

ALUMINIUM+TEMBAGA MATRIK COMPOSIT DENGAN PENGUAT ABU TERBANG DIBUAT SECARA EKSTRUSI PANAS

Subarmono dan Yuda Baskoro

barmono_sbr@yahoo.com

Jurusan Teknik Mesin dan Industri FT UGM

ABSTRAK

Aluminium murni memiliki kekuatan dan kekerasan yang relatif rendah. Sedangkan duralumin yaitu paduan aluminium dan tembaga memiliki kekuatan tarik relatif cukup tinggi. Maka pada penelitian ini akan dicari pengaruh penambahan penguat abu terbang terhadap sifat mekanis pada *aluminum matrix composite* (AMC) dengan matrik aluminium dan tembaga yang dibuat dengan proses ekstrusi panas (*hot extrusion*). AMC dibuat dari bahan *aluminum fine powder* (serbuk aluminium) dicampur dengan 2,5% berat serbuk tembaga sebagai matrik dan abu terbang sebagai penguat. Abu terbang dengan fraksi berat 10%, 12,5% dan 15% ditambahkan kedalam campuran aluminium dan tembaga, setiap campuran serbuk aluminium+tembaga dan abu terbang diaduk menggunakan *rotary mixer* selama 2 jam. Kemudian setiap campuran dikompaksi dengan tekanan 100 MPa sehingga menjadi *green body*, selanjutnya *green body* dipanaskan pada temperatur 600°C dilanjutkan proses ekstrusi. AMC hasil ekstrusi diuji kekerasan, porositas dan laju keausan, berturut-turut menggunakan metode Vickers *hardness*, Archimedes dan *pin on disc* serta pengamatan struktur mikro menggunakan SEM. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kekerasan AMC meningkat seiring dengan kenaikan fraksi berat abu terbang sampai fraksi beratnya 12,5%, selebihnya kekerasannya cenderung menurun. Kekerasan tertinggi adalah 88 kg/mm², porositas terbaik 2,9% dan laju keausan 0,0276 mg/(MPa.m)

Kata kunci : aluminium matrix composite, ekstrusi panas, tembaga.

