

M4-008 PENGARUH TEKANAN UNIAKSIAL DAN TEMPERATUR PEMANASAN TERHADAP SIFAT MEKANIS KOMPOSIT ALUMINIUM – ALUMINA LOKAL

Subarmono

Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika 2, Yogyakarta
E-mail : barmono_sbr@yahoo.com

Abstrak

Aluminium matrik komposit (AMC) dibuat dengan cara penuangan dan teknologi serbuk. Kelemahan proses penuangan adalah campuran matrik dan penguat tidak homogen bila berat jenis keduanya berbeda. Kelemahan proses teknologi serbuk adalah waktu proses sintering cukup lama. Penelitian ini bertujuan untuk membuat AMC dengan proses penekanan panas yaitu pada temperatur di atas temperatur sintering tetapi sedikit di bawah titik cair bahan matrik. Pada penelitian ini alumina lokal sejumlah 12,5% dan 15% berat sebagai penguat dicampur dengan serbuk aluminium sebagai matrik. Setiap campuran diaduk menggunakan rotay mixer selama 3 jam. Campuran aluminium dan alumina lokal dipanaskan di dalam silinder pada temperatur 600°C, 625°C dan 650°C. Selanjutnya pada setiap pemanasan pada temperatur yang sudah ditentukan campuran penguat dan matrik dikompaksi secara uniaksial pada tekanan 350 MPa. Kekeerasan Vickers, ketahanan aus dan porositas komposit diuji serta struktur mikro diamati menggunakan SEM. Hasil menunjukkan bahwa AMC terbaik adalah AMC dengan fraksi berat alumina 15 %, temperatur pemanasan 650°C dan jarak dari torak penekan 1 cm. Basarnya kekeerasan Vickers, porositas dan laju keausan terbaik berturut-turut adalah 77,3 VHN, 0,7 % dan 0,025 mg/(MPa.m).

Kata kunci : AMC, alumina lokal, kompaksi

1. PENDAHULUAN

*Metal matrix composites (MMC) umumnya dibuat dari bahan matrik logam ringan seperti aluminium atau magnesium dengan penguat grafit, boron, aluminium oksida dan silikon karbid. Bentuk penguat dapat berupa serat panjang, serat pendek dan partikel (Rawal 2001). Secara umum kemampuan komposit dalam menahan gaya luar yang searah arah serat semakin besar bila serat semakin panjang dan ketangguhannya juga tinggi. Sedang komposit dengan bahan penguat berupa partikel ketangguhannya lebih rendah dibanding penguat serat panjang. Tetapi ketahanan terhadap aus lebih baik (Hadi, 2000). MMC dengan matrix aluminium dan penguat serat boron, serat karbon, aluminium oksida dan silikon karbid menghasilkan MMC dengan kekuatan tinggi dan berat jenis rendah (Nin, 1993). Rawal (2001) menjelaskan bahwa serat boron dan *graphite* dapat menghasilkan MMC kekuatan tinggi, berat jenis rendah dan koefisien muai panjang rendah. Sedangkan cara pembuatan MMC dapat dilakukan dengan cara penuangan (Sevik*

dan Kurnaz, 2005; Sahin, 2003), teknologi serbuk (Zhang, 2004; Mazen dan Ahmed, 1998) dan *pressure infiltration* (Ahlatci dkk, 2005; Demir dan Altinkok, 2004).

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk aluminium (Merck) buatan Jerman sebagai matrik dan alumina lokal sebagai penguat. Alumina lokal dengan variasi berat 12,5% dan 15% dicampur dengan serbuk aluminium. Setiap komposisi diaduk menggunakan rotary mixer selama 3 jam. Campuran serbuk aluminium dan alumina lokal dimasukkan kedalam silinder baja berdiameter 8 mm kemudian dipanaskan pada temperatur 600°C, 625°C dan 650°C selama 15 menit dan diikuti kompaksi secara uniaksial dengan tekanan 350 Mpa selama 5 menit. Benda uji hasil kompaksi panas diuji kekerasan Vickers, porositas dan ketahanan aus serta struktur mikro diamati menggunakan SEM.

