

## KARAKTERISTIK LAJU KEAUSAN KOMPOSIT AlSiTiB/SiC DAN AlSiMgTiB/SiC

Sulardjaka<sup>1,a\*</sup>, Saefi<sup>b</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, FT-UNDIP, Kampus UNDIP Tembalang-Semarang. Indonesia

<sup>a</sup>[sulardjaka@undip.ac.id](mailto:sulardjaka@undip.ac.id)

<sup>b</sup>[muhsaefi@yahoo.co.id](mailto:muhsaefi@yahoo.co.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti laju keausan material komposit AlSiTiB/SiC dan AlSiMgTiB/SiC. Material komposit AlSiTiB/SiC dan AlSiMgTiB/SiC diproduksi dengan proses *semisolid stir casting*. Pengujian keausan dilakukan dengan metode *pin on disk*. Pengujian keausan dilakukan dengan variasi pembebanan (10 N, 11 N dan 12 N) dan kecepatan putaran piringan (20 rpm, 40 rpm, 60 rpm dan 80 rpm). Pengujian keausan dilakukan dengan menggunakan piringan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan kekasaran 46 µm dan piringan baja ST 40 dengan kekasaran 0,4315 µm.

Hasil uji keausan menunjukkan bahwa laju keausan meningkat dengan bertambahnya kecepatan putaran dan beban. AlSiMgTiB/SiC memiliki ketahanan aus yang lebih tinggi jika dibandingkan AlSiTiB/SiC. Hal ini disebabkan adanya kandungan Mg yang meningkatkan kekerasan, sehingga ketahanan aus material juga meningkat. Kenaikan laju keausan yang paling tinggi terjadi pada piringan kasar pada beban yang lebih besar. Nilai laju keausan terbesar terjadi pada material AlSiTiB/SiC yaitu pada pembebanan 12 N sebesar 0,02407 mm<sup>3</sup>/s dan nilai laju keausan terkecil pada material AlSiMgTiB/SiC pada pembebanan 10 N yaitu sebesar 0,00015 mm<sup>3</sup>. Pada piringan halus dengan pengujian keausan pada berbagai variasi kecepatan, nilai laju keausan terbesar terjadi pada material AlSiTiB/SiC yaitu pada 80 rpm adalah 0,00365 mm<sup>3</sup>/s dan nilai terkecil pada material AlSiMgTiB/SiC pada kecepatan 20 rpm yaitu sebesar 0,00010 mm<sup>3</sup>/s. Permukaan piringan kasar meningkatkan laju keausan spesimen. Fenomena keausan yang terjadi adalah keausan abrasif pada permukaan yang terkontak.

**Kata kunci:** komposit, laju keausan, AlSiMgTiB/SiC, AlSiTiB/SiC, aluminium

### Pendahuluan

Komposit matrik logam telah diteliti secara intensif hampir selama 20 dekade terakhir. Hal ini dikarenakan material komposit memiliki keunggulan dalam sifat fisis dan mekanis serta fleksibilitas sifat. Komposit matrik logam saat ini banyak digunakan dalam industri penerbangan, elektronik dan otomotif [1]. Aluminium matrik komposit merupakan jenis material yang dikembangkan karena memiliki sifat mekanis spesifik yang lebih baik jika dibanding dengan logam aluminium maupun paduannya [1,2,3]. Material ini banyak digunakan pada industri otomotif, dirgantara bahkan industri ruang angkasa [4]. Keunggulan lain dari aluminium matrik komposit adalah memiliki ketahanan aus yang tinggi, sehingga material ini banyak digunakan untuk komponen yang bergesekan

pada produk otomotif [5,6]. Untuk meningkatkan sifat mekanis matrik aluminium diambahkan penguat yang dapat berupa serat kontinyu, serat pendek, *whisker* atau partikulat. Penambahan serbuk silikon karbida (SiC) dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan bahan matrik aluminium [7,8]. Penambahan SiC sampai 15 %, dapat meningkatkan kekerasan *Aluminium Metal Matrix Composite* (AMMC) hingga berkisar 36 %. Kekerasan mikro pada daerah yang dekat dengan partikel SiC meningkat hingga mendekati kekerasan SiC. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Tekmen dan Cocen yang menyimpulkan bahwa penambahan partikel SiC dapat meningkatkan kekerasan bahan komposit AMMC [9,10]. Penelitian ini, meneliti ketahanan aus material komposit aluminium yang diperkuat serbuk SiC AlSiMgTiB/SiC dan AlSiTiB/SiC produk dari

proses *semisolid stir casting*. Penelitian keausan dilakukan pada variasi beban dan kecepatan putaran piringan.

