

# EFFECT OF TEMPERATURE AND CASTING COMPOSITION OF AI-BOTTOM ASH COMPOSITE TO THE GRAIN DEFORMATION IN THE FOOTSTEP CASTING

Ichlas Wahid<sup>1,\*</sup>, Maula Nafi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 – Surabaya

\*Corresponding author: [ichlaswahid@untag-sby.ac.id](mailto:ichlaswahid@untag-sby.ac.id)

**Abstract.** The use of aluminum materials in the engineering process has increased remarkably since the advent of aerospace technology. Along with the development of the times, a lot of modern machines with the work or the use of very easy and efficient, especially on motor vehicles. Foot step component plays an important role in motor vehicles. In this research, it aims to find out the influence of aluminum casting ash composite aluminum casting temperature against footstep casting grain. The pouring method is used in the process of preparing the specimen, which uses 3 variations of material composition is Composition A; Aluminum 95%, Magnesium 0,8%, Ash coal base 4,2%, and at Temperature 600 ° C, 700 ° C, 800 ° C, Composition B; Aluminum 90%, Magnesium 0,8%, Ash coal base 9,2%, and at Temperatures 600 ° C, 700 ° C, 800 ° C, and Composition C; Aluminum 85%, Magnesium 0,8%, Ash coal base 14,2%, and at Temperatures 600 ° C, 700 ° C, 800 ° C. From the results of data analysis is The largest average diameter of the granules is shown in composition A with a casting temperature of 800 ° C. of 141,88 µm and a grain count of 50 grains. The smallest average diameter of the granules is shown in composition C with a temperature of 600 ° C at 26.7µm and a grain count of 1400 grains..

**Abstrak.** Penggunaan bahan aluminium dalam proses rekayasa mengalami peningkatan yang luar biasa sejak berkembangnya teknologi dirgantara. Seiring dengan perkembangan zaman, banyak sekali mesin – mesin modern dengan cara kerja atau penggunaan yang sangat mudah dan efisien terutama pada kendaraan bermotor. Komponen foot step memegang peranan penting dalam kendaraan bermotor. Pada penelitian kali ini, bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur pengecoran aluminium komposit abu dasar batubara terhadap perubahan butir pengecoran footstep. Metode penuangan digunakan dalam proses pembuatan spesimen, di mana menggunakan 3 variasi komposisi bahan yaitu Komposisi; Alumunium 95% , Magnesium 0,8%, Abu dasar batubara 4,2%, dan pada Temperatur 600°C, 700°C, 800°C, Komposisi; Alumunium 90%, Magnesium 0,8%, Abu dasar batubara 9,2%, dan pada Temperatur 600°C, 700°C, 800°C, dan Komposisi; Alumunium 85%, Magnesium 0,8%, Abu dasar batubara 14,2%, dan pada Temperatur 600°C, 700°C, 800°C. Dari hasil analisis data diperoleh pada Diameter rata-rata butiran paling besar, ditunjukkan pada komposisi dengan suhu penuangan 800°C sebesar 141,88 µm dan jumlah butiran sebanyak 50 butir. Diameter rata-rata butiran paling kecil, ditunjukkan pada komposisi dengan suhu penuangan 600°C sebesar 26,7µm dan jumlah butiran sebanyak 1400 butir.

**Kata kunci:** Abu dasar batubara, Aluminium, besar butir, pengecoran *footstep*

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

## Pendahuluan

Dewasa ini perkembangan teknologi semakin pesat, banyak sekali pemikiran dan peralatan – peralatan maupun mesin-mesin yang diciptakan oleh para ahli untuk memudahkan kegiatan manusia. Seiring dengan perkembangan zaman banyak sekali mesin – mesin dan keahlian modern dengan cara kerja atau penggunaan yang sangat mudah dan efisien terutama pada kendaraan bermotor. Dengan munculnya kendaraan – kendaraan bermotor roda dua merk Jepang yang berteknologi tinggi semakin banyak memberikan

pilihan atau alternatif bagi masyarakat pengguna sepeda motor.

