

Effect of fly ash powder size on the mechanical properties of Aluminum Matrix Composite Strengthened by fly ash Using the Stir Casting Method

Muhammad Syahid^{1*}, Swendy Junisius Basso¹

¹Departemen Teknik Mesin , Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin - Makassar

*Corresponding author: syahid@unhas.ac.id

Abstract. Aluminum has several advantages over other metals such as light weight and corrosion resistance. But on the other hand aluminum has the disadvantage of its poor mechanical properties. Fly ash derived from coal burning residue increasingly accumulate every year so it can cause problems for the environment. The purpose of this study was to analyze the effect of variation of fly ash powder size on mechanical properties and microstructure of aluminum with the addition of fly ash of 4% Wt and powder size variation < 42 μm , (42 μm -74 μm), and (74 μm -105 μm). Mechanical testing performed is tensile testing, hardness test, and impact test. The process of adding fly ash into aluminum using stir casting method. The results showed that fly ash can improve the mechanical properties of aluminum on powder size 42 μm -105 μm and from the observation of micro structure showed that the finer powder size makes the fly ash distribution in aluminum matrix more evenly and porosity small value.

Abstrak. Aluminium memiliki beberapa keunggulan diantaranya beratnya jenis yang rendah dan ketahanan terhadap korosi. Di sisi lain aluminium memiliki sifat mekanis yang masih perlu ditingkatkan. Fly ash yang berasal dari sisa pembakaran batu bara semakin menumpuk setiap tahunnya sehingga dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Tujuan penelitian ini ialah untuk menganalisa pengaruh variasi ukuran serbuk fly ash terhadap sifat mekanis dan struktur mikro dari aluminium dengan penambahan fly ash sebesar 4% Wt dan variasi ukuran serbuk < 42 μm , (42 μm -74 μm), dan (74 μm -105 μm). Pengujian mekanis yang dilakukan adalah pengujian tarik, uji kekerasan, dan uji impak. Proses penambahan fly ash ke dalam aluminium menggunakan metode stir casting. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fly ash dapat meningkatkan sifat mekanis aluminium pada ukuran serbuk (42 μm - 74 μm) sampai (74 μm - 105 μm). Dari hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa semakin halus ukuran serbuk membuat distribusi fly ash dalam matriks aluminium semakin merata.

Kata kunci: Aluminium, Aluminium 7075, Fly ash, AMCs, Stir casting

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Aluminium (Al) adalah salah satu logam *non ferro* yang memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah memiliki berat jenis yang ringan, ketahanan terhadap korosi, dan hantaran listrik yang baik. Adapun sifat dasar dari aluminium (Al) murni adalah memiliki sifat mampu cor yang baik dan sifat mekanik yang jelek [1]. Abu terbang (*fly ash*) merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada pembangkit tenaga listrik. Limbah padat ini terdapat dalam jumlah yang cukup besar. Jumlah abu terbang yang dihasilkan sekitar 15% - 17 % dari tiap satu ton pembakaran batubara [2]. Jumlah tersebut cukup besar, sehingga memerlukan pengolahan yang lebih lanjut.

Pada saat ini perkembangan teknologi

diharapkan menggunakan kekayaan alam dengan hemat tetapi tetap bisa menghasilkan produk dengan kualitas baik. Dengan berkembangnya teknologi material persyaratan tersebut mampu dipenuhi oleh material komposit yaitu *Alumunium-Metal Matrix Composites (AMCs)*. AMCs memiliki densitas yang lebih rendah, tahan korosi, kekuatan dan elastisitas lebih baik sehingga sifat mekanik yang diinginkan dapat diatur tergantung dari kombinasi matrik, penguat dan *interface*. Keunggulan inilah yang menjadi fokus perhatian utama para peneliti untuk menjadikan AMCs sebagai bahan pengganti material konvensional [3]. Proses pembentukan aluminium dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya menggunakan metode *stir casting*. *Stir casting* yaitu metode pengecoran dengan cara melebur logam murni kemudian logam murni yang

sudah mencair tersebut diaduk secara terus-menerus hingga terbentuk sebuah pusaran, kemudian komposit tersebut dicampurkan sedikit demi sedikit melalui tepi dari pusaran yang telah terbentuk itu. Keunggulan proses *stir casting* adalah mampu menggabungkan partikel penguat yang tidak dibasahi oleh logam cair, dan merupakan metode yang paling sederhana dan relative murah [4].