**Metode Penelitian**

Material komposit yang diteliti adalah AlSiTiB/SiC dan AlSiMgTiB/SiC, dengan persen berat SiC 7,5 %. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan proses *semisolid stir casting*. Sebelum dilakukan uji keausan, dilakukan pengujian kekerasan dan densitas terhadap komposit yang dihasilkan. Pengujian kekerasan dilakukan dengan Metode Rockwell B, sedangkan uji densitas dilakukan berdasarkan prinsip Archimedes. Spesimen uji keausan dan pengujian mengikuti standar ASTM G99-95. Gambar dimensi spesimen uji keausan ditunjukkan pada Gambar 1. Dimensi spesimen memiliki 27 mm dan diameter 14 mm. Pengujian keausan dilakukan dengan menggunakan alat tribometer *pin-on-disc* dengan metode kontak *sliding* antara *pin* dengan piringan (*disk*). Uji keausan dilakukan dengan dengan dua variasi parameter uji, yaitu variasi pembebanan (10, 11, 12 N) dengan kecepatan putaran 60 rpm dan variasi kecepatan putaran (20, 40, 60, dan 80 rpm) dengan beban 10 N. Piringan yang digunakan pada uji keausan berupa piringan dari bahan keramik Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (kekasaran 46 μm) dan piringan baja ST 40 ( kekasaran 0,4315 μm). Foto pengujian keausan ditunjukkan pada Gambar 2. Laju keausan material komposit dihitung dengan menggunakan rumus pada Pers. 1.

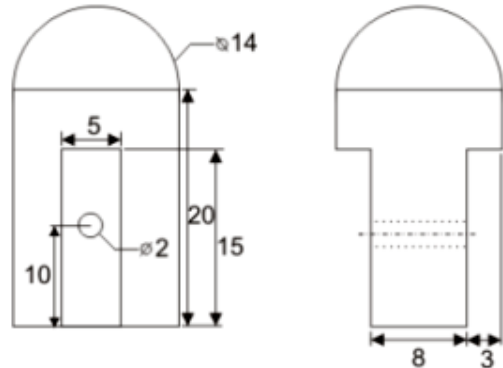
$$\Psi = \frac{V_{loss}}{t} \quad (1)$$

Pengujian keausan dengan *pin on disk*, menguji besarnya massa yang hilang akibat gesekan antara pin dengan piringan (*disk*) pada putaran yang ditentukan. Pada penelitian ini, pengujian keausan dilakukan dengan jumlah putaran 1000 putaran atau setara dengan jarak 298.000 mm. Pengamatan terhadap topologi permukaan akibat proses keausan dilakukan dengan menggunakan SEM.

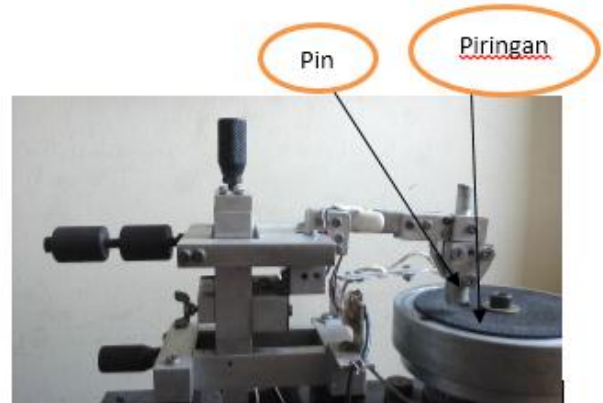
**Hasil dan Pembahasan**

Bahan matrik AlSiTiB memiliki komposisi Si : 7 % wt dan TiB : 0,5 % berat, sedangkan AlSiMgTiB memiliki komposisi Si : 7 % wt,

Mg : 1 % wt dan TiB 0,5 % wt. Kekerasan dan densitas produk komposit AlSiTiB/7,5 % SiC dan AlSiMgTiB/7,5% SiC ditunjukkan pada Tabel 1.