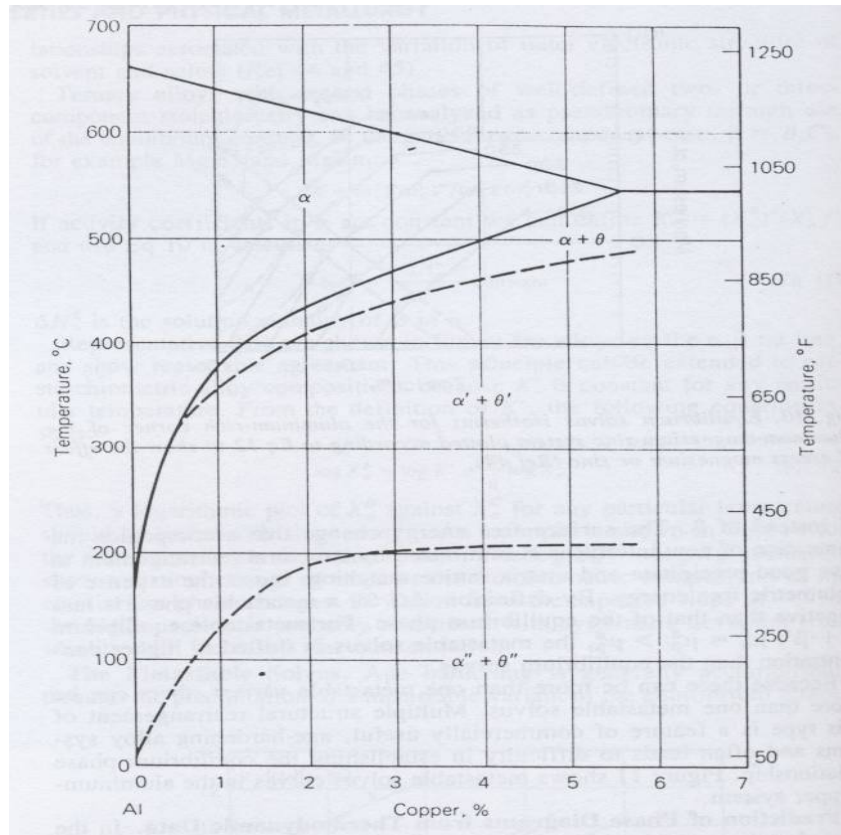
PENDAHULUAN

Keausan bahan komposit sangat tergantung pada dua faktor, pertama faktor mekanis antara lain kecepatan luncur dan gaya normal, kedua faktor bahan antara lain fraksi volume bahan penguat, jenis bahan dan ukuran bahan penguat. Dalam penelitiannya yang dilakukan dengan metode *pin on disk*, pin dari baja karbon dan disk dari MMC dilakukan dengan gesekan kering, gaya normal dan kecepatan gesek rendah (10 N dan 0,1 m/dt) untuk mengeliminasi pengaruh panas. Bahan MMC adalah Al2024 sebagai matrik, whisker SiC diameter 0,1-1 µm dan panjang 5-25µm sebagai penguat dengan fraksi volume 5-29% (MMCw), partikel SiC diameter 10 µm sebagai penguat dengan fraksi volume 2-10% (MMCp). MMC dibuat dengan teknologi serbuk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keausan MMC menurun bila fraksi volume penguat bertambah, kecuali MMC dengan penguat serat memberikan laju keausan terendah pada fraksi volume 10%. Penurunan laju keausan karena deformasi plastis pada MMC dengan fraksi volume besar berkurang [1]. Pembuatan MMC berbahan matrik aluminium murni, berpenguat alumina dan Al₄C₃ dengan teknologi serbuk maupun metode pengujian aus menggunakan *pin on disk*. Cara pembuatan MMC, bahan matrik dan penguat dicampur dilanjutkan penekanan dingin diteruskan dengan ekstrusi pada temperatur 500°C untuk menghasilkan MMC berdiameter 10 mm. Dalam pengujian keausan benda uji dibuat dari MMC berupa pin berdiameter 8 mm dan disk dibuat dari besi tuang kelabu. Kekuatan tekan dan kekerasan akan turun serta laju keausan meningkat bila temperatur naik diatas 200°C [2]. MMC dengan matrik Al 2024 dan pembuatannya dengan metode penuangan dan berpenguat SiC berukuran 29, 45 dan 110 µm dengan fraksi berat 10% dan 20% telah diuji. Hasilnya bahwa MMC kekerasannya meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi berat penguat. Kekerasan bahan matrik 78 BHN meningkat menjadi 125 BHN bila ditambah bahan penguat 20% berat. Porositas MMC juga meningkat