Kekerasan komposit diukur menggunakan uji kekerasan Vickers, dan kekerasan Vickers dihitung sebagai berikut :

$$VHN = \frac{1,854P}{L^2} \quad (1)$$

Dalam hal ini:

VHN =kekerasan Vickers (kg/mm²)

P = gaya indentor (kg)

L = diagonal bekas penekanan indentor (mm)

Prinsip Archimedes digunakan untuk mengukur densitas yaitu dengan cara menimbang benda uji di dalam air dan di udara. Densitas benda uji dapat dihitung sebagai berikut:

$$\rho_b = \frac{G_a}{(G_a - G_w)} \quad (2)$$

Dalam hal ini:

G_a = berat benda uji di udara

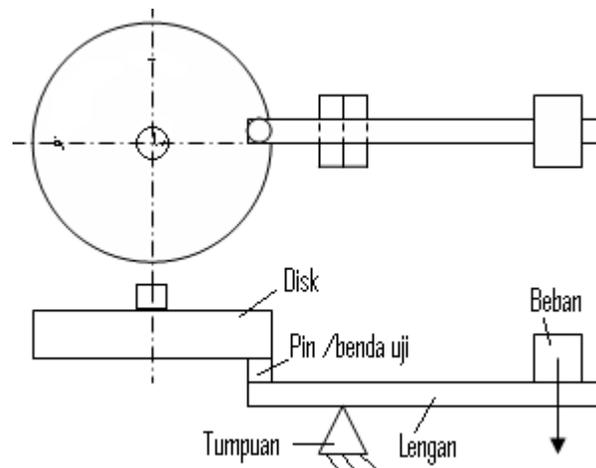
G_w = berat benda uji di air

Porositas dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\Phi = \frac{(\rho_t - \rho_b)}{\rho_t} \quad (3)$$

Dalam hal ini ρ_t densitas teoritis

Ketahanan aus diuji menggunakan cara *pin on disk*. Disk dibuat dari besi tuang yang dipoles menggunakan kertas amplas nomer 1200. Disk diputar menggunakan spindle mesin frais dengan putaran 80 rpm, sedang pin (benda uji) dijepit pada ujung lengan, ujung lengan yang lain diberi beban (Gambar 1). Lama pengujian setiap benda uji adalah 10 menit. Sebelum dan sesudah pengujian benda uji ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 1 mg. Perbedaan berat sebelum dan sesudah pengujian adalah berat yang hilang karena gesekan.



Gambar 1. Skema uji keausan

Laju keausan didefinisikan sebagai berat yang hilang setiap satuan tekanan dan satuan jarak gesekan.

$$W_r = \frac{W \cdot A}{Q \cdot S} \text{ mg/(MPa.m)} \quad (4)$$

Dalam hal ini:

W = berat yang hilang

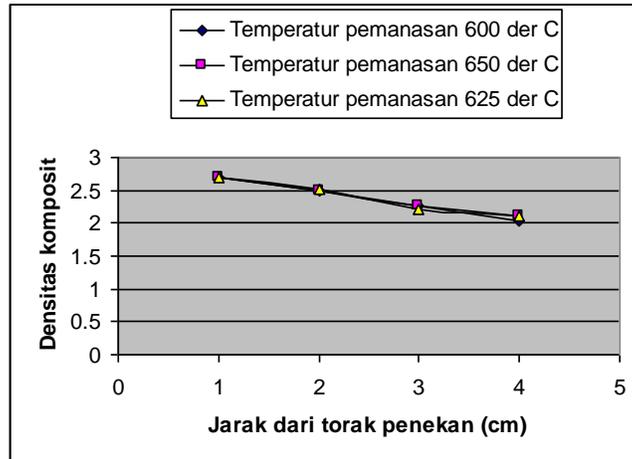
Q = gaya pada pin (50 N)

A = luas penampang pin (50 mm²)

