

## PENGARUH FRAKSI VOLUME DAN BOLA BAJA PENGGILINGAN TERHADAP KARAKTERISTIK SERBUK KOMPOSIT AL/GRAFIT/FLY ASH

M. C .Irawan<sup>1</sup>, Q. Hadi <sup>1</sup>, M. S.A Zacky <sup>1</sup>, D.Armando<sup>1</sup> , A.Janisya Putra<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Indralaya

Corresponding author: qoma2007@unsri.ac.id

**ABSTRAK:** Material komposit dengan matriks aluminium menjadi salah satu perkembangan material yang pesat dikarenakan keunggulan sifat yang dimilikinya seperti kekuatan dan kekakuan yang tinggi, kenaikan nilai modulus spesifik dan ketahanan aus. Fabrikasi dari komposit dapat dilakukan dengan proses metalurgi serbuk dimana faktor persiapan serbuk sangat berpengaruh sekali terhadap kualitas material komposit. Pada penelitian ini dilakukan uji karakterisasi serbuk material pembentuk komposit dengan variasi fraksi volume penguat *Fly Ash* (2.5, 5, 7.5, dan 10%) dan Grafit (10, 7.5, 5, 2.5%). Proses dimulai dengan melakukan pengayakan serbuk aluminium, Grafit dan *Fly Ash* dan matrik alumunium. Selanjutnya, ketiga jenis serbuk dicampurkan dengan cairan etanol dan dilakukan pengadukan dengan *jar test machine* dengan waktu pengadukan 1 jam serta kecepatan 295 rpm. Campuran serbuk tersebut dikeringkan kemudian dilakukan penggilingan menggunakan *ball milling* dengan 4 jenis perbandingan berat bola baja dan serbuk komposit 3:1, 5:1, 7:1 dan 9:1. Setelah itu dilakukan pengamatan terhadap karakteristik serbuk dengan SEM mikroskop optik serta mesin pengayakan. Dari hasil penelitian menunjukkan ukuran distribusi serbuk Al, *Fly Ash*, dan Grafit rata-rata 250-350 mesh setelah dilakukan penggilingan dengan perbandingan berat bola baja terhadap serbuk pada 7:1 dengan fraksi volume *Fly Ash*: Grafit: Al (2,5 : 10 : 87,5) menunjukkan adanya lapisan Grafit dan *Fly Ash* yang melapisi serbuk Al tanpa terjadinya aglomatisasi. Pada perbandingan bola baja terhadap serbuk 9:1 menunjukkan telah terjadinya aglomatisasi pada serbuk tersebut. Dari ukuran serbuk menunjukkan terjadinya peningkatan ukuran butir.

**Kata Kunci:** alumunium, komposit, karakterisasi

**ABSTRACT:** Composite materials with aluminum matrix are one of the rapid material developments due to their superior properties such as high strength and stiffness, increased specific modulus value and wear resistance. The fabrication of the composite can be done by powder metallurgy process where the powder preparation factor is very influential on the quality of the composite material. In this study, powder characterization tests of composite forming materials with variations in the volume fraction of *Fly Ash* reinforcement (2.5, 5, 7.5, and 10%) and graphite (10, 7.5, 5, 2.5%) were carried out. The process starts with sieving aluminum, graphite and *Fly Ash* powders and aluminum matrix. Next, the three types of powders were mixed with ethanol liquid and stirred with a *jar test machine* with a stirring time of 1 hour and a speed of 295 rpm. The powder mixture was dried and then milled using ball milling with 4 types of weight ratio of steel ball and composite powder 3:1, 5:1, 7:1 and 9:1. After that, observations were made on the characteristics of the powder with an optical SEM microscope and a sieving machine. The results showed that the distribution size of Al, *Fly Ash*, and Graphite powders averaged 250-350 mesh after grinding with a weight ratio of steel balls to powder at 7:1 with a volume fraction of *Fly Ash*: Graphite: Al (2.5: 10: 87.5) showed a layer of graphite and *Fly Ash* coating the Al powder without agglomatisation. In the ratio of steel balls to powder 9:1 shows that agglomatisation has occurred in the powder. The powder size shows an increase in grain size.

**Keywords:** Aluminum, composite, characterization.

### PENDAHULUAN

Material adalah substansi atau bahan yang digunakan untuk membuat objek atau komponen tertentu. Material

dapat berupa padat, cair, atau gas, tergantung pada sifat fisiknya. Material memiliki peran yang sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam industri, teknologi, konstruksi, kedokteran, dan banyak lagi.

