

## Pembuatan Piston Secara *Hot Preesing (Powder Metallurgy)*

Subarmono

Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada,  
Jl. Garfika 2 Yogyakarta  
E-mail : barmono\_sbr@yahoo.com

### Abstrak

Aluminium adalah logam ringan yang banyak digunakan sebagai bahan untuk pembuatan piston. Untuk meningkatkan ketahanan aus pada bahan aluminium ditambahkan penguat berupa abu terbang. Supaya bahan penguat tidak mengelompok proses pembuatan piston dilakukan secara *hot pressing*. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah *aluminum fine powder* sebagai matrik dan 5 % berat abu terbang sebagai penguat. Kedua bahan dicampur sampai homogen dilanjutkan penekanan di dalam cetakan piston pada tekanan 100 MPa dan pemanasan pada temperatur 600°C selama 30 menit. Piston yang dihasilkan diukur dimensinya dan diuji kekerasannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa diameter piston sama di sepanjang piston, ovalitas terbesar adalah 21  $\mu\text{m}$  dan kekerasan pada kepala piston adalah 70 VHN.

**Keywords :** Piston, *aluminum fine powder*, abu terbang, *hot pressing*

### 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  $\mu\text{m}$  dan panjang 5-25  $\mu\text{m}$  sebagai penguat dengan fraksi volume 5-29% (MMCw), partikel SiC diameter 10  $\mu\text{m}$  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]. MMC dengan matrik Al 2024 dan pembuatannya dengan metode penuangan dan berpenguat SiC berukuran 29, 45 dan 110  $\mu\text{m}$  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[2]. 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 [3]. 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 [4]. 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 [5]. 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 [6]. 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 [7]. Pembuatan piston menggunakan teknologi serbuk dengan sintering tanpa tekanan telah dilakukan, piston yang dihasilkan masih memiliki penyimpangan ukuran sebesar 6% dan kekerasan yang tidak merata [8].

### Metode Penelitian

Piston dibuat dari bahan *aluminum fine powder* (serbuk aluminium) buatan Merk Jerman sebagai matrix dan abu terbang sebagai penguat. Abu terbang dengan fraksi berat 5% ditambahkan kedalam serbuk aluminium, campuran serbuk aluminium dan abu terbang diaduk menggunakan *rotary mixer* selama 2 jam. Kemudian setiap campuran dikompaksi dengan tekanan 100 MPa di dalam cetakan dengan bentuk piston dan dipanaskan pada temperatur 600°C selama 30 menit. Piston diuji kekerasan, ovalitas dan penyimpangan ukuran diameter, berturut-turut menggunakan metode Vickers *hardness*, dan pengukuran langsung untuk ovalitas dan diameter.

### Hasil dan Pembahasan

Hasil pembuatan piston menggunakan proses metalurgi serbuk dengan sintering bertekanan (*hot pressing*) ditunjukkan pada Gambar 1.



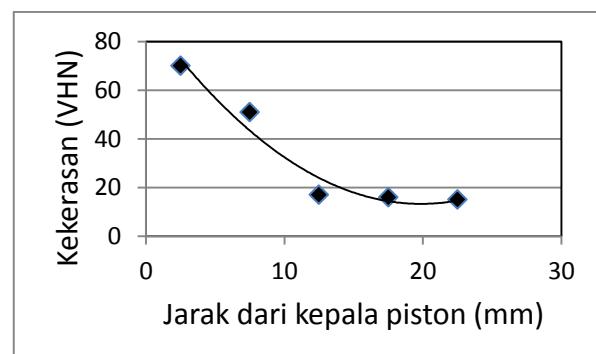
Gambar 1. Piston dibuat secara *hot pressing*



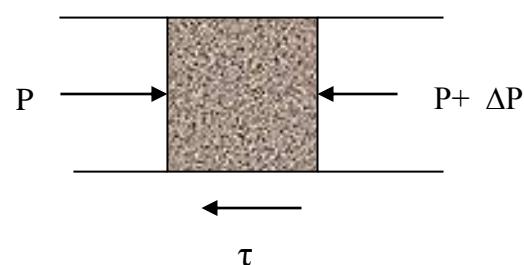
Gambar 2. Cetakan piston

Gambar 1 menunjukkan peston secara fisik kelihatan baik dan tidak ada cacat retak. Gambar 2 adalah cetakan piston yang dibagi menjadi 6 bagian untuk memudahkan proses penekanan dan proses pengeluaran piston setelah selesai penekanan dan pemanasan.

Hasil pengujian kekerasan ditunjukkan pada Gambar 3. Kekerasan piston menurun seiring dengan bertambahnya jarak titik pengukuran dari kepala piston. Hal ini sesuai dengan adanya penurunan tekanan pada serbuk aluminium saat proses sintering akibat adanya tegangan geser antara serbuk aluminium dengan dinding silinder sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4 dan Persamaan 1. Degradasi tekanan pada pembuatan piston dapat dibuktikan sebagai berikut:



Gambar 3. Kekerasan piston



Gambar 4. Mekanisme penurunan tekanan akibat tegangan geser antara serbuk dan dinding silinder.