Penggunaan bahan aluminium dalam proses rekayasa mengalami peningkatan yang luar biasa sejak berkembangnya teknologi dirgantara. Dengan menambahkan unsur paduan, dapat dihasilkan bahan aluminium yang memiliki sifat mekanis dan sifat mampu mesin, yang baik dimana kondisi tersebut sangat diperlukan dalam aplikasinya. Penerapan bahan aluminium pada kondisi kerja tertentu memerlukan rekayasa proses maupun bahan untuk memperoleh kinerja yang optimum. Seiring dengan perkembangan zaman, banyak

sekali mesin – mesin modern dengan cara kerja atau penggunaan yang sangat mudah dan efisien terutama pada kendaraan bermotor.

Penerapan pengecoran aluminium dengan cetakan tetap (send casting) merupakan salah satu terobosan dalam rekayasa proses untuk memperoleh kualitas produk dan efisiensi proses yang baik. Salah satu komponen mekanis yang dikerjakan dengan proses die casting itu penulis berinisiatif meneliti footstep kendaraan bermotor sebagai komponen utama sepeda motor. Komponen foot step memegang peranan penting dalam kendaraan bermotor. Selain sebagai pendukung dalam kendaraan bermotor. Footstep juga berfungsi memberikan kenyamanan pada kendaran. Disamping itu footstep juga berfungsi untuk memberikan kemudahan pada pengendara dalam pemindahan gigi dan pengereman karakteristik material yang terbaik karena beban operasi yang tinggi. Mengacu pada pada kondisi tersebut, proses pengecoran footstep harus dapat mengeliminasi temperatur yang mungkin terjadi dengan hasil pengecoran pada sifat mekanisnya.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh temperature dan komposisi campuran abu dasar batubara 4,2%, 9,2%, dan 14,2% pada pengecoran aluminium komposit abu dasar batubara terhadap perubahan butir pada pengecoran footstep.

**Metode Penelitian**

Bahan baku aluminium AA 356 yang ditambahkan Magnesium dan Abu dasar batu bara. Dengan 3 variasi yaitu komposisi aluminium 95%, magnesium 0,8%, abu dasar batubara 4,2%, komposisi aluminium 90%, magnesium 0,8%, abu dasar batubara 9,2%, dan komposisi aluminium 85%, magnesium 0,8%, abu dasar batubara 14,2%. Tiap komposisi diberikan variasi temperatur 600 °C, 700 °C dan 800 °C.

Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah metode perhitungan besar butir Planimetri (Jefferies), metode ini menggunakan lingkaran yang umumnya memiliki luas 5000 mm<sup>2</sup>. Perbesaran dipilih sedemikian sehingga ada sedikitnya 75 butir yang berada di dalam lingkaran. Kemudian hitung jumlah total semua butir dalam lingkaran ditambah setengah dari jumlah butir yang berpotongan dengan lingkaran. Besar butir dihitung dengan mengalikan jumlah butir dengan pengali Jefferies (f) pada tabel 1.

Rumus Empiris :

$G = [3,322 \text{ Log } (N_A) - 2,95]$  dan

$NA = f(N_1 + N_2/2)$

Dengan

$G =$  besar butir dirujuk ke tabel ASTM E-112

untuk mencari nilai diameter butir.

NA = jumlah butir.

N1 = jumlah butir dalam lingkaran.

N2 = jumlah butir yang bersinggungan dengan garis lingkaran.

F = factor pengali pada tabel Jefferies.

**Tabel 1. Pengali Jefferies**

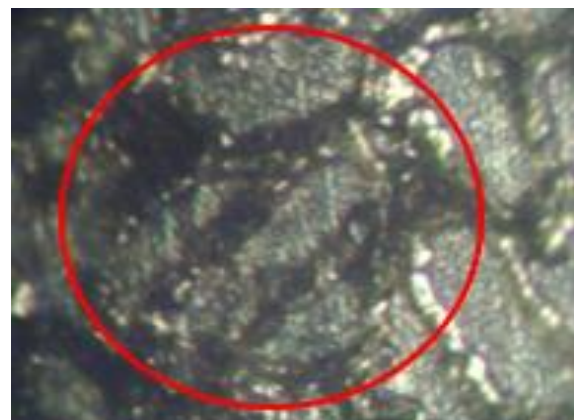
Perbesaran	F
1	0,002
25	0,125
50	0,5
75	1,125
100	2,0
200	8,0
300	18,0
500	50,0
1000	200,0