Perkembangan teknologi menuntut dalam pencarian material terbaik untuk penerapannya. Beberapa jenis material yang umum digunakan meliputi logam, seperti besi, aluminium, tembaga, plastik, dan material organik, seperti kayu atau karet. Dalam beberapa dekade terakhir, penelitian dan pengembangan material telah menghasilkan kemajuan signifikan dalam pengembangan material baru dengan sifat yang disesuaikan untuk aplikasi khusus. Seperti material cerdas, material nanoteknologi, dan material ramah lingkungan.

Perkembangan material komposit menjadi salah satu perkembangan material dalam aspek teknologi yang paling pesat dalam beberapa dekade terakhir. Hal tersebut tidak lain dikarenakan karakter dari material komposit yang memiliki banyak kelebihan dibandingkan material pembentuknya. Salah satu jenis material komposit yang paling sering kita jumpai yakni komposit dengan matriks logam atau dikenal dengan MMC. Komposit dengan matriks logam memiliki banyak kelebihan diantaranya memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi, kenaikan nilai modulus spesifik dan ketahanan aus yang baik (Sijo & Jayadevan, 2016). Pengaplikasian komposit dengan matriks logam dapat kita temui di banyak sektor perindustrian seperti pada industri otomotif, persenjataan, elektronik dsb.

Pada umumnya, material logam yang digunakan sebagai matriks dari komposit matriks logam diantaranya aluminium, magnesium, titanium dan tembaga. Aluminium merupakan material yang paling sering digunakan sebagai matriks dari komposit dikarenakan keunggulan dari aluminium seperti memiliki massa yang ringan, kemampuan terhadap suhu yang tinggi serta anti korosi. Komposit matriks logam biasanya sering dikombinasikan dengan material keramik seperti silikon karbida. Sifat unggul dari Grafit seperti kekerasan yang tinggi dan densitas yang rendah membuatnya cocok untuk menjadi penguat dari komposit matriks logam, khususnya logam aluminium.

Selain material keramik, *Fly Ash* (abu terbang) merupakan salah satu penguat komposit yang dapat kita temui dengan mudah dan tersedia dalam jumlah yang besar. *Fly Ash* merupakan limbah hasil pembakaran batubara pembangkit listrik yang dapat mencemari lingkungan. Penggunaan *Fly Ash* pada komposit merupakan salah satu cara pemanfaatan dari limbah tersebut. Penambahan *Fly Ash* yang dikombinasikan dengan penguat lain mampu meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus dari material komposit (Hadi et al., n.d.; Reddy & Srinivas, 2018).

Pada umumnya, fabrikasi dari material komposit menjadi 2 jenis, yakni *liquid state processes* dan *solid state processes*. Salah satu proses fabrikasi komposit dengan *solid state processes* yang paling umum adalah

proses metalurgi serbuk.

Proses metalurgi serbuk merupakan proses fabrikasi material dengan mencampurkan serbuk dan kemudian dipadatkan dalam suatu cetakan. Proses metalurgi serbuk memiliki keuntungan dimana komposisi paduan material yang dapat disesuaikan secara langsung serta kualitas dan kuantitas material yang dapat dikontrol. Sebelum dilakukannya proses fabrikasi komposit, tentunya perlu dilakukan preparasi serbuk material yang akan digunakan untuk pembuatan komposit, dan salah satu proses yang dilakukan saat preparasi serbuk yakni proses uji karakteristik serbuk. Uji karakteristik serbuk penting dilakukan, hal tersebut dikarenakan sifat suatu komponen yang dihasilkan menggunakan metalurgi serbuk dipengaruhi oleh struktur mikro pembentuknya. Jika sifat awal material pembentuknya kurang optimal maka akan menghasilkan komponen yang sifat akhirnya juga kurang optimal. Parameter utama yang dapat diperhatikan pada karakterisasi serbuk yakni ukuran dan bentuk butir serbuk. Ukuran dan bentuk serbuk mampu mempengaruhi sifat penting seperti gesekan antar serbuk dan ikatannya.

## MATERIAL

Pada penelitian telah dilakukan dalam persiapan pembuatan komposit logam Aluminium sebagai matriks yang didapat dari PT. Alumindo Perkasa, Tbk. Dengan komposisi kimia pada Tabel 1 dengan ukuran butir 250 sampai 350 mesh dan jenis butirnya *irregular*, material penguat yang digunakan adalah *Fly Ash* dan Grafit. *Fly Ash* didapat dari hasil pembakaran PLTU di PT. Pupuk Sriwidjaja. Dengan fasa padat, ukuran 250 sampai dengan 325 mesh berbentuk *spherically* sedangkan Grafit dari CV. Budach Indonesia.