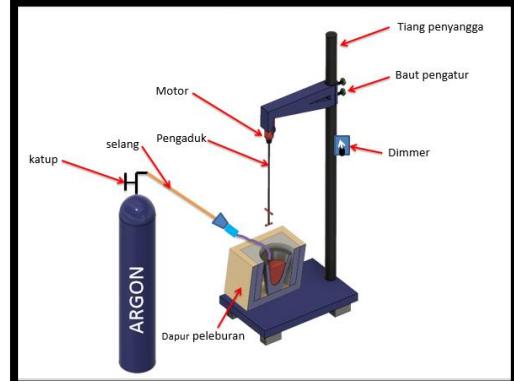
Pengecoran logam adalah proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkan ke dalam rongga cetakan. Proses ini dapat digunakan untuk membuat benda-benda dengan bentuk rumit. Untuk meningkatkan sifat fisik dan mekaniknya, biasanya aluminium murni dipadu dengan unsur lain seperti Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni dan unsur paduan lainnya. Paduan ini nantinya dapat dipergunakan secara luas diberbagai bidang, mulai dari peralatan rumah tangga, peralatan listrik, komponen otomotif, konstruksi sampai di bidang *aerospace*, yaitu untuk membuat badan pesawat terbang [5].

Fly ash merupakan limbah dari pembakaran batubara. seiring dengan meningkatnya penggunaan batubara sebagai bahan bakar di dalam dunia industri, maka *fly ash* yang dihasilkan dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan, seperti pencemaran udara, perairan dan penurunan kualitas ekosistem. Diharapkan pemanfaatan *fly ash* ini menjadi suatu solusi penyelesaian masalah lingkungan yang ditimbulkan dan dapat meningkatkan nilai ekonomi dari *fly ash* tersebut. [5]. Material komposit adalah kombinasi makroskopik dari dua atau lebih bahan yang berbeda, tetapi memiliki ikatan antar keduanya. Komposit digunakan tidak hanya untuk sifat struktural benda, tetapi juga untuk listrik, termal, tribologi, dan aplikasi dilingkungan. Material komposit yang dihasilkan memiliki keseimbangan sifat struktural yang lebih unggul dibanding bahan utamanya [6]. Kebanyakan komposit terdiri dari dua material penguat disebut *filter* dan material matriks. Material *filter* memberikan kekakuan dan kekuatan, sedangkan material matriksnya menahan material bersama dan membantu perpindahan beban pada penguat yang terputus [7]

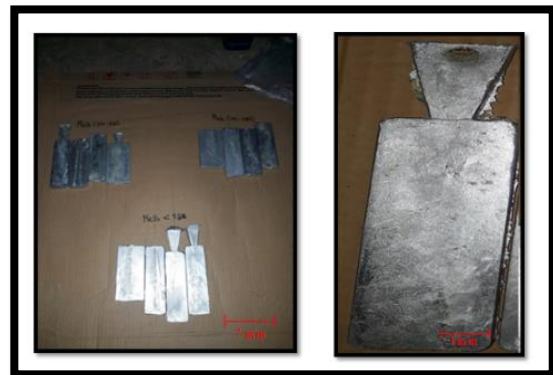
Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran serbuk terhadap sifat mekanis *aluminium matrix composite* berpenguat *fly ash*. Penelitian ini menggunakan metode *Stir casting*, alatnya dapat dilihat pada Gambar 1. Temperatur logam cair 750°C dan putaran motor 500 rpm, dimana Al 7075 dilebur lalu ditambahkan *fly ash* 4Wt% dengan variasi ukuran serbuk $< 42 \mu\text{m}$,

(42 μm - 74 μm), dan (74 μm - 105 μm) kemudian *degassing* menggunakan gas argon lalu dituang kedalam cetakan logam bertemperatur 400°C . Hasil coran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Skema dapur peleburan *stir casting*



