

ANALISIS SEM DAN XRD KOMPOSIT LOGAM (Al- SiC) HASIL PROSES METALURGI SERBUK

Agus Pramono¹, Jumiadi²

Abstraksi

Komposit matrik logam Al/SiC merupakan bahan paduan dari jenis material yang berbeda, dalam hal ini aluminium (logam) sebagai matrik dan partikel SiC (keramik) sebagai penguat dalam pembuatannya dengan teknik metalurgi serbuk. Pada penelitian ini, komposit Al/SiC dengan variasi temperatur sinter pada 450°C, 500°C dan 550°C, tekanan (kompaksi) 1900 psi dengan waktu tahan 60 menit, pengamatan menggunakan mikrostruktur SEM dan XRD. Hasil pengamatan struktur mikro SEM dengan penyebaran partikel SiC yang tidak homogen, sedangkan menggunakan XRD menunjukkan bahwa fase dominan yang terbentuk adalah Al dan SiC, properties terbaik dicapai pada temperatur sintering 500°C, variable terbaik dari karakterisasi Komposit ini diaplikasikan untuk komponen yang berhubungan dengan beban gesek seperti Dick brake Rem.

Kata Kunci : Metalurgi Serbuk, Komposit Al/SiC, Struktur Mikro

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang begitu cepat memberi suatu ide baru dalam menghasilkan sebuah inovasi, melalui pengembangan material (*advanced materials*). Pemilihan material untuk suatu komponen atau struktur umumnya terdiri atas beberapa aspek seperti kekuatan, berat jenis, ketahanan korosi, dan ketahanan temperatur tinggi. Penggunaan bahan dasar logam telah lama dikembangkan untuk produk industri karena logam memiliki sifat mekanis dan elektrik yang baik. Namun di samping itu logam juga memiliki kelemahan seperti masa jenisnya yang besar. Oleh karena itu perlu dikembangkan suatu alternatif baru yang bisa digunakan untuk menunjang material logam untuk kebutuhan industri tersebut, yaitu dengan membuat material komposit. Komposit adalah perpaduan dari bahan yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat fisik masing-masing material penyusun untuk

menghasilkan material baru dengan sifat yang unik dibandingkan sifat material dasar sebelum dicampur dan terjadi ikatan permukaan antara masing-masing material penyusun [Gibson,1994].

Pembentukan komposit matrik logam dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satu di antaranya pembentukan dengan metode metalurgi serbuk. Metalurgi serbuk merupakan salah satu metode pembuatan komposit berbasis serbuk yang diawali proses pencampuran, kompaksi dan proses sintering. Keuntungan dari metalurgi serbuk adalah komponen produk yang dihasilkan langsung dapat digunakan tanpa perlu dilakukan proses permesinan dan dapat diproduksi dalam skala kecil maupun masal. Jenis komposit yang banyak dikembangkan industri otomotif adalah komposit yang bermatrik logam (*Metal Matrix Composite*), yaitu komposit bermatrik aluminium (*Aluminium Matrix Composite*). Saat ini

¹ Dosen Fakultas Teknik Jurusan Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon - Banten

² Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang

AMC digunakan dalam industri otomotif seperti *piston*, *disk brake*, *gear*, dan *engine block*. Material matrik aluminium 6061 dengan penguat keramik SiC merupakan kombinasi yang sangat sesuai dalam meningkatkan performa mekanik dan ketahanan dalam kerusakan korosif. Pada pembuatan yang memiliki sifat material penyusun berbeda maka komposit antar material harus berikatan dengan kuat, sehingga perlu adanya penambahan *wetting agent* [Pramono, 2008]. Salah satu *wetting agent* yaitu magnesium, penggunaan magnesium ini dilakukan untuk menjadi pengikat antara matrik aluminium dengan penguat SiC.

Kompaksi adalah proses pemadatan (*solidifikasi*) serbuk menjadi bentuk yang diinginkan untuk memperoleh dimensi yang presisi dan agar material tidak mudah hancur apabila dipindah-pindahkan, kompaksi pada cetakan dengan transmisi satu penekanan (*single compaction*), semakin tinggi kompaksi komposit semakin tinggi pula sifat mekaniknya. Pada penelitian ini dilakukan variasi temperature sinter yang digunakan adalah 450°C, 500°C, dan 550°C dengan tekanan 9 ton [Downson, G. 1990]. Aluminium seri 6061 adalah paduan Aluminium yang memiliki sifat mampu bentuk yang baik, ketahanan korosi, dan ulet. Namun aluminium seri 6061 ternyata memiliki sifat yang kurang tangguh. Untuk memperbaiki sifat dari aluminium seri 6061 ini maka dalam matrik aluminium seri 6061 ditambahkan dengan penguat SiC sehingga

akan terbentuk komposit Al seri 6061/SiC. Dengan adanya penguat SiC dalam komposit yang terbentuk maka ketangguhan matrik pembentuknya akan meningkat, ketahanan temperatur tinggi, keras dan ketahanan aus [www.azom.com]