**Tabel 2. Pengukuran Besar Butir ASTM E112**

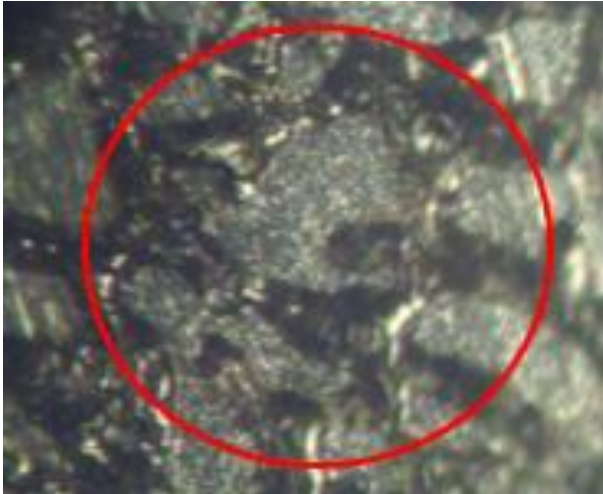
Gran Size No. G	N <sub>v</sub> (Gran/Unit Area)		A (Average Gran Area)		d (Average Diameter)		r (Mean Intercept)		N <sub>v</sub> No./mm
	No./in. <sup>2</sup> at 100X	No./mm <sup>2</sup> at 1X	mm <sup>2</sup>	µm <sup>2</sup>	mm	µm	mm	µm	
00	0.25	3.88	0.2581	258064	0.5080	508.0	0.4525	452.5	2.21
0	0.50	7.75	0.1290	129032	0.3592	359.2	0.3200	320.0	3.12
0.5	0.71	10.96	0.0912	91209	0.3021	302.1	0.2691	269.1	3.12
1.0	1.00	15.50	0.0645	64516	0.2540	254.0	0.2263	226.3	4.42
1.5	1.41	21.92	0.0456	45620	0.2136	213.6	0.1903	190.3	5.26
2.0	2.00	31.00	0.0323	32258	0.1796	179.6	0.1600	160.0	6.25
2.5	2.83	43.84	0.0228	22810	0.1510	151.0	0.1345	134.5	7.43
3.0	4.00	62.00	0.0161	16129	0.1270	127.0	0.1131	113.1	8.84
3.5	5.66	87.68	0.0114	11405	0.1068	106.8	0.0951	95.1	10.51
4.0	8.00	124.00	0.00806	8065	0.0898	89.8	0.0800	80.0	12.50
4.5	11.31	175.36	0.00570	5703	0.0755	75.5	0.0673	67.3	14.87
5.0	16.00	248.00	0.00403	4032	0.0635	63.5	0.0566	56.6	17.68
5.5	22.63	350.73	0.00285	2851	0.0534	53.4	0.0476	47.6	21.02
6.0	32.00	496.00	0.00202	2016	0.0449	44.9	0.0400	40.0	25.00
6.5	45.25	701.45	0.00143	1426	0.0378	37.8	0.0336	33.6	29.73
7.0	64.00	992.00	0.00101	1008	0.0318	31.8	0.0283	28.3	35.36
7.5	90.51	1402.9	0.00071	713	0.0267	26.7	0.0238	23.8	42.04
8.0	128.00	1984.0	0.00050	504	0.0225	22.5	0.0200	20.0	50.00
8.5	181.02	2805.8	0.00036	356	0.0189	18.9	0.0168	16.8	59.46
9.0	256.00	3968.0	0.00025	252	0.0159	15.9	0.0141	14.1	70.71
9.5	362.04	5611.6	0.00018	178	0.0133	13.3	0.0119	11.9	84.09
10.0	512.00	7936.0	0.00013	126	0.0112	11.2	0.0100	10.0	100.00
10.5	724.08	11223.2	0.000089	89.1	0.0094	9.4	0.0084	8.4	118.9
11.0	1024.00	15872.0	0.000063	63.0	0.0079	7.9	0.0071	7.1	141.4
11.5	1448.15	22446.4	0.000045	44.6	0.0067	6.7	0.0060	5.9	168.2
12.0	2048.00	31744.1	0.000032	31.5	0.0056	5.6	0.0050	5.0	200.00
12.5	2896.31	44892.9	0.000022	22.3	0.0047	4.7	0.0042	4.2	237.8
13.0	4096.00	63488.1	0.000016	15.8	0.0040	4.0	0.0035	3.5	282.8
13.5	5782.62	89785.8	0.000011	11.1	0.0033	3.3	0.0030	3.0	336.4
14.0	8192.00	125716.3	0.000008	7.9	0.0028	2.8	0.0025	2.5	400.00