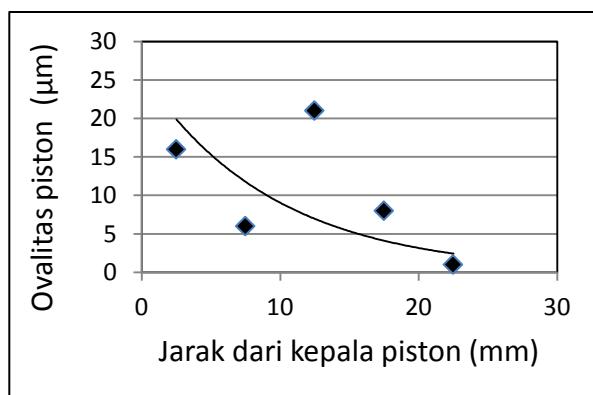
Dari Gambar 4 dapat dijelaskan bahwa hubungan diameter penekan  $D$ , tekanan penekan serbuk  $P$ , tegangan geser serbuk aluminium terhadap dinding silinder  $\tau$ , sebagai berikut:

$$P \cdot \pi \cdot D^2 / 4 - (P + \Delta P) \cdot \pi \cdot D^2 / 4 - \tau \cdot \pi \cdot D \cdot \Delta L = 0$$

$$\Delta P = -\tau \cdot \Delta L/D \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

Dalam hal ini diameter penekan tetap, maka tekanan pada serbuk aluminium akan turun bila jarak dari penekan semakin jauh atau  $\Delta L$  semakin besar. Dengan turunnya tekanan akan berakibat porositas semakin besar. Porositas yang tinggi berdampak pada kekerasan komposit yang dihasilkan (piston) semakin rendah. Sehingga porositas piston yang dihasilkan meningkat seiring dengan bertambahnya jarak dari penekan saat proses pembuatan piston.

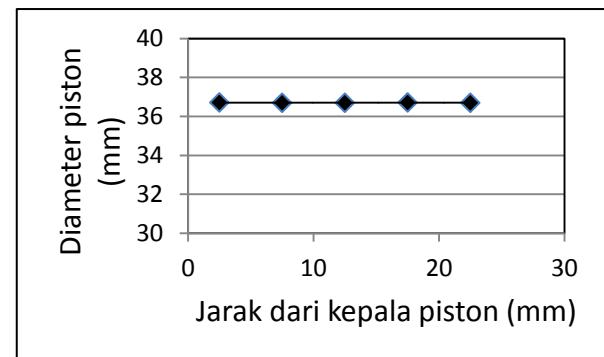
Kekerasan piston sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, nilai kekerasan piston turun dari 70 VHN sampai 17 VHN seiring dengan bertambahnya jarak titik ukur dari kepala piston. Hal ini sesuai dengan distribusi porositas pada piston, bila porositas tinggi maka kekerasannya rendah dan bila porositas rendah kekerasannya tinggi.



### **Gambar 5. Ovalitas piston**

Ovalitas piston ditunjukkan pada Gambar 5. Ovalitas adalah perbedaan diameter terbesar dan diameter terkecil dari piston. Ovalitas piston terbesar yang dihasilkan adalah  $21 \mu\text{m}$  dan ini adalah nilai yang relatif kecil sehingga tidak berpengaruh pada kerapatan antara piston dan silinder.

Penyimpangan ukuran piston ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Simpangan ukuran piston.

Ukuran diameter piston sepanjang piston tidak menunjukkan adanya perbedaan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.

## Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kekerasan tertinggi adalah 70 VHN yaitu pada kepala piston, bila jaraknya semakin jauh dari kepala piston kekerasannya menurun.
  2. Ukuran diameter sama sepanjang piston
  3. Ovalitas piston relative kecil yaitu  $20 \mu\text{m}$ .

## Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik UGM yang telah membiayai penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Miyajima T., Iwai Y., 2003, *Effects of Reinforcements on Sliding Wear Behavior of Aluminum Matrix Composites.*, pp. 606-616, Journal of Wear, Elsevier.

- Sahin Y., 2003, *Preparation and Some Properties of SiC Particle Reinforced Aluminium Alloy Composites.*, pp.671-679, Journal of Materials and Design, Elsevier.

- 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, ITS, Vol. 9, No. 2, Hal. 100-104.

- Ahlatci, H., Kocer, T., Candan, E., Cimenoglu, H., 2005, *Wear Behaviour of Al/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + SiC) Hybrid Composites*, pp.1-8, Journal of Tribology, Elsevier.

Demir A., Altinkok N., 2004, *effect of gas pressure infiltration on microstructure and bending strength of porous  $Al_2O_3/SiC$ -reinforced aluminium matrix composites.*, pp. 2067-2074, Journal of Composites Science And Technology, Elsevier.

Mazen A.A., Ahmed A.Y., 1998, *Mechanical behaviour of  $Al-Al_2O_3$  MMC manufacture by PM technique. Part I – scheme I processing parameters*, pp. 393-401, Journal of Materials Engineering and Performance.

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.

Pardadi P. dan Subarmono, 2012, Pembuatan Piston Secara Metalurgi Serbuk Dari Bahan Aluminium Matrix Composite Berpenguat Abu Terbang, Annual Engineering Seminar 2013. Fakultas Teknik, UGM