bila fraksi penguat bertambah, tetapi porositas menurun bila ukuran partikel penguat bertambah besar. Disamping itu sifat MMC tidak hanya tergantung matrik, partikel penguat dan fraksi berat penguat tetapi juga distribusi partikel penguat dan ikatan antara matrik dan partikel penguat [3]. AMC dengan penguat abu terbang yang dibuat dengan cara hot pressing telah dilakukan, sifat mekanis AMC meningkat pada temperatur sinter yang tepat dan fraksi berat abu terbang tertentu [4]. Pengujian keausan MMC dengan metode *pin on disk* tetapi metode pembuatan MMC yang berbeda yaitu dengan metode *pressure infiltration technique*, bahan matrik aluminium murni dan Al + Mg, bahan penguat alumina 37% fraksi volume dan SiC 25%. Hasil menunjukkan bahwa kekerasan MMC meningkat seiring dengan penambahan Mg. Laju keausan menurun bila Mg bertambah besar. Laju keausan meningkat tajam bila temperatur diatas 200°C [5]. Permasalahan dalam pembuatan MMC adalah reaksi antara matrik dan penguat. Untuk mengatasi hal itu dalam pembuatan MMC kontak antara matrik dan penguat harus sesingkat mungkin. Cara yang dapat mengatasi hal tersebut adalah *gas pressure infiltration*. Untuk mendapatkan hasil yang baik bila temperatur rendah tekanan gas harus tinggi sebaliknya bila temperatur tinggi tekanan gas dapat lebih rendah. MMC yang dihasilkan mempunyai tegangan lentur yang tinggi yaitu 558 MPa untuk MMC dengan penguat 13% vol. alumina/SiC. Bila temperatur cairan dan tekanan gas lebih tinggi dapat dihasilkan MMC dengan densitas dan tegangan lentur lebih tinggi [6]. MMC dengan matrik aluminium dan penguat alumina telah diteliti. MMC dibuat dengan menggunakan *hot pressing* dilanjutkan dengan *hot extrusion*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa uji tarik aluminium tanpa penguat tegangan maksimum 171 MPa, MMC dengan fraksi penguat semakin besar tegangan tariknya semakin rendah yaitu 135 MPa untuk MMC dengan 10% berat penguat. Sedang pengujian desak tegangan tertinggi pada MMC dengan penguat 2,5% berat penguat sebesar 250 MPa [7]. Aluminium matrix composit (AMC) dengan matrik aluminium dan penguat abu terbang yang dibuat secara ekstrusi panas, hasil pengujian menunjukkan bahwa sifat mekanis AMC meningkat seiring dengan kenaikan fraksi berat abu terbang sampai 12,5% selebihnya sifat mekanis AMC menurun [8]. Paduan aluminium-tembaga memiliki temperatur *eutectic* 548°C dan kesetimbangan *aluminum-solid solution* dengan 5,7 % berat tembaga sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam hal ini dapat mempermudah pembuat AMC dengan proses penekanan panas [9].

METODE PENELITIAN

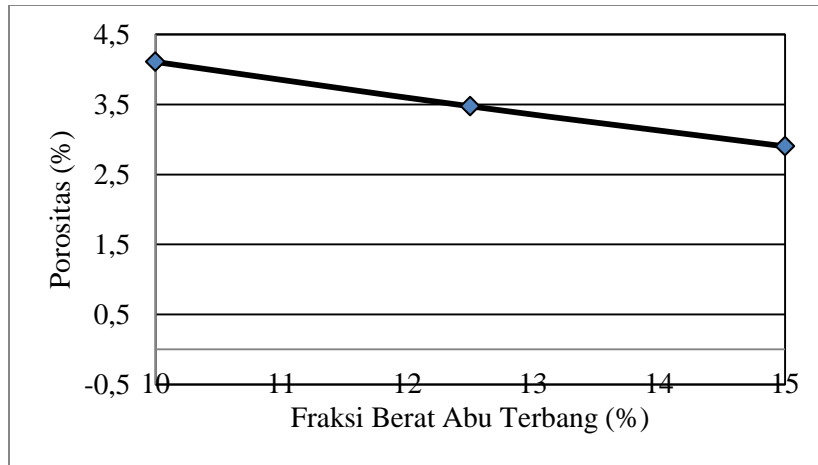
AMC dibuat dari bahan *aluminum fine powder* (serbuk aluminium) dicampur serbuk tembaga dengan persen berat 2,5 % sebagai matrix dan abu terbang sebagai penguat. Abu terbang dengan fraksi berat 10%, 12,5% dan 15% ditambahkan kedalam campuran aluminium dan tembaga, setiap campuran serbuk aluminium+tembaga dan abu terbang diaduk menggunakan *rotary mixer* selama 2 jam. Kemudian setiap campuran dikompaksi dengan tekanan 100 MPa sehingga menjadi *green body*, selanjutnya *green body* dipanaskan pada temperatur 600°C dilanjutkan proses ekstrusi dengan perbandingan ekstrusi 4/9. AMC hasil ekstrusi diuji kekerasan, porositas dan laju keausan, berturut-turut menggunakan metode Vickers *hardness*, Archimedes dan *pin on disc* serta pengamatan struktur mikro menggunakan SEM.