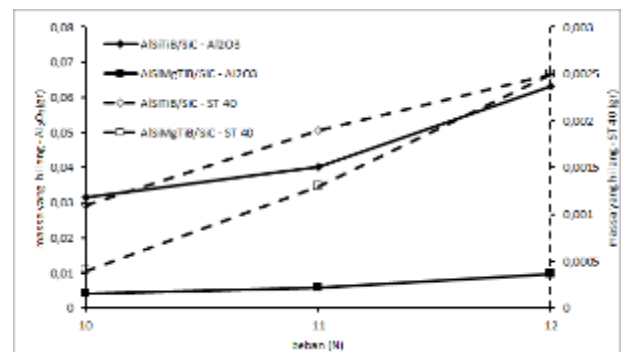
Gambar 1. Spesimen *pin on disk*



Gambar 2. Foto pengujian keausan

Tabel 1. Kekerasan dan densitas

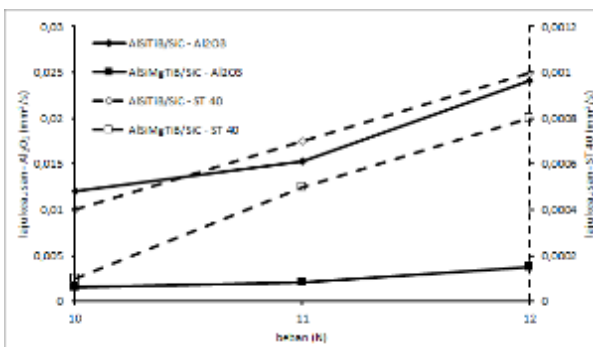
	AlSiTiB/SiC	AlSiMgTiB/SiC
Kekerasan	64,8 HRB	72,3 HRB
Densitas	2,63 gr/cm <sup>3</sup>	2,66



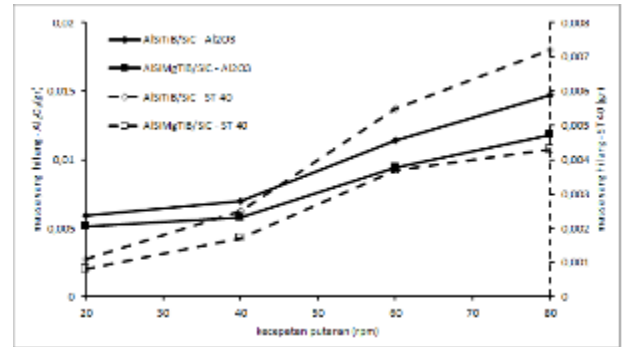
Gambar 3. Grafik massa yang terhadap beban pada piringan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan ST 40.

Hasil pengujian *pin on disk* material komposit dengan variasi beban ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Gambar 3 menunjukkan massa yang hilang pada