**Hasil dan Pembahasan**

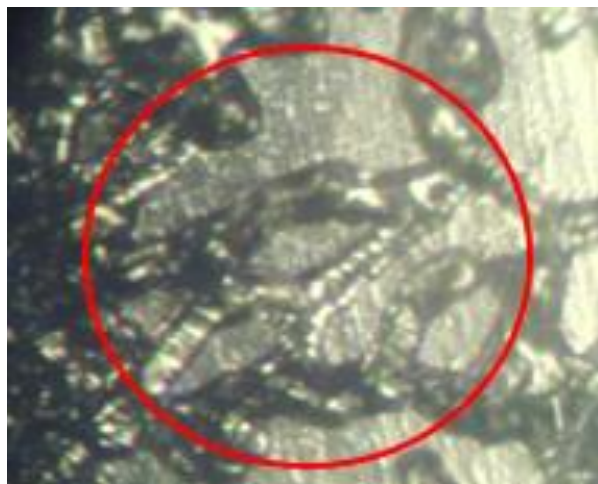
**Hasil Uji Metalografi.**



**Gambar 1.** Hasil uji metalografi pada 600°C



Gambar 2. Hasil uji metalografi pada 700°C



Gambar 3. Hasil uji metalografi pada 800°C

Berdasarkan tabel 3 percobaan 1, maka jumlah butiran (NA) yang paling banyak terdapat pada komposisi C dengan suhu penuangan 600°C yaitu sebesar 1.400 butir. Dan paling sedikit terdapat pada komposisi A dengan suhu penuangan 800°C yaitu sebesar 200 butir. Berdasarkan percobaan 2 maka jumlah butiran (NA) yang paling banyak terdapat pada komposisi C dengan suhu penuangan 600°C yaitu sebesar 700 butir. Dan paling sedikit terdapat pada komposisi A dengan suhu penuangan 800°C yaitu sebesar 50 butir.

Tabel 4. Perbandingan Diameter rata-rata butiran Percobaan 1

Perbesaran	Suhu Penuangan	Diameter Rata- Rata Butiran tiap Komposisi		
		A	B	C
500 x	600°C	53,4µm	43,76 µm	<u>26,7 µm</u>
	700°C	50,17 µm	38,65 µm	36,38 µm
	800°C	<b>70,94 µm</b>	60,42 µm	66,86 µm

Percobaan 2

Perbesaran	Suhu Penuangan	Diameter Rata- Rata Butiran tiap Komposisi		
		A	B	C
500 x	600°C	43,76µm	48,64 µm	<u>37,8 µm</u>
	700°C	59,86 µm	43,76 µm	45,92 µm
	800°C	<b>141,88 µm</b>	48,64 µm	44,75 µm

**Perhitungan jumlah butiran.**

Tabel 3. Perbandingan Jumlah butiran Percobaan ke 1

N <sub>A</sub> ( Jumlah Butiran )	Suhu Penuangan	Komposisi		
		A	B	C
	600°C	350	525	<b>1400</b>
	700°C	400	675	750
	800°C	<u>200</u>	275	225

