

KETAHANAN AUS DAN KEKERASAN KOMPOSIT MATRIK ALUMINIUM (AMCS) PADUAN ALUMINIUM Al-Si DITAMBAH PENGUAT SiC DENGAN METODE STIR CASTING

Nur Wahyuni^{1a}, Moh. Adnan^{2b}

¹ Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea 90245, Indonesia

² Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea 90245, Indonesia

^a nur.wahyuni@pnsmail.go.id

^b mohammad.adnan@pnsmail.go.id

Abstract — Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan aus dan kekerasan komposit matrik aluminium (AMCs) dari paduan aluminium Al-Si ditambah penguat SiC dengan perbandingan 98% Al-Si dan 2% SiC menggunakan metode *stir casting*.

Metode penelitian yang dilakukan yakni uji komposisi, uji metalografi, uji keausan dan uji kekerasan pada material komposit matrik aluminium (AMCs) dari paduan aluminium Al-Si ditambah penguat SiC dengan perbandingan 98% Al-Si dan 2% SiC menggunakan metode *stir casting* dengan suhu penuangan dibuat 3 (tiga) variasi yaitu 688 °C, 738 °C, dan 788°C.

Pada penelitian tahun II direncanakan menguji ketahanan aus dan kekerasan komposit matrik aluminium (AMCs) dari paduan aluminium Al-Si ditambah penguat SiC dengan perbandingan 98% Al-Si dan 2% SiC menggunakan metode *Squeeze casting*.

Target khusus yang ingin dicapai memaksimalkan piston komposit yang dapat menambah performa kerja mesin, tahan lama, koefisien muai rendah, ringan, durabiliti, mengurangi limbah piston, dan memiliki nilai jual tinggi..

Kata kunci : Komposit matrik aluminium (AMCs), Keausan, Kekerasan.

I. PENDAHULUAN

Piston merupakan salah satu dari spare part untuk kendaraan bermotor yang sangat vital dan sering dilakukan pergantian setiap overhaul. Kerusakan piston diakibatkan oleh keausan dikarenakan kondisi kerja piston menahan suhu tinggi, tekanan besar dan gaya gesek kontinyue dalam jangka waktu yang lama. Hal inilah yang menyebabkan komponen piston perlu dilakukan penggantian sesuai penggunaan. Piston terbuat dari paduan aluminium dan silikon yang memiliki daya tahan terhadap korosi, abrasi, ulet dan kekuatan tinggi koefisien muai (Cole, 1995).

Beberapa inovasi telah dikembangkan dalam pembuatan piston melalui proses pengecoran, diantaranya pengecoran gravitasi, cetak tekan (*squeeze casting*), *stir casting*, metalurgi serbuk dan centrifugal casting. Kelemahan hasil pengecoran gravitasi yaitu banyak porositas dan kekuatan rendah. Proses metalurgi serbuk dari segi impuriti dan energi sangat rendah tetapi proses dan perlakuan terhadap serbuk rumit (Toto, 2009). Pengecoran cetak tekan dapat meminimalkan porositas,

penyusutan, permukaan halus, kekuatan mekanik tinggi, hemat logam, biaya rendah dan bentuk akhir mendekati dimensi yang diinginkan.

Piston sebagai penggerak utama proses pembakaran diruang bakar. Sehingga material piston perlu memiliki spesifikasi karakteristik dan sifat mekanik khusus untuk mencapai (*Society of Automotive Engineers*) SAE untuk piston. Material piston sekarang ini untuk industri besar masih menggunakan bijih aluminium untuk membuat paduannya.

Kekuatan dan keuletan aluminium masih dibawah standar piston, sehingga perlu diciptakan material yang lebih unggul. Material unggul didapat dari penggabungan dua atau lebih material atau disebut komposit. Komposit matrik aluminium (AMCs) banyak digunakan dalam pembuatan piston. Komposit terdiri dari paduan aluminium dan silikon karbida (SiC). Aluminium sebagai matrik dan SiC sebagai penguat (*reinforced*) dalam bentuk partikel dan serat. Untuk piston komposit dengan campuran matrik 80% dan penguat partikel 20 % dapat meningkatkan kekuatan sifat mekanik 100 % (Mahadevan, 2008).