Gambar 2.Specimen hasil coran



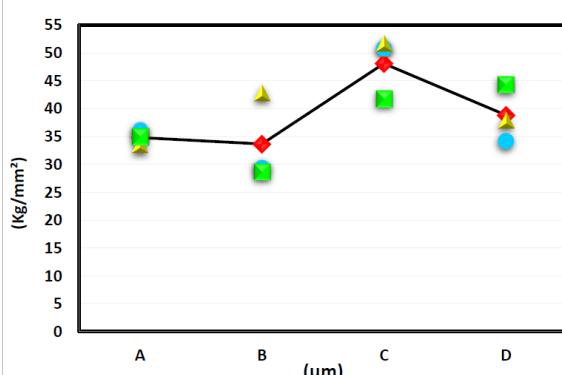
Gambar 3.(a)specimen uji tarik, (d) specimen uji impak

Specimen uji kekerasan berdimensi (20 mm x 20 mm x 5 mm), specimen uji tarik sesuai standart ASTM E-8 dan Specimen uji impak sesuai standart ASTM E-23. Specimen yang sudah dipotong sesuai standart dapat dilihat pada gambar 3. Karakterisasi material dilakukan melalui berbagai pengujian, diantaranya : Pengujian kekerasan, uji tarik, uji impak, dan pengamatan struktur mikro menggunakan Mikroskop Optik.

Hasil dan Pembahasan

A. Pengaruh variasi ukuran serbuk terhadap Kekerasan

Pengaruh variasi ukuran serbuk terhadap kekerasan Al 7075 berpenguat *fly ash* dapat dilihat pada gambar 4. Pada specimen dengan ukuran serbuk *fly ash* < 42 μ m (B) nilai kekerasannya menurun dari sebelumnya 34,83 Kg/mm² menjadi 33,62 Kg/mm², ini bisa terjadi karena ukuran serbuk *fly ash* sangat halus sehingga kandungan unsur silika (SiO₂) dan alumina (Al₂O₃) yang terkandung dalam *fly ash* sangat rendah. Tetapi pada specimen dengan variasi ukuran serbuk *fly ash* (42 μ m - 74 μ m) (C) sampai (74 μ m - 105 μ m) (D) mulai terjadi peningkatan nilai kekerasan secara berturut-turut hingga mencapai HV 48,08 Kg/mm², ini dikarenakan semakin halus ukuran serbuk *fly ash* maka penyebarannya semakin merata dan ikatannya semakin kuat dengan matriks aluminium.

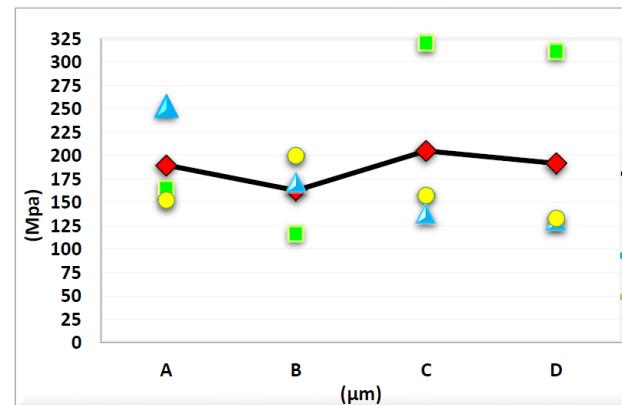


Gambar 4. Grafik nilai kekerasan *vickers* paduan Al 7075 – FA A (Al7075), B (74-105 μ m), C(42 μ m - 74 μ m), D(<42 μ m)

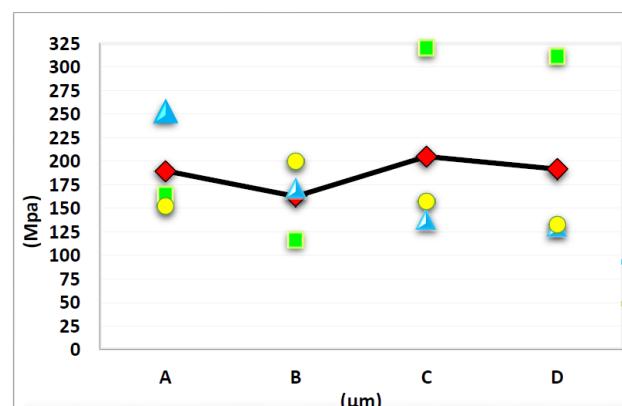
B. Pengaruh variasi ukuran serbuk terhadap Kekuatan Tarik dan Regangan

Pengaruh variasi ukuran serbuk terhadap kekuatan tarik dan regangan Al 7075 berpenguat *fly ash* dapat dilihat pada gambar 5. Tegangan tarik minimum terjadi pada specimen dengan ukuran serbuk *fly ash* < 42 μ m (B) yaitu sebesar 162,7 Mpa. Tegangan tarik maksimum terjadi pada spesimen dengan ukuran serbuk *fly*

ash (42 μ m - 74 μ m) (C) yaitu sebesar 205,2 Mpa.