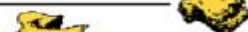

Metalurgi serbuk adalah teknik pembentukan logam dalam keadaan padat, di mana bahan logam dibuat dengan ukuran partikel yang halus. Proses pembentukan adalah bahan serbuk dimasukkan ke dalam cetakan kemudian dilakukan kompaksi. Setelah dilakukan kompaksi, serbuk membentuk *green body* yang sesuai dengan bentuk cetakan yang diinginkan. *Green body* tersebut disinter dengan tujuan agar terjadi pergerakan atom dalam bahan partikel serbuk sehingga menghasilkan rongga di dalam bahan yang akan mempengaruhi berat jenisnya.

KAJIAN TEORI

Bentuk serbuk

Bentuk-bentuk serbuk ada berbagai macam tergantung dari proses pembuatannya. Bentuk bulat adalah bentuk yang paling baik karena memberikan kerapatan yang baik saat dilakukan kompaksi. Berbagai macam bentuk serbuk dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 **Jenis-jenis Partikel Serbuk** (Kalpakjian, 2003)

Termin	Shape
Cylindrical	
Discooidal	
Spherical	
Tabular	
Elipsoidal	
Equant	
Irregular	

Ukuran serbuk dapat diketahui dengan melakukan pengukuran serbuk. Untuk menganalisa ukuran partikel, teknik yang digunakan adalah teknik *screening*. Partikel yang lolos dari *screen* adalah partikel yang lebih kecil dan partikel yang tertinggal adalah partikel yang lebih besar. Satuan metode ini adalah *mesh*. Tabel standar *mesh* dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Standar Mesh (German, 1994)

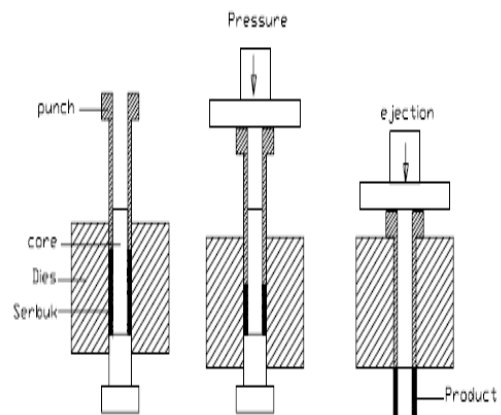
Ukuran Mesh	Bukaan (µm)	Ukuran Mesh	Bukaan (µm)
10	1500	100	150
20	850	120	125
30	600	140	106
39	475	170	90
50	300	200	75
60	250	250	60

Proses kompaksi

Proses kompaksi adalah memampatkan serbuk sehingga serbuk akan saling melekat dan rongga udara antar partikel akan terdorong keluar. Semakin besar tekanan kompaksi jumlah udara (porositas) di antara partikel akan semakin sedikit, namun porositas tak mungkin mencapai nilai nol. Kompaksi dapat dilakukan dengan satu arah sumbu atau dua arah sumbu. Kompaksi dua arah ini bisa jadi dengan arah berlawanan.

Kebanyakan proses kompaksi menggunakan penekan (*punch*) atas dan bawah. Pada gambar 2.6. terlihat jenis kompaksi yaitu *single punches*. Penekan bawah sekaligus berfungsi sebagai injektor untuk mengeluarkan benda yang telah

dicetak. Permukaan dalam cetakan (*die*) harus halus untuk mengurangi gesekan.



Gambar 1 Skema proses kompaksi (Rusianto, 2009)

Persen fraksi volume

Persen fraksi volume adalah banyaknya partikel penguat yang ditambahkan dalam cetakan logam dan diukur berdasarkan persen dari logam dasarnya (*matrik*). Penambahan fraksi volume yang dimasukkan ke dalam cetakan logam, mempengaruhi terhadap perubahan viskositas. Sifat viskositas komposit pada kondisi padat mengalami perubahan akibat fraksi volume, bentuk dan ukuran partikel yang ditambahkan. Di samping itu pengaruh kondisi proses, seperti proses kompaksi, lama penahanan dan proses sintering dapat merubah sifat viskositasnya. Komposit dalam kondisi padat yang mengandung partikel penguat, sifat viskositasnya dapat dinyatakan dengan perbandingan tegangan geser (*shear stress*) dan laju pergeseran (*shear rate*).

