningkatnya tingkat *recycling* aluminium Al-Mg-Si maka semakin meningkat pula waktu pemotongannya yaitu *recycling*1 29,55 sekon, *recycling*2 30,1 sekon, *recycling*3 31,5 sekon dan *recycling*4 31,9 sekon.
2. Semakin meningkatnya tingkat *recycling* aluminium Al-Mg-Si maka semakin meningkat pula nilai kekasaran permukaan yang di dihasilkan yaitu untuk spesimen *recycling* 1 sebesar $1,31 \mu\text{m}$, spesimen *recycling* 2 sebesar $1,87 \mu\text{m}$, spesimen *recycling* 3 sebesar $2,17 \mu\text{m}$, dan spesimen *recycling* 4 sebesar $2,95 \mu\text{m}$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surdia, T. Dan Saito, S. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik, cetakan keempat. Jakarta: PT.Pradnya Paramita
- [2] Setyayunita. 2016 . Pengaruh Tingkat Recycling Aluminium Struktur Terhadap Kekerasan dan Kosumsi Energi Pada Electrical Furnace.
- [3] Suprajo. 2011. Analisa Sifat dan Mekanis Pulley Hasil Coran Dengan Bahan Tambah Piston Bekas.
- [4] Umroh dkk. 2013. Permesinan Laju Tinggi dan Permesinan Kering Menggunakan Pahat Karbida Pada Bahan Aluminium 6061
- [5] Rochim. 1985 . Proses Permesinan

[6] Kalpakjian S 1990 Manufacturing Enggining and Technology, Massachusstets Adison Wesley Publish Company