Percobaan ke 2

N <sub>A</sub> ( Jumlah Butiran )	Suhu Penuangan	Komposisi		
		A	B	C
	600°C	525	425	<b>700</b>
	700°C	275	525	475
	800°C	<u>50</u>	425	500

Berdasarkan besar nilai diameter rata – rata butiran komposisi A pada suhu penuangan 800°C memiliki nilai paling besar yaitu 70,94 µm. Sedangkan nilai diameter rata – rata butiran paling kecil adalah komposisi C pada suhu penuangan 600°C yaitu 26,7 µm. temperatur. Pada percobaan 2, Berdasarkan besar nilai diameter rata – rata butiran komposisi A pada suhu penuangan 800°C memiliki nilai paling besar yaitu 141,88 µm. Sedangkan nilai diameter rata – rata butiran paling kecil adalah komposisi C pada suhu penuangan 600°C yaitu dan 37,8 µm.

## Kesimpulan

Diameter rata-rata butiran paling besar, ditunjukkan pada komposisi Al 95%, Mg 0,8%, Abu dasar batubara 4,2% dengan suhu penuangan 800°C sebesar 70,94 µm dan jumlah butiran sebanyak 200 butir. Diameter rata-rata butiran paling kecil, ditunjukkan pada komposisi Al 85%, Mg 0,8%, Abu dasar batubara 14,2% dengan suhu penuangan 600°C sebesar 26,7µm dan jumlah butiran sebanyak 1400 butir. Dengan demikian, maka komposisi Al 85%, Mg 0,8%, Abu dasar batubara 14,2% dengan suhu penuangan 600°C mempunyai ukuran diameter rata-rata butiran paling kecil maka makin keras bahannya.

## Penghargaan

Penghargaan setinggi-tingginya kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas pendanaan penelitian ini dalam skema Penelitian Dosen Pemula. Terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 (UNTAG) Surabaya, baik dosen maupun mahasiswa yang mendukung penuh pelaksanaan penelitian ini.

## Referensi

- [1] ASTM, 2013. Annual Book of ASTM Standards Designation: E112-12. Standard Test Methods for Determining Average Grain Size.
- [2] ASTM, 2015. Annual Book of ASTM Standards Designation: E407-07. Standard Practice for Microetching Metals and Alloys.
- [3] David, W., 2010. Pengujian impak dan fenomena perpatahan. *Jurnal Teknik* Volume 12, No 3 Tahun 2010.
- [4] Diyanto, R.I., & Sulardjaka, 2013. Kekerasan dan struktur mikro komposit aluminium yang diperkuat serbuk besi yang mengalami perlakuan panas. *Jurnal Teknik Mesin-Universitas Diponegoro* Volume 2, No 5 Tahun 2013.
- [5] Djatmiko, E., Budiarto, 2011. Analisis sifat dan struktur mikro pada produk paduan Al78Si22 metode squeezing casting (pp. 435-442). Jakarta: BATAN.
- [6] Dwiana, Diah, Muhayatua dan Natalia Adventini, 2010. Karakteristik unsur pada abu dasar dan abu terbang batu bara menggunakan analisis aktivasi. *Jurnal Sains Indonesia* Volume IX, No 1 Tahun 2010.
- [7] Fadhilah, Irfan, 2015. Analisis struktur mikro. *Jurnal Teknik Mesin* Volume 5, No 4 Tahun 2015
- [8] Hartanto, Hery, 2014. Proceedings seminar nasional teknik mesin. *Jurnal Teknik Universitas Trisakti*, Volume 6 Tahun 2014.
- [9] Surdia, Tata, dan Saito, Shinroku, 1995. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [10] Budiraharjo, Imam, 2009. (<https://imambudiraharjo.wordpress.com/2009/03/05/mengenal-batubara/>), diakses 14 April 2017.
- [11] <https://ftkceria.wordpress.com/2011/11/26/proses-pengecoran-dari-cetakan-pasir-sand-casting/>. Diakses 15 April 2017.
- [12] Urip, 2012. (<https://urip.wordpress.com/2012/11/15/memahami-pengaruh-temperatur-pada-kesetimbangan-reaksi-kimia/>). Di akses 14 April 2017.