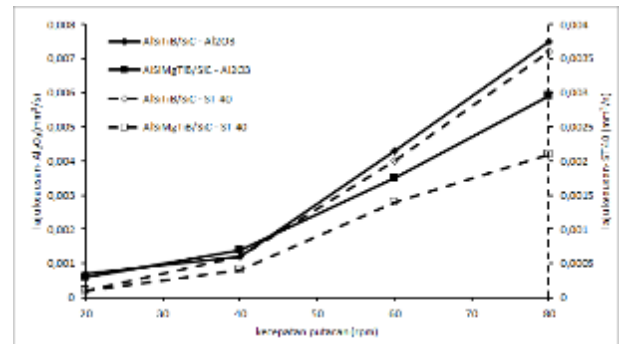
pengujian dengan 1000 putaran dan kecepatan pengujian 60 rpm. Gambar 4 menunjukkan grafik pengaruh beban pengujian terhadap laju keausan material komposit. Grafik pada Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa massa yang hilang dan laju keausan meningkat secara linier terhadap kenaikan beban pengujian. Meningkatnya beban mengakibatkan meningkatnya gaya gesek, sehingga laju keausan meningkat. Material komposit AlSiMgTiB/SiC memiliki ketahanan aus yang lebih tinggi jika dibanding komposit AlSiTiB/SiC. Unsur Mg pada bahan matrik meningkatkan kekerasan komposit, karena Mg meningkatkan *wettability* serbuk SiC [11,12]. Data uji kekerasan yang ditunjukkan pada Tabel 1, juga menunjukkan bahwa AlSiMgTiB/SiC memiliki kekerasan yang lebih tinggi jika dibanding dengan AlSiTiB/SiC, sehingga komposit AlSiMgTiB/SiC lebih tahan aus. Pada Gambar 3 dan Gambar 4 juga ditunjukkan bahwa massa hilang dan laju keausan komposit pada piringan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> lebih tinggi jika dibanding pada piringan baja ST 40. Hal ini dikarenakan piringan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki kekerasan dan kekasaran lebih tinggi jika dibanding piringan baja ST 40. Perilaku keausan pada material komposit pada variasi beban pengujian, ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan bahwa jumlah massa yang hilang dan laju keausan meningkat dengan meningkatnya kecepatan pengujian. Fenomena ini disebabkan adanya kenaikan temperatur akibat dari meningkatnya kecepatan gesekan antara pin dan piringan. Kenaikan temperatur akibat gesekan ini mengakibatkan turunnya kekuatan material sehingga laju keausan meningkat [13,14,15].



Gambar 4. Grafik laju keausan terhadap beban pada piringan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan ST 40

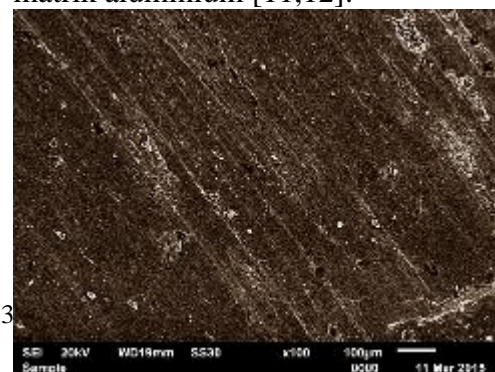


Gambar 5. Grafik massa yang terhadap kecepatan pada piringan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan ST 40

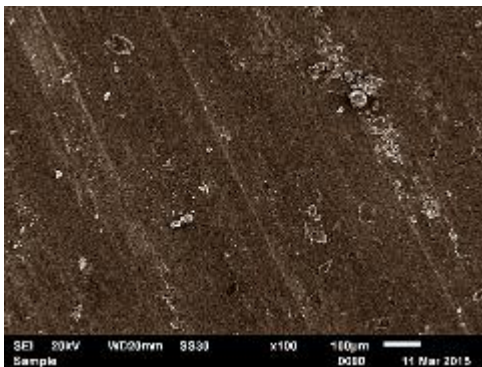


Gambar 6. Grafik laju keausan terhadap kecepatan putaran piringan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan ST 40.

Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan foto SEM permukaan pin yang diuji aus. Pada material komposit AlSiTiB/SiC terbentuk alur yang dalam serta ada delaminasi serbuk SiC. Foto SEM pada material komposit AlSiMgTiB/SiC alur yang terbentuk lebih halus (dangkal). Alur yang terbentuk pada komposit AlSiMgTiB/SiC lebih dangkal karena material ini memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi jika dibanding dengan komposit AlSiTiB/SiC. Pada komposit AlSiMgTiB/SiC tidak terjadi delaminasi serbuk SiC karena pada komposit AlSiMgTiB/SiC terdapat unsur Mg yang meningkatkan *wettability* serbuk SiC pada matrik aluminium [11,12].