Hasan Z (2008), membuat piston *aluminium matrix composites* (AMCs) atau komposit matrik aluminium dari paduan aluminium Al-Si ditambah penguat SiC dengan perbandingan 80% Al-Si dan 20% SiC menggunakan metode *squeeze casting*. Hasil yang diperoleh menggunakan metode *squeeze casting* dengan penguat partikel dan fiber dapat meningkatkan kekuatan tarik 225 %, kekerasan 150% dan porositas 5%.

Anastasia Sahari (2009), melakukan penambahan Mg terhadap kekerasan komposit matriks Al₂O₃ dan Al, hasilnya terjadi peningkatan kekerasan optimum sebesar 1221 VHN dicapai pada penambahan 8% wt Mg dan meningkatkan reaksi antarmuka matrik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan aus dan kekerasan komposit matrik aluminium (AMCs) dari paduan aluminium Al-Si ditambah penguat SiC dengan perbandingan 98% Al-Si dan 2% SiC menggunakan metode *stir casting*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Komposit Matriks Logam

Komposit adalah perpaduan dari beberapa bahan yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat fisik masing-masing material penyusunnya untuk menghasilkan material baru yang unik, dibandingkan dengan sifat material dasarnya sebelum dikombinasikan, terjadi ikatan antara masing-

masing material penyusunnya. Berdasarkan bahan matriks yang digunakan, maka komposit dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok, yaitu :

- a. Komposit matriks logam (*Metal Matrix Composite*)
- b. Komposit matriks polimer (*Polimer Matrix Composite*)
- c. Komposit matriks keramik (*Ceramics Matrix Composite*)

Sedangkan berdasarkan jenis penguatnya, maka material komposit dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Particulate composite, penguatnya berbentuk partikel
2. Fibre composite, penguatnya berbentuk serat
3. Structural composite, penguatnya berbentuk lapisan

Material yang ulet tahan korosi, seperti: Al dan material yang kuat dan tangguh, seperti: keramik. Merupakan pemikiran yang tepat untuk menggabungkan kedua material tersebut menjadi material baru, yaitu: komposit. Material komposit yang diharapkan dengan proses pembuatannya mempunyai kekuatan mekanik yang tinggi, daya tahan vibrasi dan konduktivitas panas baik seperti: kekakuan, tahan aus dan stabil pada temperatur tinggi.

A.1. Metal Matrix Composites

MMC pada dasarnya terdiri dari penguat *non-metallic* yang disatukan pada matriks *metallic*. Sifatnya yang ringan, tahan korosi, dan sifat mekanik nya yang sangat aplikatif, membuat paduan Aluminium begitu populer dan menjadikannya baik dalam pembuatan Aluminium MMCs. Titik leburnya yang cukup tinggi untuk berbagai persyaratan aplikasi, namun juga cukup rendah sehingga sesuai untuk proses pembuatan komposit. Aluminium juga dapat digabungkan dengan berbagai variasi material penguat.

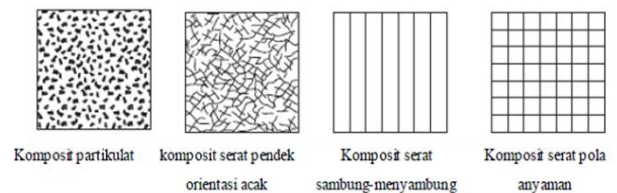
MMC merupakan material yang harus memenuhi kondisi persyaratan berikut :

1. MMC harus dibuat artifisial
2. Harus merupakan kombinasi dari paling tidak dua material yang berbeda secara kimiawi dimana material utama dan material pengikatnya berbeda.
3. Material terpisah yang memebentuk komposit haruslah kombinasi tiga dimensi. (laminasi seperti pelapisan logam ataupun *honeycomb sandwiches* tidak bisa dianggap material komposit dasar jika logam sama digunakan secara menyeluruh).
4. Komposit tersebut haruslah dibuat dengan tujuan mempelajari sifat komposit tersebut, yang mana sifat ini tidak dapat dicapai oleh masing- masing material penyusunnya.