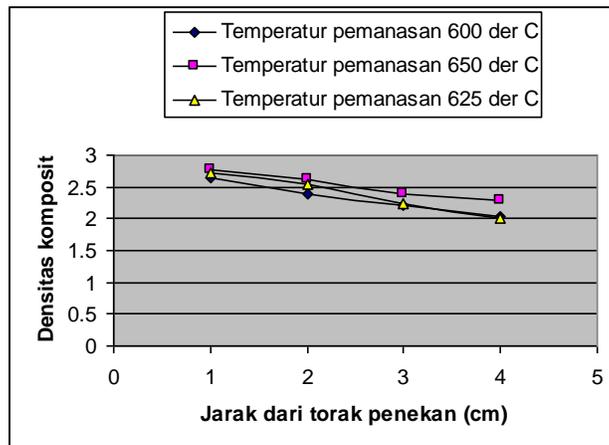
S = panjang lintasan gerakan pin (452,4 m)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

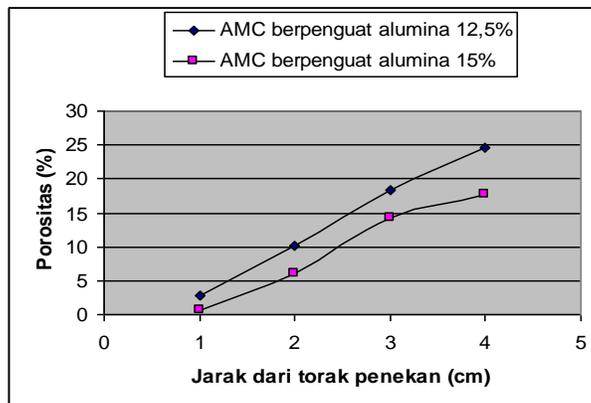
Gambar 2 dan 3 menunjukkan pengaruh temperatur pemanasan dan jarak dari torak penekan terhadap densitas AMC. Densitas dihitung menggunakan Persamaan 2. Hasil perhitungan dapat ditunjukkan dalam bentuk grafik seperti Gambar 2 dan 3. Sedangkan porositas dihitung menggunakan Persamaan 3 dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 4. Porositas pada berbagai jarak dari torak penekan menunjukkan kenaikan akibat hambatan gesek pada dinding silinder penekan. Porositas terendah pada komposit dengan jarak dari torak penekan 1 cm yaitu 0,7% pada AMC berpenguat alumina 15% dan temperatur pemanasan 650°C, semakin jauh dari torak penekan porositasnya semakin tinggi yaitu 17,8% pada jarak 4 cm. Hal ini dapat menjelaskan bahwa porositas AMC dipengaruhi oleh tekanan kompaksi dan temperatur pemanasan. Hal ini diperkuat dengan hasil pengamatan struktur mikro yang ditunjukkan pada Gambar 5. Pada gambar struktur mikro tampak bahwa AMC yang berjarak 1 cm dari torak penekan memiliki porositas yang jauh lebih rendah dibanding AMC yang berjarak 4 cm dari torak penekan (Gambar 5a dan 5b).