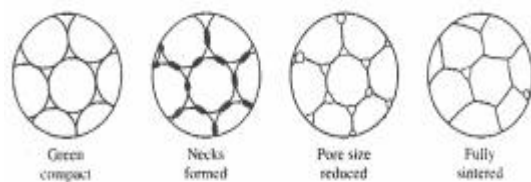
Proses sintering

Istilah sintering berasal dari bahasa Jerman, "*sinter*" dalam bahasa Inggris seasal dengan kata "*cinder*" yang berarti bara.

Sintering merupakan metode pembuatan material dari serbuk dengan pemanasan sehingga terbentuk ikatan partikel. Sintering adalah pengikatan bersama antar partikel pada suhu tinggi. Sintering dapat terjadi dibawah suhu leleh (*melting point*). Proses sintering merupakan tahap lanjutan setelah pembuatan *green body* dari proses kompaksi. Sintering sendiri terjadi pada temperatur berkisar antara 70% sampai 90% dari temperatur leleh [Kalpakjian, 2003].

Peralatan yang paling penting dalam proses sintering adalah dapur *sinter*. Dapur ini harus dapat mengatur temperatur, waktu pemanasan, kecepatan pemanasan dan lingkungan dalam dapur itu sendiri. Pemilihan dapur *sinter* bergantung pada penggunaannya. Secara umum pemilihannya tergantung pada daerah kerja, ukuran *green body*, atmosfer atau lingkungan yang diinginkan dan biaya produksinya.

Pemilihan temperatur *sinter* untuk terjadinya ikatan antar partikel akan sangat tergantung dari jenis material itu sendiri. Tidak ada kondisi temperatur yang tepat untuk proses *sinter* pada suatu bahan tertentu, akan tetapi ada ketentuan umum mengenai *sinter* padat yang dilakukan di bawah temperatur lebur dari bahan tersebut.

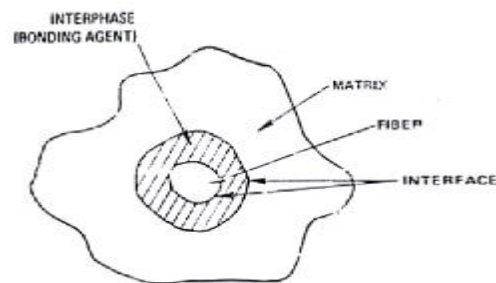


Gambar 2. Proses Sintering

Lapisan *interface* komposit

Komposit merupakan kombinasi dua bahan yang memiliki sifat berbeda dan menghasilkan sifat yang baru dari material komposit tersebut. Setiap material Komposit memiliki lapisan *interface* yang merupakan lapisan antar muka antara matrik dan penguat. *Interface* adalah lapisan antar muka matriks dan penguat yang memberikan kekuatan pada material komposit sehingga memiliki sifat mekanis yang bagus sehingga pada aplikasinya komposit dapat digunakan untuk bahan-bahan yang bisa menerima pembebanan [Kim kyo Jang, wing mai]. Lapisan *interface* dari material komposit dapat dilihat pada gambar 3.

Gambar 3. Lapisan *Interface* Komposit (Pramono,2008)



Dari gambar 3 dapat kita lihat bahwa lapisan *interface* material komposit matrik logam berada diantara partikel penguat dan matrik. Dibandingkan dengan material monolitik, mikrostruktur dan interfasial pada komposit MMCs saling berkaitan. Interaksi dan reaksi kimia antara matrik dan penguatnya ditentukan oleh adesi interfasial, karakteristik komponen-komponen pembentuk komposit dan karakteristik mekaniknya. Terbentuknya fase pada daerah interfasial matrik dan penguat material

komposit sangat ditentukan pada saat proses produksi dan karakteristik material metal komposit. Fase interfasial yang terbentuk menentukan adhesifitas dari matrik dan penguatnya. Pada prinsipnya komposit yang dibentuk dari matrik dan penguat keramik, agar terjadi adhesifitas yang baik sangat ditentukan oleh kebasahan (*wettability*) antar material-material pembentuk komposit. Konsep reaksi interfasial pada material komposit sangat penting, karena hal tersebut akan menghasilkan fase baru dan energi-energi interfasialnya dapat dirubah secara substansial sehingga kebasahan atau perekatan antara penguat dan matrik dapat terjadi dengan baik [S.Long, O.Beffort].