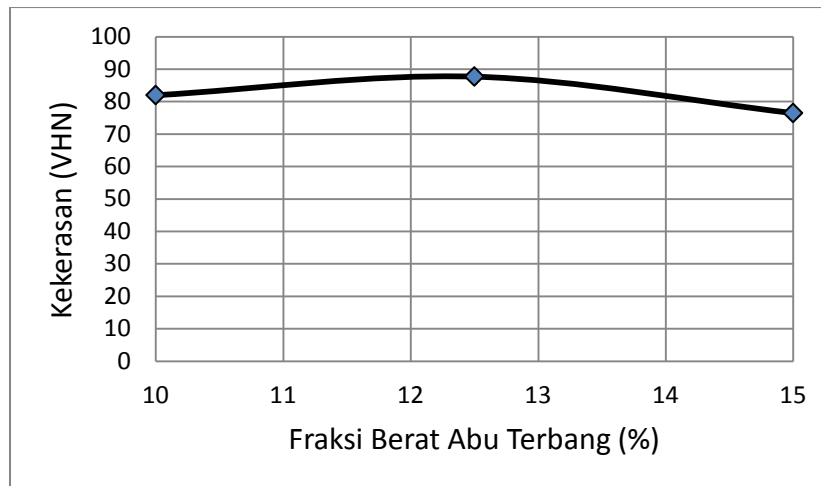
Gambar 1. Diagram fasa aluminium-tembaga.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

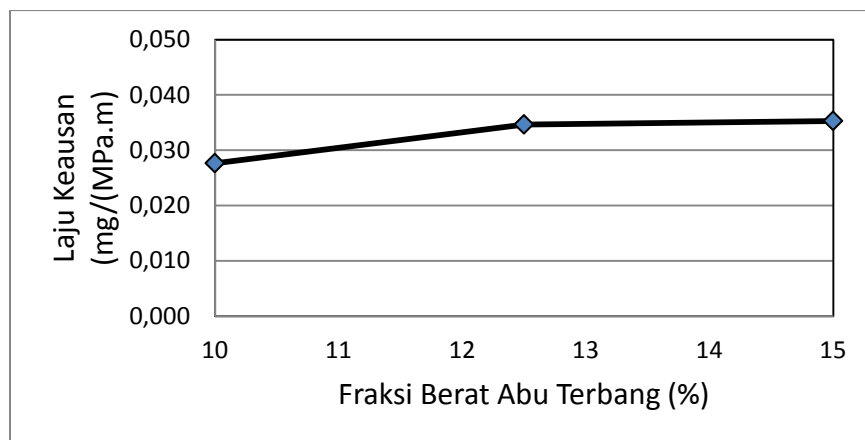
Hasil pengujian porositas sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, menunjukkan bahwa porositas menurun seiring dengan kenaikan fraksi berat abu terbang, hal ini terjadi karena ukuran partikel abu terbang lebih kecil dibanding ukuran partikel aluminium sehingga partikel abu terbang dapat mengisi rongga antar partikel aluminium. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan struktur mikro yang ditunjukkan pada Gambar 5 (a), (b) dan (c), AMC dengan fraksi berat abu terbang 15% menunjukkan paling sedikit rongga atau AMC dengan porositas terendah yaitu sebesar 2,9 % sedang AMC yang lain memiliki porositas lebih besar. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan bahwa kekerasan tertinggi sebesar 88 VHN pada AMC dengan fraksi berat 12,5% sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, kekerasan tertinggi ini disebabkan adanya partikel keras berupa abu terbang yang dapat meningkatkan kekerasan AMC dan porositas AMC yang rendah sehingga lebih padat. Hasil pengujian laju keausan menunjukkan laju keausan terendah adalah 0,0276 mg/(MPa.m) pada AMC dengan fraksi berat abu terbang 10% sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Namun perbedaan laju keausan ini tidak besar atau besarnya laju keausan AMC hampir sama.