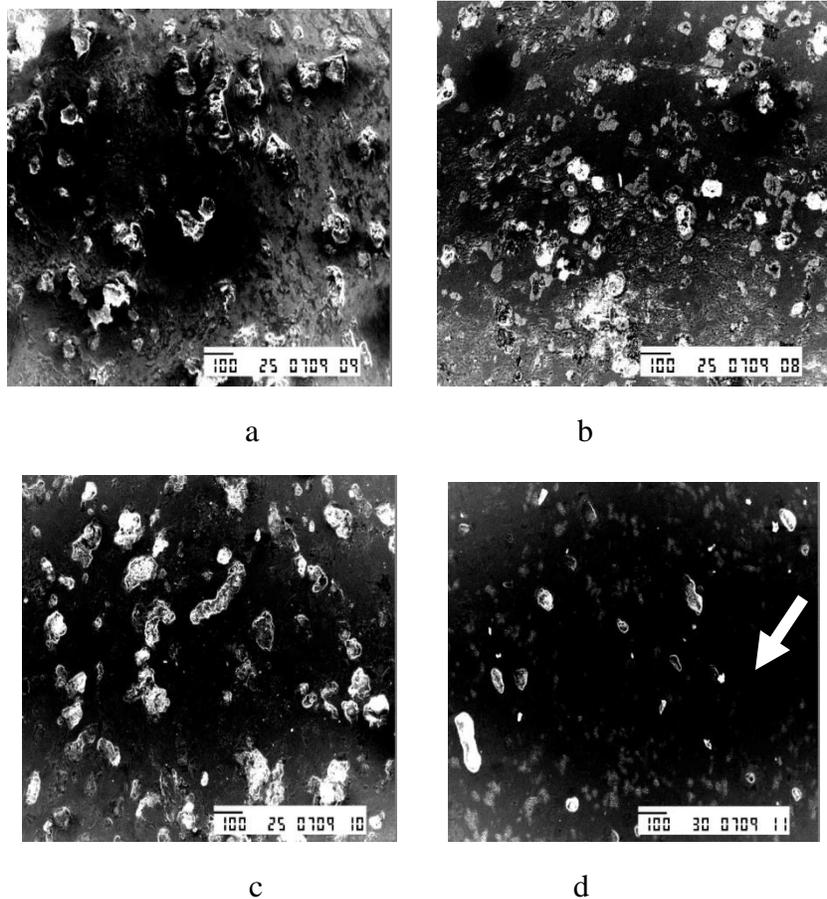
Gambar 2. Kurva pengaruh jarak dari torak terhadap densitas pada AMC berpenguat alumina 12,5%



Gambar 3. Kurva pengaruh jarak dari torak penekan terhadap densitas pada AMC berpenguat alumina 15%

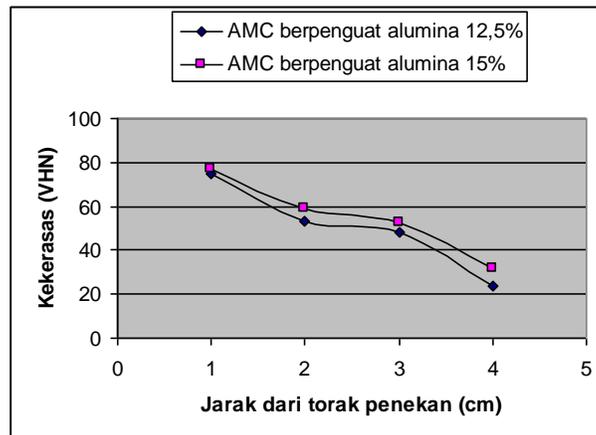


Gambar 4. Kurva pengaruh jarak dari torak penekan terhadap porositas pada AMC pada pemanasan 650°C.



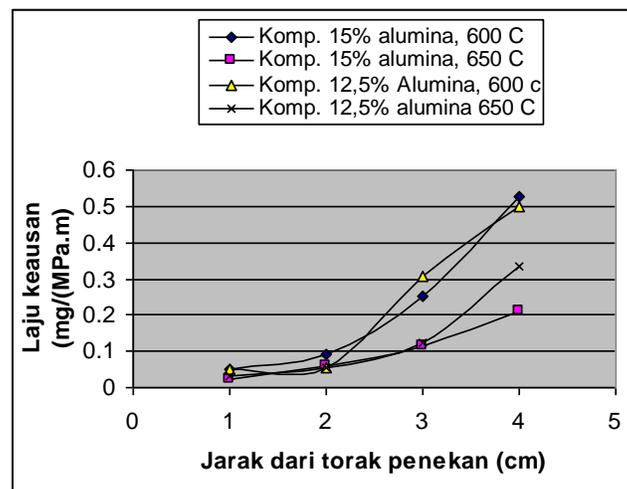
Gambar 5. Struktur mikro AMC yang dipanaskan pada temperatur 650°C, (a) fraksi berat alumina 12.5% dan jarak dari torak penekan 1 cm, (b) fraksi berat alumina 12.5% dan jarak dari torak penekan 4 cm, (c) fraksi berat alumina 15% dan jarak dari torak penekan 1 cm dan (d) fraksi berat alumina 15% dan jarak dari torak penekan 4 cm.