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan penelitian menggunakan logam Matriks : Serbuk Aluminium paduan seri 6061 dengan bahan penguat Serbuk SiC dengan ukuran partikel 320# mesh. Serbuk SiC dengan bahan coupling agent serbuk Mg.



Gambar 4 Serbuk Aluminium
Bahan Penguat : Serbuk Sic Dengan
Ukuran Partikel 320# Mesh



Gambar 5 Serbuk SiC Bahan Coupling
Agent : Serbuk Mg



Gambar 6 Serbuk Magnesium

Proses kompaksi

Proses kompaksi merupakan proses lanjutan setelah pencampuran antara matrik Al dan penguat SiC dimana serbuk dimasukkan ke dalam cetakan logam berbentuk silinder dengan lubang diameter 15 mm, dan tinggi 60 mm kemudian ditekan dengan tekanan 1900 psi ditahan selama 30 menit bertujuan untuk memadatkan serbuk sehingga distribusi serbuk akan merata dan melekat. Semakin besar tekanan kompaksi dan semakin kecil ukuran partikel maka jumlah udara (porositas) di antara partikel akan semakin sedikit, alat yang digunakan menggunakan mesin kompaksi manual.

Proses sintering

Sintering merupakan metode pembuatan material dari serbuk dengan pemanasan sehingga terbentuk ikatan partikel dimana sintering dapat terjadi dibawah titik lebur Al 660°C. Tujuan dilakukan proses ini terbentuknya ikatan-ikatan partikel dan terjadinya homogenisasi partikel sehingga kepadatannya bertambah. Dari hasil kompaksi, dilakukan proses sintering pada *muffle furnace* dengan temperatur 450°C, 500°C dan 550°C dengan *holding time* 60 menit. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses *sintering* diantaranya ukuran partikel, atmosfer sintering, suhu, waktu tahan dan kecepatan pemanasan.

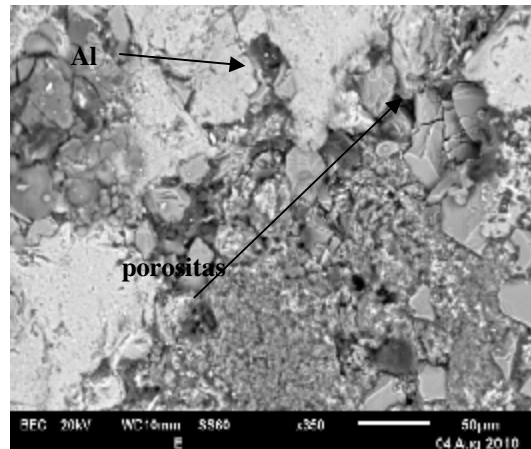


Gambar 7 Hasil *Sintering*

PENGUJIAN KOMPOSIT

Analisa Scanning Electron Microscope (SEM)

Pada gambar 8 untuk mengamati ukuran dan bentuk partikel melalui observasi dengan *Scanning Electron Microscope (SEM)*.

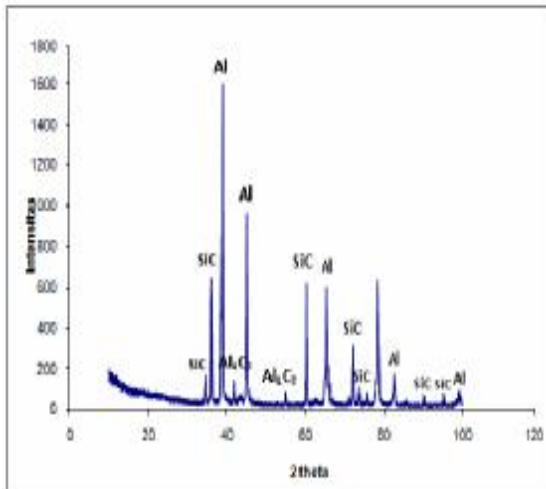


Gambar 8 *Scanning Electron Microscope (SEM)* Paduan Al 6061/SiC Dengan Fraksi Volume 70:30 % Pada Temperatur 500°C

Pada gambar 8 terlihat bahwa bentuk partikel tidak terlalu homogen tetapi cenderung relative menyebar. Material komposit ini menunjukkan tidak adanya reaksi dan masing-masing material saling berperan sebagai pengisi adalah SiC dan matriknya Al. dapat dilihat yang berwarna putih adalah matrik Al sedangkan putih keabu-abuan adalah SiC dan warna hitam adalah porositas. Penguatan material logam Al dengan substitusi material keramik SiC dapat terjadi peningkatan sifat mekanik, termal dan fisis pada umumnya. Senyawa SiC ini cenderung tidak menimbulkan terjadinya oksidasi pada material dasar aluminium, ini dibuktikan dalam jurnal Khairul Sakti.