Grafit memiliki struktur berbentuk jaringan dimana molekul padat  $C_{60}$ , terikat satu sama lain melalui ikatan Van der Waals. Di dalam Grafit, terjadi anisotropi pada nilai Modulus Young-nya, artinya komponen yang tegak lurus dengan bidang dasar memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan yang sejajar dengan bidang dasar. Selain itu, sifat anisotropik ini juga berlaku pada konduktivitas termal karena adanya ikatan antar-bidang yang sejajar hanya menggunakan gaya ikatan van der Waals yang relatif lemah. Selain itu, Grafit juga lebih stabil dibandingkan intan pada tekanan rendah dari segi karakteristik termodinamikanya. (Pribadi et al., 2016).

Grafit adalah mineral yang terbuat dari unsur C (*Carbon*). Grafit memiliki komposisi kimianya seperti tertera pada tabel 2 dibawah ini, densitas Grafit pada rendah  $2,16 \text{ g/cm}^3$  dan bentuk butirnya *Irrigular*.

Tabel.1. Komposisi Alumunium

Elemen	Komposisi (%)
Fe	0.11
Si	0.04
Cu	0.01
Mn	< 0.01
Cr	< 0.01
Ni	< 0.01
Zn	< 0.01
Ti	< 0.02
AL	Balance

Tabel 2. Komposisi Grafit

Elemen	Komposisi (%)
C	95
Fe	max. 0.5
S	max. 0.1
Ash	max. 2

Tabel 3. Komposisi Fly Ash

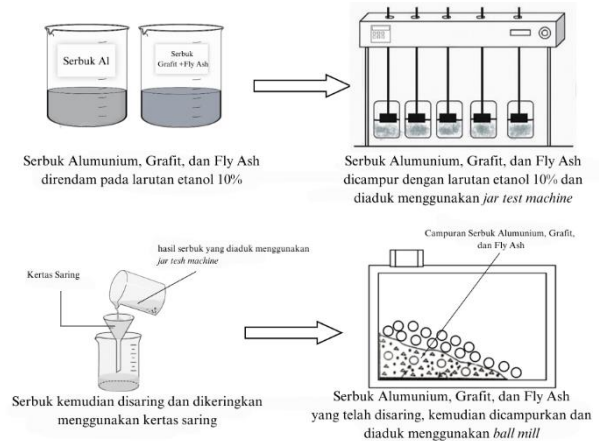
Elemen	Komposisi (%)
SiO <sub>2</sub>	56.62
SO <sub>2</sub>	2.2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.41
MgO	1.17
CaO	12.1
Na <sub>2</sub> O	1.0
K <sub>2</sub> O	0,9
TiO <sub>2</sub>	1.61

METODE DAN PENGUJIAN

PERSIAPAN MATERIAL

Pertama-tama serbuk *Fly Ash* dan Grafit dilakukan pre-treatment dengan pemanasan selama 1 jam dengan suhu 200°C untuk menghilangkan kotoran yang serbuk tersebut. Selanjutnya, dilakukan pengayakan secara terpisah pada ukuran 100 mesh sampai dengan 400 mesh dengan menggunakan *Sieve Shaker*. Material selanjutnya dilakukan penimbangan dengan fraksi volume *Fly Ash* : Grafit dan serbuk alumunium dengan fraksi (2,5 : 10 : 87,5), (5 : 7,5 : 87,5), (7,5 : 5 : 87,5) dan (10 : 2,5 : 87,5) Setelah itu ketiga material di rendam dalam larutan etanol dengan kepekatan 10%. Selama 10 menit Hasil rendaman digabung jadi satu untuk dilakukan pengadukan dengan *jar test machine* selama 60 menit dengan kecepatan 295 rpm. Material hasil pengadukan dilanjutkan penyaringan dengan kertas saring dan dikeringkan pada *furnace* pada temperatur 105°C selama 20 menit dengan tujuan untuk

menghilangkan kandungan air atau cairan yang ada di material. Langkah selanjutnya dari 4 jenis fraksi volume yang berbeda dilakukan 4 macam penggilingan pada setiap feaksi voleme komposit dengan perbandingan berat bola baja terhadap berat serbuk komposit 3:1 . 5:1, 7:1 dan 9:1 . setelah itu dilakukan pengujian karakteristik serbuk komposit seperti pada gambar.1



