

PENGARUH PENAMBAHAN MAGNESIUM DAN STRONTIUM TERHADAP KEKERASAN KOMPOSIT A356/nano-Al₂O₃ DENGAN METODE STIR CASTING

Rahmatullah Tites Wicaksono¹, Salahuddin Junus², Imam Sholahuddin², M.Fahrur Rozy²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121
²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121

Email: rahmat.basah@yahoo.com

ABSTRAK

Komposit logam atau biasa dikenal MMC adalah material yang terdiri dari matrik berupa logam dan paduannya yang diperkuat oleh bahan penguat dalam bentuk *continous fibre*, *whiskers*, atau *particulate*. Komposit aluminium dapat dihasilkan menggunakan metode *Stir Casting*. Al₂O₃ sebagai *reinforce* dengan ukuran nano dapat meningkatkan kekuatan tarik dan kekerasan dari komposit aluminium. Strontium sebagai *modifier* mengubah morfologi fase Mg₂Si pada komposit aluminium menjadi lebih halus serta meningkatkan kepadatan jumlah partikel fasa eutektik Mg₂Si. Komposit aluminium dikombinasikan dengan variasi persentase Strontium 0.02% hingga 0.03%, Mg 3% hingga 7%, dan nano Al₂O₃ sebesar 1%, 2%, dan 3%. Pengujian menunjukkan hasil yang optimal untuk kekerasan dengan persentase strontium sebesar 0.03%, Mg 7%, dan Al₂O₃ 3% dengan nilai kekerasan 68,6 HRB.

Keywords : Aluminium A356, Metal Matrix Composite, Mechanical Properties, Hardness

INTRODUCTION

Dewasa ini penggunaan aluminium dan paduan aluminium mengalami kenaikan yang signifikan di bidang industri karena gabungan dari sifat mekanik, fisik, dan tribologinya yang melebihi dari sifat paduan dasar. Sifat – sifat yang didapat yakni, kekuatan yang tinggi, ketahanan aus yang tinggi, kekakuan yang tinggi, koefisien thermal yang dapat dikontrol dan kapasitas pembasahan (*damping*) yang lebih baik [1].

Komposit logam atau *Metal Matrix Composite* (MMC) merupakan material yang dibentuk dengan menggabungkan dua material atau lebih untuk memperoleh material baru yang mempunyai sifat mekanik yang lebih baik. MMC terdiri dari matriks dan *reinforce*, matriks dari MMC biasanya menggunakan logam lunak seperti aluminium, dan *reinforce* menggunakan material keramik berukuran mikro hingga nano seperti SiC, Al₂O₃, dsb. Semakin kecil ukuran partikel dari *reinforce* maka semakin kecil juga tingkat porositas dari MMC [2].

Penambahan unsur *modifier* seperti Sr dapat memperbaiki mikrostruktur dari komposit A356/nano-Al₂O₃. Sr berfungsi sebagai penghalus dan pemerata dari persebaran silikon dalam komposit A356/nano-Al₂O₃, semakin rata persebaran silikon dalam fase *hypo eutektiknya* maka akan semakin bertambah *Yield strength*, *Elongasi* dan *Tensile strengthnya* [3].

Stir Casting merupakan sebuah proses pembentukan logam dengan mencairkan material utama sampai ke titik lelehnya lalu diaduk bersamaan dengan dicampurnya serbuk penguat (*reinforce*) sebagai unsur penguat, sehingga memperluas *interface* antar *reinforce* dan matriks. Fungsi dari *stir casting* yaitu untuk mempermudah pencampuran antara matriks dan *reinforce* dengan cara pengadukan pada saat dalam kondisi *semi-solid*, dengan adanya pengadukan ini akan menyebabkan persebaran partikel nano *reinforce* lebih merata [4].

Dalam penelitian ini akan dilakukan pembuatan komposit logam dengan menggunakan metode *stir casting*. Penelitian ini juga akan mencari pengaruh penambahan Mg dan Sr sebagai *modifier* terhadap karakterisasi komposit A356/nano-Al₂O₃. Pengujian dalam penelitian ini meliputi uji tarik, uji kekerasan, dan struktur mikro yang meliputi SEM dan XRD. Dari hasil penelitian ini diharapkan ada peningkatan sifat mekanik dari komposit A356/nano-Al₂O₃.

EXPERIMENTAL METHOD

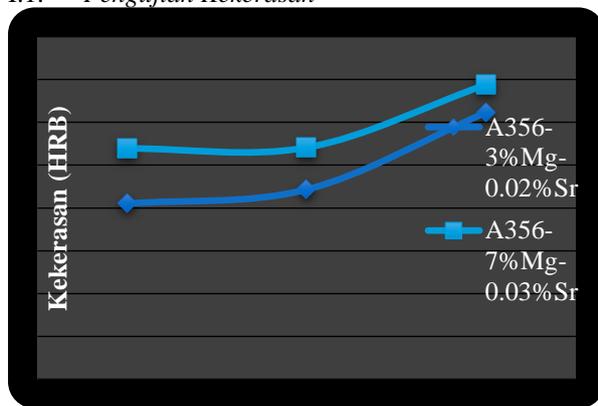
Aluminium paduan A356 dengan berat 250 g di masukkan kedalam *crucible*. Serbuk nano Al₂O₃ (dengan kemurnian 97,1% berbentuk *spherical* dan diameter rata-rata 85 nm) digunakan sebagai partikel *reinforce*. Sebelum dicampurkan ke dalam *crucible*, nano Al₂O₃ 1%, 2%, dan 3% fraksi berat dipanaskan pada temperatur 450°C selama 30 menit. Aluminium

paduan dipanaskan dengan temperatur 750°C dan ditahan selama 20 menit hingga mencair. Gas Argon ditiupkan ke lelehan aluminium untuk menghilangkan udara yang terjebak agar menghindari oksidasi yang tidak diinginkan. Mg terlebih dahulu dimasukkan kedalam *crucible* kemudian Al₂O₃ dan Sr dimasukkan dengan variasi yang sudah ditentukan. Campuran tersebut kemudian di aduk menggunakan *stirrer* selama 15 detik dengan 500 rpm.