Gambar 7. Foto SEM AlSiTiB/SiC



Gambar 8. Foto SEM AlSiMgTiB/SiC

### Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, komposit AlMgSiTiB/SiC memiliki ketahanan aus yang lebih tinggi jika dibanding dengan komposit AlSiTiB/SiC. Laju keausan semakin meningkat dengan meningkatnya beban dan kecepatan.

### Referensi

- [1.] Kaczmar, J.W., Pietrzak, K., dan Włosin-Åski, W., 2000, The production and application of metal matrix composite materials, *Journal of Materials Processing Technology* (106), pp.58-67.
- [2.] Sahin Y. Optimization of testing parameters on the wear behaviour of metal matrix composites based on the Taguchi method. *Mater Sci Eng* 2005; A408, pp.1-8.
- [3.] Raghunathan N., Ioannidis E.K. and Sheppard T. Fabrication, properties and structure of a high temperature light alloy composite. *J. Mater. Sci.* 1991, 26, pp.985-992
- [4.] Mandal A, Murty BS, Chakraborty M. Sliding wear behaviour of T6 treated A356-TiB<sub>2</sub> in-situ composites. *Wear* 2009; 266, pp.865-72.
- [5.] Mazahery A, Shabani M O., Study on microstructure and abrasive wear behavior of sintered Al matrix composites. *Ceramics International*, 2012, 38, pp.4263-4269.

- [6.] Lan J, YangY, Li X., Study on bulk aluminum matrix nano-composite fabricated by ultrasonic dispersion of nano-sized SiC particles in molten aluminum alloy. *J. Mater Sci Eng A*, 2004, 380, pp.378-383.
- [7.] Sulardjaka, Jamasri, M.W. Wildan, Kusnanto, 2010, "Wear Resistance of Carbothermally Reduced of Fly Ash Reinforced Aluminum Composite", *IJMME-IJENS Vol: 10(06)*, pp.22 - 25.
- [8.] Qiguo Zhang, Q. dan Gu, M., 2006, "Effect of Silicon Carbide Particles on Properties of Al/Sip + SiCp", *Materials Science and Engineering A* (419), pp.86-90.
- [9.] Ramachandra, M., dan Radhakrishna, K., 2004, "Study of Abrasive Wear Behavior Al-Si (12%)-SiC Metal Matrix Composite Synthesized Using Vortex Method", *International of Symposium of Research Students on Material Science and Engineering*, Chennai - India, 20 - 22 Desember 2004.
- [10.] Tekmen, C., dan Cocen, U., 2003, "The Effect of Si and Mg on Age Hardening Behavior of Al - SiCp Composite", *Journal of Composite Materials*, Vol. 37 (20), pp. 1791 - 1801.
- [11.] Hashim, J., Looney, L., Hashmi, MSJ., (2001), The Wettability of SiC Particle in Cast Aluminium Matrix Composites, *Journal of Material Processing Technology*, 119, pp. 329-335.
- [12.] Lin, G., Hongwei, Z., Hoaze, Li., Lina, G., (2010), Effect of Mg Content on Microstructure and Mechanical Properties of SiCp/ Al-Mg Composites Fabricated by Semi Solid Stirring Technique, *Trans Nonferrous et.Soc.*, 20, pp. 1851-1885.
- [13.] Babilius, A. dan Ambroza, P., Effect of Temperature and Sliding Speed on the Adhesive Wear, *Materials Science*. Vol. 9, No. 4. 2003, pp. 247-350.
- [14.] Chowdhury, M.A., Khalil, M. K., Nuruzzaman, D. M., dan Rahaman, M. L., The Effect of Sliding Speed and Normal Load on Friction and Wear Property of Aluminum, *International Journal of Mechanical & Mechatronics*

Engineering IJMME-IJENS Vol: 11 No:  
01, pp. 45-49.

- [15.] Al-Samarai, R.A., Haftirman, Ahmad,  
K.R. dan Y. Al-Douri, Y., Effect of  
Load and Sliding Speed on Wear and  
Friction of Aluminum and Silicon

Casting Alloy, International Journal of  
Scientific and Research Publications,  
Volume 2, Issue 3, March 2012, pp. 1-4.