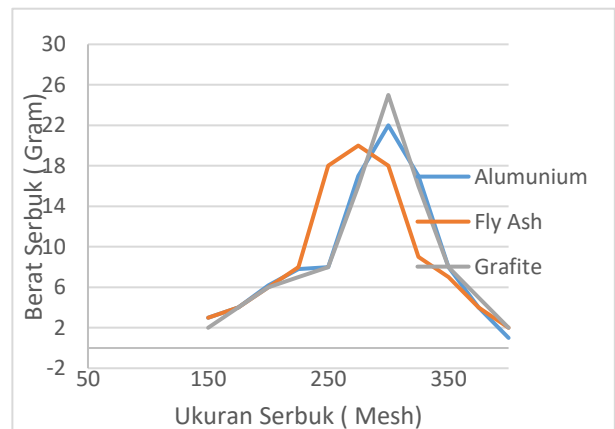
Gambar 1. Mekanisme Sintesa Serbuk Komposit Al/Grafit/Fly Ash.

PENGUJIAN KARAKTERISTIK SERBUK

Karakteristik serbuk dilakukan pengujian pada sebelum dan setelah dilakukan proses sintesa. Pengujian yang dilakukan antara lain, distribusi serbuk dengan menggunakan ayakan (*Sieve Shaker*) dengan ukuran 100-400 mesh. Untuk mengetahui bentuk butir dilakukan dengan dilakukan dengan mikroskop optik. Selanjutnya, dilakukan pengujian SEM untuk mengetahui struktur mikro yang terjadi pada butir.

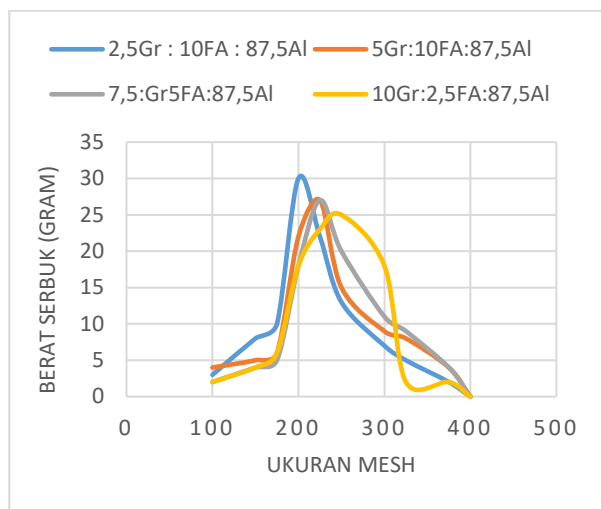
HASIL DAN DISKUSI

Hasil dari pengujian serbuk awal didapatkan distribusi serbuk seperti pada gambar 2.



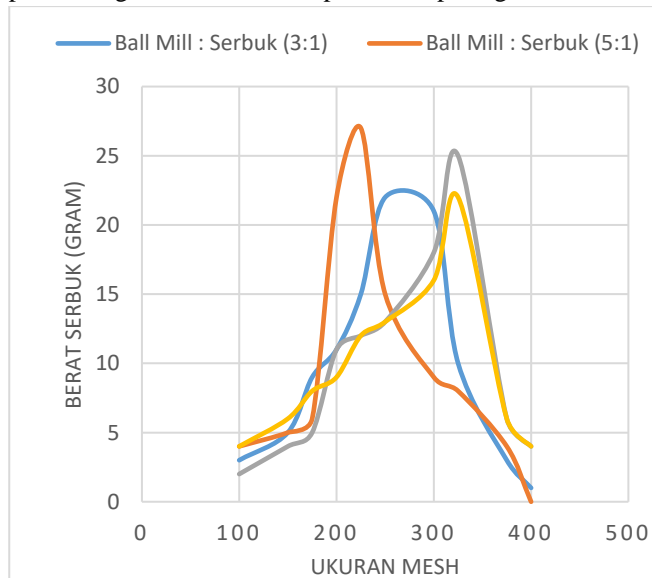
Gambar. 2 Distribusi Serbuk Alumunium, Fly Ash dan Grafit.

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa ukuran butir rata-rata dari serbuk berkisar 250-350 mesh dimana ketiga ukuran butir material hampir sama. Kemudian pada pengujian setelah dilakukan proses sintesa ukuran distribusi serbuk komposit tertera pada gambar 3.