Material komposit dibentuk dari dua atau lebih material yang berbeda, yang mana material penyusun ini

mempengaruhi sifat akhir dari material. Tidak seperti paduan logam, material pada komposit mempengaruhi material akhir dengan sifat yang jelas pada level makroskopis. Kebanyakan komposit terdiri dari dua material, material penguat disebut *filler* dan material matriks. Material *filler* memberikan kekakuan dan kekuatan, sedangkan material matriksnya menahan material bersama dan membantu perpindahan beban pada penguatan yang terputus.

Dalam pembuatan komposit, matriks dan penguat dicampurkan bersama dan dapat dibedakan secara fisik. Jika dibandingkan dengan logam *monolithic*, MMC menawarkan keuntungan lebih, diantaranya memiliki sifat temperatur yang lebih baik, modulus dan kekuatan spesifik yang tinggi, ekspansi termal yang rendah dan konduktivitas termal yang baik. Akan tetapi MMC memiliki ketangguhan yang rendah dan biaya pembuatan yang tinggi. berdasarkan sifat ini, MMC bisa diaplikasikan pada komponen elektrik, industri otomotif dan industri penerbangan. Kebanyakan material penguat merupakan serat yang sambung-menyambung, baik itu serat yang berpola lurus maupun berpola anyaman. Selain itu penguat juga biasanya merupakan potongan serat pendek dan partikulat. Sementara itu, sebagian besar matriks merupakan plastik resin, selain itu material lain seperti logam juga banyak digunakan.

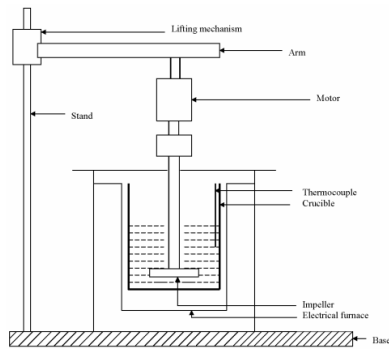


A.2. Metode Pembentukan Komposit Matriks Logam

Stir casting seperti adalah proses pengecoran dengan cara menambahkan suatu logam murni (biasanya Al) dengan sebuah komposit, dengan cara melebur logam murni tersebut, kemudian logam murni yang sudah mencair tersebut diaduk-aduk secara terus menerus hingga berbentuk sebuah pusran, kemudian komposit (berupa serbuk) tersebut dicampurkan sedikit demi sedikit melalui tepi dari pusran yang telah terbentuk itu.

Keuntungan *stir casting* antara lain:

1. Proses ini mampu menggabungkan partikel penguat kedalam logam cair dikarenakan adanya gaya pengadukan secara mekanik yang menyebabkan partikel padatan terperangkap dalam logam cair.
2. Dengan adanya proses pengadukan pada suhu diatas temperatur cair maka udara yang terperangkap memungkinkan untuk naik ke atas permukaan logam cair sehingga cacat yang diakibatkan oleh terperangkapnya udara dalam logam cair dapat dihindari.
3. Proses *stir casting* menghasilkan produk yang hasilnya relatif lebih baik dibandingkan hasil *casting* yang lainnya karena pencampuran logam dapat lebih homogen.