Analisa X Ray Diffraction (XRD)

Pada Gambar 11 untuk mengamati senyawa-senyawa yang terjadi melalui observasi dengan *X Ray Diffraction (XRD)*



Gambar 9. Pola Difraksi Sinar-X (XRD) Paduan Al 6061/SiC Dengan Fraksi Volume 70:30 % Pada Temperatur 500°C

Dari hasil XRD terlihat pada gambar 9 dapat diamati bahwa puncak-puncak fase yang terbentuk adalah Al pada puncak 2θ : 38.94°, 45.16°, 78.54°, 65.46°, 99.319°. Sedangkan silikon karbida (SiC) pada puncak 2θ : 36.12°, 60.361°, 72.101°, 34.579°. Beberapa puncak lainnya pada intensitas rendah (*low intensity*) atau fase yang tidak dikenal (*unknown*) juga dapat diamati pada kedua komposisi. Tidak terlihat komponen baru yang terbentuk hal ini berarti antara Al dan SiC tidak terjadi reaksi tetapi halnya yang diharapkan dalam proses fabrikasi komposit matrik logam antara komponen Al sebagai matrik dan SiC sebagai penguat yaitu terjadi saling mengisi antar partikel saja. Oleh karena itu, hal tersebut mengindikasikan bahwa adanya karbon yang terekspos dan tereduksi oleh aluminium selama proses sintering kemungkinan terjadi reaksi sebagai berikut : $4Al + SiC_3 \rightarrow Al_4C_3 + Si$. Fasa Al_4C_3 dapat diamati pada puncak 2θ : 41.86, 55.041°. Oleh karena itu,

kemungkinan besar fase yang tidak dikenal (*unknown*) yang muncul tersebut adalah fase Al_4C_3 .

SIMPULAN

Dari penelitian pembuatan material komposit matrik logam Al/SiC dapat diambil kesimpulan bahwa Analisa SEM dan XRD menunjukkan bahwa yang paling dominan adalah Al dan SiC Selain itu ternyata di dalam specimen masih terdapat fase yang tidak diharapkan yaitu aluminium karbida (Al_4C_3) meskipun dalam jumlah relative kecil karena mengakibatkan material Rapuh/Getas.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Hand Book, Vol 7 *Powder Metallurgy*
- Henry H. Hausne, Dr. M. Kumar Mal., 1982 “*Hand Book of Powder Metallurgy*”, Second Edition, USA.
- Avner., 1974 “*Intoduction to Physical Metallurgy*”, Second edition. McGraw-Hill Kogakhusa Ltd,
- Gibson, Ronal F., 9194. “*Introduction To Physical Metallurgy*”, Second edition. McGraw-Hill. Inc. New York.
- Sakti Khairal., 2009 “**Pembuatan Komposit Al Alloy Nano Keramik SiC Dan Karakteristiknya**”, Universitas Sumatra Utara. medan
- <http://www.azom.com>, “*Alloy Al seri 6061*”, diakses tanggal 17/07/2010.
- <http://www.ramatawa.com>, **Definisi, Klasifikasi Dan Aplikasi Material Komposit**”, Diakses tahun 17/07/2010
- <http://www.brembo.com/ENG/Car-Brakes/Co-castBrakeDisc>” diakses tanggal 22/17/2010.
- <http://www.wikipedia.com>, “*Sessile Drop*”, diakses tanggal 24/08/2010.
- Kim kyo jang, Wing mai yiu., “*Interface In Composites*”, Volume 13, Australia. Department Of Mechanical Engineering.

- Pramono A., 2008. “ **Komposit Sebagai Trend Teknologi Masa Depan**”, Untirta. Cilegon.
- Schwartz MEL M. ”**Composite Material**”, Volume II. New Jersey 07458
- Surdia tata, Shinroku saito., 1999. “**Pengetahuan Bahan Teknik**”, cetakan keempat, PT Pradnya Paramita jakarta.
- Khaerudini, D.S, 2008, ”**Analisa Pengaruh Komposisi Terhadap Sifat Mekanis Komposit Serbuk Al/SiC Dengan Proses *Singe Compaction*** ”, Pusat Penelitian Fisika – LIPI, Tangerang Banten.
- Yih, P., 1995. ” *Powder Metallurgy Of Metal Matrix Composites Using Coated Filler, The International Journal Of Powder Metallurgy, Composites Material*, Research Laboratory state University of New York at Buffalo, New York. USA