Kekerasan Vickers dihitung menggunakan Persamaan 1 dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 6. Kekerasan Vickers komposit menurun seiring dengan meningkatnya jarak posisi pengukuran dari torak penekan pada komposit sampai jarak 4 cm. Penurunan kekerasan Vickers dipengaruhi oleh dua hal. Pertama, sesuai paragraf sebelumnya bahwa semakin jauh dari torak penekan akan menurunkan densitas dan menaikkan porositas, hal ini berakibat kekerasannya menurun. Kedua, alumina memiliki kekerasan yang jauh lebih tinggi dibanding aluminium, sehingga alumina juga meningkatkan kekerasan.



Gambar 6. Kurva pengaruh fraksi berat abu terbang terhadap kekerasan Vickers AMC untuk berbagai temperatur sinter.

Laju keausan dihitung menggunakan Persamaan 4 dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 7. Bahan yang memiliki kekerasan lebih tinggi secara umum memiliki ketahanan aus lebih baik. Oleh karena itu ada korelasi antara kekerasan Vickers (Gambar 6) dengan laju keausan. Laju keausan meningkat seiring dengan kenaikan kekerasan. Laju keausan komposit disamping dipengaruhi oleh komponen bahan yang lebih keras (alumina) juga dipengaruhi oleh ikatan antara alumina dan bahan matrik (aluminium), sehingga AMC yang dipanaskan pada temperatur 650°C dan fraksi berat penguat 15% laju keausan lebih rendah dibanding AMC dengan fraksi berat penguat dan pemanasan pada temperatur yang lebih rendah, hal ini akibat lemahnya ikatan antara penguat dan bahan matrik.



Gambar 7. Kurva pengaruh jarak dari torak penekan terhadap laju keausan AMC.

4. KESIMPULAN

Jarak dari torak penekan berpengaruh pada sifat mekanis *aluminium matrix composite* (AMC), hal ini dapat dibuktikan dengan tingginya kekerasan, densitas dan ketahanan aus AMC dengan jarak terdekat dari torak penekan. AMC dengan 15% fraksi berat alumina yang dibuat dengan kompaksi panas 350 MPa dan temperatur pemanasan 650°C adalah AMC dengan sifat mekanis terbaik. Kekerasan Vickers, porositas dan laju keausan AMC terbaik berturut-turut adalah 77,3 VHN; 0,7 % dan 0,025 mg/(MPa.m).

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Ahlatci H., Kocer T., Candan E., Cimenoglu H., "Wear Behaviour of Al/(Al₂O₃ +SiC) Hybrid Composites", pp.1-8, Journal of Tribology, Elsevier, 2005.
2. Demir A., Altinkok N., "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, 2004.
3. Hadi BK., Mekanika Struktur Komposit, Penerbit ITB, Bandung, 2000.
4. Mazen A.A., Ahmed A.Y., "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, 1998.
5. Rawal S., "Metal Matrix Composites for Space Applications", Journal JOM pp 14-17, 2001.
6. Sevik H., Can Kurnaz S., "Properties of Alumina Particulate Reinforced Aluminum Alloy Produced by Pressure Die Casting", pp.1-8, Journal of Materials and Design, Elsevier, 2005.
7. Sahin Y., "Preparation and Some Properties of SiC Particle Reinforced Aluminium Alloy Composites", pp.671-679, Journal of Materials and Design, Elsevier, 2003.
8. Zhang H., Ramesh K.T., Chin E.S.C., "High Strain Rate Response of Aluminum 6092/B4C Composites", pp. 26-34. Journal of Materials science and Engineering, Elsevier, 2004.