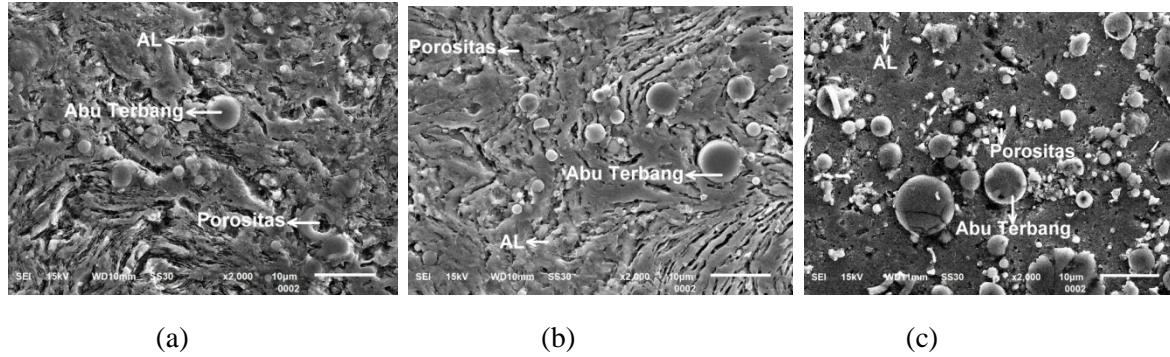
Gambar 2. Hubungan porositas AMC dengan fraksi berat abu terbang.



Gambar 3. Hubungan kekerasan AMC dengan fraksi berat abu terbang.



Gambar 4. Hubungan laju keausan AMC dengan fraksi berat abu terbang.



Gambar 5. Struktur mikro AMC dengan fraksi berat abu terbang, a) 10%, b) 12,5% dan c) 15%

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kekerasan AMC meningkat seiring dengan kenaikan fraksi berat abu terbang sampai fraksi beratnya 12,5%, selebihnya kekerasannya cenderung menurun. Kekerasan tertinggi adalah 88 kg/mm^2 , porositas terbaik 2,9% dan laju keausan $0,0276 \text{ mg/(MPa.m)}$

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Miyajima T., Iwai Y., 2003, *Effects of Reinforcements on Sliding Wear Behavior of Aluminum Matrix Composites.*, pp. 606-616, Journal of Wear, Elsevier.
- [2] Abouelmagd G., 2004, *Hot Deformation and Wear Resistance of P/M Aluminum Metal Matrix Composites.*, pp. 1395-1401, Journal of Materials Processing Technology, Elsevier.
- [3] Sahin Y., 2003, *Preparation and Some Properties of SiC Particle Reinforced Aluminium Alloy Composites.*, pp.671-679, Journal of Materials and Design, Elsevier.
- [4] Subarmono, Jamasri, Wildan MW dan Kusnanto, 2009, *Effects of Sintering Temperatur on Mechanical properties of Aluminum-5% Fly Ash Composite Produced Using Hot Pressing*, Jurnal Teknik Mesin Vol. 9, No. 2, Hal. 100-104.
- [5] Ahlatci, H., Kocer, T., Candan, E., Cimenoglu, H., 2005, *Wear Behaviour of Al/(Al₂O₃ + SiC) Hybrid Composites*, pp.1-8, Journal of Tribology, Elsevier.
- [6] Demir A., Altinkok N., 2004, *effect of gas pressure infiltration on microstructure and bending strength of porous Al₂O₃/SiC-reinforced aluminium matrix composites.*, pp. 2067-2074, Journal of Composites Science And Technology, Elsevier.
- [7] Mazen A.A., Ahmed A.Y., 1998, *Mechanical behaviour of Al-Al₂O₃ MMC manufacture by PM technique. Part I – scheme I processing parameters*, pp. 393-401, Journal of Materials Engineering and Performance.
- [8] Subarmono, Jamasri, Wildan MW dan Kusnanto, 2010, *Mechanical Properties of Aluminim/Fly ash Composites Produced by Hot Extrusion*, Material Science Research India Vol. 7, No. 1 Hal 95-100.
- [9] Shackelford JF, 1992, *Introduction To Materials Science For Engineers*, 3 ed, Maxwell Macmillan Canada.