Gambar 5. Grafik nilai kekuatan tarik paduan Al 7075 – FA



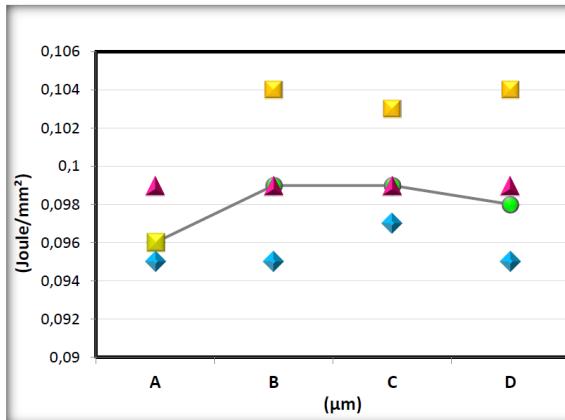
Gambar 6. Grafik nilai regangan paduan Al 7075 – FA

Pada gambar 6 menunjukkan perbandingan regangan masing-masing specimen. Nilai regangan rata-rata yang paling rendah dimiliki oleh spesimen dengan ukuran serbuk *fly ash* < 42 μ m (B) yaitu sebesar 4,88% dan nilai regangan rata-rata yang paling tinggi dimiliki oleh specimen dengan ukuran serbuk *fly ash* (42 μ m-74 μ m) (C) yaitu sebesar 6,13%.

C. Pengaruh variasi ukuran serbuk terhadap Kekuatan Impak

Pengaruh variasi ukuran serbuk terhadap kekuatan impak Al 7075 berpenguat *fly ash* dapat dilihat pada gambar 7 dimana menunjukkan bahwa penambahan 4% penguat *fly ash* meningkatkan ketangguhan, dimana ketangguhan merupakan fungsi dari kekuatan dan keuletan. Ketangguhan aluminium meningkat seiring dengan semakin halusnya ukuran serbuk *fly ash*. Salah satu yang

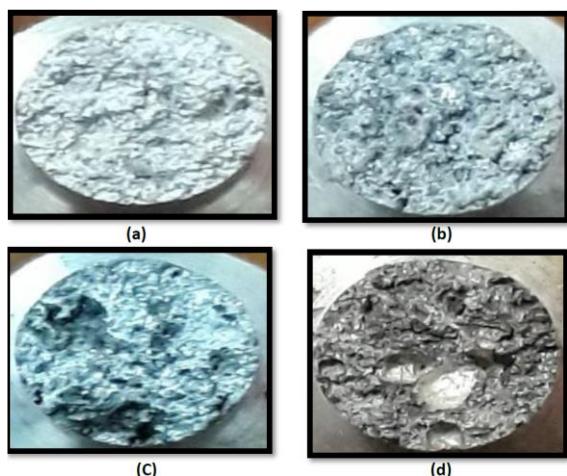
mempengaruhi nilai kekuatan impak paduan Al 7075 - FA (*Fly ash*) adalah dimana semakin halus serbuk *fly ash* maka porositas dalam suatu coran akan lebih kecil menimbulkan retakan sehingga mengakibatkan nilai kekuatan impak meningkat