Setelah proses pencampuran selesai, campuran aluminium dimaukan kedalam cetakan baja SKD61 yang telah dipanaskan dengan suhu 400°C. Setelah membeku, sampel kemudian diproses pemesinan untuk pengujian kekerasan.

RESULT AND DISCUSSION

I.1. Pengujian Kekerasan



Gambar 1. Variasi kekerasan (a) A356-3%Mg-0,02%Sr.(b) A356-7% Mg-0,03%Sr terhadap %wt nanoAl₂O₃

Pada Gambar 1, Berdasarkan data yang didapat dari hasil pengujian kekerasan dapat diketahui bahwa semakin besar penambahan kadar Al₂O₃ dalam komposit mampu meningkatkan kekerasan komposit A356. Peningkatan nilai kekerasan dalam komposit ini disebabkan karena perubahan mikrostruktur silikon eutektik dari komposit A356. Perubahan mikro struktur komposit sendiri terjadi pada bentuk silikon eutektik yang semula memiliki bentuk acicular dan memiliki konsentrasi tegangan yang tinggi, berubah menjadi bentuk yang fibrous yang tersebar merata dan mengurangi konsentrasi tegangannya [5].

Nilai kekerasan tertinggi sebesar 68.6 HRB dengan penambahan Magnesium 7%, nano Al₂O₃ 3% dan stronsium 0,03%. sedangkan nilai kekerasan terendah sebesar 24,4 HRB dengan penambahan 3% Mg, 1% nano Al₂O₃ dan 0,02% Sr. Penambahan 0,02% stronsium dan 1% Al₂O₃ dalam komposit A356 menyebabkan terjadinya perubahan struktur yang kurang signifikan sehingga mendapatkan nilai kekerasan terendah dibandingkan variasi lainnya.

Perubahan struktur silikon eutektik yang signifikan terjadi pada penambahan Sr sebesar 0,03% sehingga mendapatkan nilai kekerasan yang tinggi. Struktur silikon eutektik yang semula berbentuk acicular kasar menjadi bentuk yang lebih halus. Perubahan mikrostruktur ini menyebabkan perubahan terhadap nilai kekerasan komposit A356 tersebut. Perubahan mikro struktur ini hanyalah salah satu dari peningkatan nilai kekerasan ini, selain perubahan mikro struktur, kecepatan pembekuan serta heat treatment merupakan variabel yang mempengaruhi kekuatan komposit, khususnya kekuatan tarik komposit Al-Si [5]. Penambahan 7% magnesium terlihat lebih signifikan dikarenakan fungsi dari magnesium sebagai *wetting agent* untuk partikel penguat Al₂O₃, dengan semakin bertambahnya %wt magnesium akan memudahkan partikel penguat Al₂O₃ untuk berikatan dengan matriksnya yakni Aluminium, selain itu magnesium juga meningkatkan ikatan antar *interface* matriks dengan *reinforce* serta memperkuat matriks aluminium melalui *solid solution hardening* [6]. Penambahan partikel keramik nano Al₂O₃ sebagai *reinforce* mengurangi ukuran butir aluminium, dimana aluminium sendiri berperan sebagai matriks. Penghalusan butir terjadi akibat partikel keramik nano Al₂O₃ berperan sebagai inti untuk pembentukan butir saat terjadinya proses solidifikasi dan dengan waktu bersamaan partikel keramik tersebut akan menghambat proses dari pertumbuhan butir aluminium sehingga dapat meningkatkan sifat mekaniknya seperti kekerasan [7]. Penambahan Al₂O₃ sebesar 3% menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penambahan variasi 1% dan 2%, dikarenakan proses penghalusan butir matriks aluminium lebih optimal pada penambahan Al₂O₃ sebesar 3%.

CONCLUSION

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Penambahan modifier stronsium dalam komposit A356 mempengaruhi nilai kekerasan komposit A356, dimana kekerasan tertinggi didapati dengan penambahan stronsium sebesar 0,03%, Mg 7%, dan Al₂O₃ 3% . Dengan nilai kekerasan sebesar 68,6 HRB.

REFERENCES

- [1] Das S, M. D. (2008). Synergic effect of *reinforcement* and heat treatment on the two body abrasive wear of an Al-Si alloy under varying loads and abrasive sizes, *Wear*, Vol. 264.

- [2] Sadi, V. M. (2013). *Pengaruh Parameter Faktor Stir Casting pada Porositas Komposit Al-SiC*.
- [3] Tongmin Wang, Y. Z. (2014). *Effects of Sr on the microstructure and mechanical properties of in situ TiB₂ reinforced A356 composite*, 1-2.
- [4] S.A Sajjadi, H. E. (2011). *Microstructure and mechanical properties of Al–Al₂O₃ micro and nano composites fabricated by stir casting*, 3-4.
- [5] Amri. (2008). *Pengaruh Penambahan Modifier Strontium Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Paduan AC8H Hipereutektik*.
- [6] Ali Mazahery, Mohsen Ostad Shabani. (2011). *Plasticity and microstructure of A356 matrix nano composites*.
- [7] Daoud, A., El-Bitar, T. and Abd El-Azim, A.N. (1999), "Tensile properties & fracture behavior of rolled Al5Mg-Al₂O₃ or Graphite Particulate Composites", International Conference on Production Engineering, Design & Control, P. 1405