Gambar 3 distribusi Ukuran Butir Komposit Grfit/Fly Ash/Al

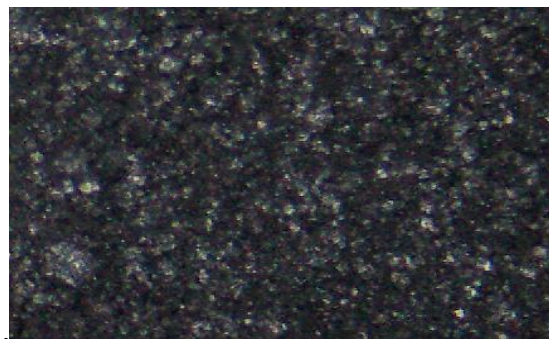
Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan ukuran butir serbuk lebih besar dari serbuk awal material hal ini menunjukkan serbuk komposit aluminium terlapis oleh Grafit dan Fly Ash. Yang paling dominan pada pelapisan aluminium pada fraksi volume Grafit : Fly Ash : Aluminium (2,5 : 10 : 87,5). Ditinjau dari ukuran perbandingan ukuran butir dapat dilihat pada gambar 4.



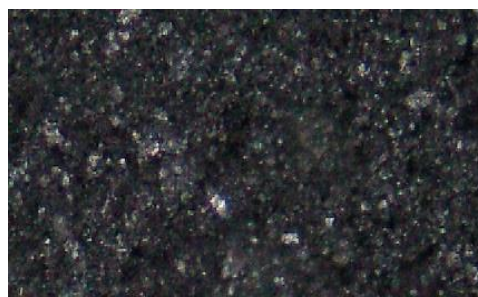
Gambar 4 Distribusi Ukuran Serbuk Dengan Perbandingan Ball Mill terhadap serbuk.

Dari gambar 4 terlihat bahwa distribusi serbuk dengan akibat pengaruh perbandingan berat ball mill terhadap

serbuk menunjukkan serbuk dengan perbandingan (9:1) butirnya lebih halus dibandingkan serbuk yang lain. Hal ini menunjukkan aglomerasi pada perbandingan ball mill terhadap serbuk dengan rata-rata ukuran butir diantara 200-300 mesh.



Gambar 5 Hasil penggilingan Serbuk Al/Grafit/Fly Ash Perbandingan Ball Mill : Serbuk 3: 1



Gambar 6 Hasil penggilingan Serbuk Al/Grafit/Fly Ash Perbandingan Ball Mill : Serbuk 5: 1



Gambar 7. Hasil Penggilingan Serbuk Al/Grafit/Fly Ash Perbandingan Ball Mill : Serbuk7: 1



Gambar 8. Hasil Penggilingan Serbuk Al/Grafit/Fly Ash Perbandingan Ball Mill : Serbuk 9: 1

Dari hasil pengujian struktur mikro menunjukkan ukuran pada penggilingan material komposit dengan perbandingan ball mill terhadap serbuk komposit (9:1). Adanya aglomamisasi pada yang lain tidak terlihat aglomamisasinya. Pada struktur mikro juga terlihat adanya coating (pelapisan) pada serbuk alumunium akibat dari ball mill.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Pembuatan jurnal ini tidak dilalui dengan proses yang mudah. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Qomarul Hadi, S.T., M.T. selaku pembimbing skripsi dan jurnal ini.
2. Teman-teman seperjuangan yang membantu jurnal ini antara lain, Muhammad Sutan Al-Zacky, Detra Armando, Adli Janisyafutra.
3. Laboratorium Seperasi dan Purifikasi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Laboratorium Mekanika Desain dan Terapan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Laboratorium Material Teknik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, Q., Alian, H., Ramadhan, R., & Hardiyanto, D. D. (n.d.). Pemanfaatan Abu Terbang Pada Pembuatan Kampas Rem Otomotive Terhadap Keausan Dan Densitas.
- Pribadi, S., Setiawan, J., & Hardiyanti, H. (2016). Karakterisasi Densitas Grafit Sebagai Kandidat Bahan Reaktor Temperatur Tinggi.
- Reddy, B. R., & Srinivas, C. (2018). Fabrication and Characterization of Silicon Carbide and Fly Ash Reinforced Aluminium Metal Matrix Hybrid Composites. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 8374–8381.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.531>
- Sijo, M. T., & Jayadevan, K. R. (2016). Analysis of Stir Cast Aluminium Silicon Carbide Metal Matrix Composite: A Comprehensive Review. *Procedia Technology*, 24, 379–385. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.05.052>