Gambar 7. Grafik nilai kekuatan impak paduan Al 7075 – FA

D. Pengaruh variasi ukuran serbuk terhadap Permukaan Patahan

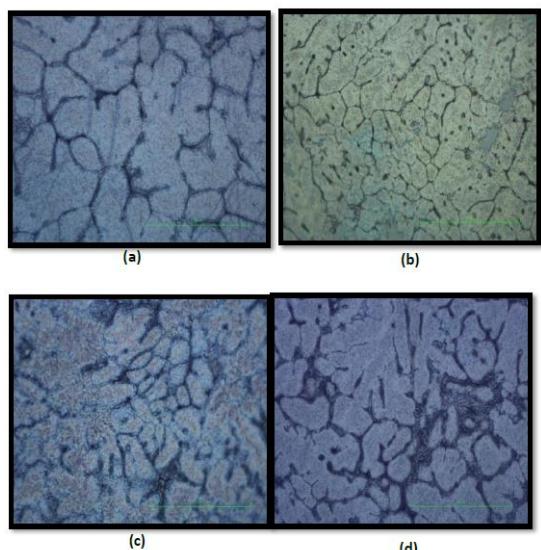
Pada foto makro perpatahan Al 7075 berpenguat FA (*Fly Ash*) yang telah diuji tarik, dapat dilihat permukaan patahan spesimen uji tarik (beban statik), terdapat dua macam jenis patahan yaitu patah getas dan patah ulet. Pada **Gambar 7 (a), (b), (c), dan (d)** menggambarkan bahwa spesimen bersifat getas dimana patah getas memiliki ciri pada patahannya tidak terdapat cup and cone, tidak terjadi necking sehingga spesimen langsung patah jika diberi beban diatas kekuatan tariknya. Selain itu, patahannya membentuk sudut 90° terhadap sumbu normal spesimen.



Gambar 7. Foto makro patahan aluminium berpenguat *fly ash*. (a) Al7075, (b) $< 42 \mu\text{m}$, (c) (42 μm -74 μm), (d) (74 μm -105 μm)

E. Pengaruh variasi ukuran serbuk terhadap Struktur mikro

Perbandingan foto struktur mikro paduan Al 7075 – FA dari urutan gambar 8 (a),(d), (c),(b) dapat dilihat bahwa semakin halus ukuran serbuk *fly ash* membuat ukuran butir aluminium semakin kecil, distribusi *fly ash* dalam matriks aluminium semakin merata seiring dengan semakin halusnya ukuran serbuk *fly ash* dan begitu pula dengan porositas dalam matriks aluminium yang tidak terlihat



Gambar 8. Foto Struktur mikro. (a) Al7075, (b) $< 42 \mu\text{m}$, (c) (42 μm -74 μm), (d) (74 μm -105 μm)

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penulis dapat menarik kesimpulan:

- Nilai kekerasan terbesar paduan Al 96% – FA 4% ditunjukkan oleh spesimen dengan ukuran serbuk *fly ash* (42 μm -74 μm). Nilai uji tarik terbesar ditunjukkan oleh spesimen dengan variasi ukuran serbuk *fly ash* (42 μm -74 μm), Regangan terbesar ditunjukkan oleh spesimen dengan ukuran serbuk *fly ash* (42 μm -74 μm). Nilai kekuatan *Impack* terbesar ditunjukkan oleh spesimen dengan variasi ukuran serbuk *fly ash* $< 42 \mu\text{m}$.
- Karakteristik perpatahan yang terjadi pada bahan Al 7075 menunjukkan bahwa spesimen bersifat getas.
- Dari foto struktur mikro pembesaran 500 kali dengan persentase 96% Al dan 4 Wt% *fly ash* dapat disimpulkan bahwa semakin halus ukuran serbuk *fly ash* membuat ukuran butir aluminium semakin kecil, distribusi *fly ash* dalam matriks aluminium semakin merata.

Referensi

- [1] Surdia, T., dan Saito, S., 1995, Pengetahuan Bahan Teknik, Cetakan Ke3, PT.Padnya Paramita, Jakarta.
- [2] Safitri. E., Djumari, 2009, Kajian Teknis dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Batubara (fly ash), Surakarta
- [3] Surappa, M K., 2003, *Aluminium Matrix Composites: Challenges and Opportunities*, India: Department of Metallurgy, Indian Institute of Science.
- [4] Darusman, S. (2010), *Stir Casting Pengecoran*. Dipetik oktober 13, 2017, dari <http://eprints.Darusman.S.ac.id>
- [5] Haryadi, G. D., 2006, *Pengaruh penambahan fly ash melalui proses separasi iron oxide an coal terhadap keausan aluminium*
- [6] Agus Supriahanto, B. S. 2009. *Pengujian Mekanik dan Fisik Pada Metal Matrix Compisite (MMC) Aluminium Fly Ash*
- [7] Kartaman, M., 2010, *Fabrikasi Komposit Al/Al₂O₃ Coated dengan Metode Stir Casting dan Karakterisasinya*, Depok: Universitas Indonesia.