Gambar 1. Skema dapur peleburan stir casting

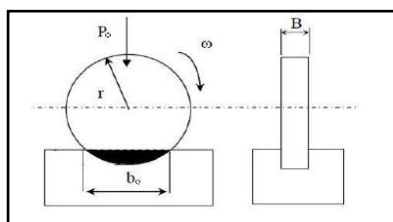
B. Pengujian keausan abrasif

Keausan merupakan hilangnya bahan dari suatu permukaan atau perpindahan bahan dari permukaannya ke bagian yang lain atau Bergeraknya bahan pada suatu permukaan. Keausan yang terjadi pada suatu material disebabkan oleh adanya beberapa mekanisme yang berbeda dan terbentuk oleh beberapa parameter yang bervariasi meliputi, bahan, lingkungan, kondisi operasi, dan geometri permukaan yang terjadi keausan.

Mekanisme keausan menurut Koji Kato, dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu keausan yang disebabkan perilaku mekanis (*mechanical*), keausan yang disebabkan perilaku kimia (*chemical*), dan keausan yang disebabkan perilaku panas (*thermal wear*). Keausan yang disebabkan perilaku mekanis digolongkan lagi menjadi *abrasive*, *adhesive*, *flow* dan *fatigue wear*.

Pengujian keausan pada penelitian ini, tipe keausan yang terjadi adalah *abrasive wear*. Keausan *abrasive* terjadi jika partikel keras atau permukaan keras yang kasar menggerus dan memotong permukaan sehingga mengakibatkan hilangnya material yang ada di permukaan tersebut (*earth moving equipment*).

Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode dan teknik, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan aktual. Salah satunya adalah dengan metode Ogoshi dimana benda uji memperoleh beban gesek dari disk yang berputar (*revolving disc*). Pembebanan gesek ini akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada permukaan benda uji. Besarnya jejak permukaan dari material tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. Semakin besar dan dalam jejak keausan maka semakin tinggi volume material yang terlepas dari benda uji. Ilustrasi skematis dari kontak permukaan antara *revolving disc* dan benda uji diberikan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Prinsip pengujian keausan dengan metode Ogoshi

Keterangan :

- P_0 : Beban h : Kedalaman bekas injakan
 r : jari- jari *revolving disc* b : Lebar bekas injakan
 B : Tebal *revolving disc* ω : Kecepatan putar

Uji keausan merupakan suatu uji karakteristik fisik yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat keausan benda (permukaan benda) terhadap gesekan atau goresan. Uji keausan dilakukan dengan cara menghitung lebar keausan dari sampel. Untuk pengujian keausan dilakukan dengan menggunakan alat uji *Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine (Type OAT-U)*.

Keutamaan dari alat ini diantaranya :

1. Lama waktu abrasi dapat ditentukan dan daya tahan aus permukaan benda uji dengan berbagai variasi bahan dapat dengan mudah terdeteksi.
2. Pengujian dilakukan dengan mudah dan cepat.
3. Benda uji tidak harus berukuran besar.
4. Perubahan tekanan, kecepatan dan jarak penggosok dapat dibuat dengan mudah dengan jarak yang lebih lebar.
5. Berbagai macam bahan-bahan industri (karbon, baja, *harden steel*, *cast steel*, *super-hard alloys*, tembaga, kuningan, *synthetic resins*, nylon, dan lain-lain) dapat diuji.

Rumus nilai keausan spesifik:

$$W_s = \frac{B \times B_0^3}{8 \times r \times P_0 \times L_0} \quad \dots(1)$$

Di mana :

- B = lebar piringan pengaus (mm)
 B_0 = lebar keausan pada benda uji (mm)
 r = jari-jari piringan pengaus (mm)
 P_0 = gaya tekan pada proses keausan berlangsung (kg)
 L_0 = jarak tempuh pada proses pengausan (mm)
 W_s = harga keausan spesifik (mm²/kg)

C. Uji Kekerasan Metode Brinell (BHN)

Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical of properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material merupakan ketahanan material terhadap gaya penekanan atau deformasi dari material lain yang lebih keras, yang menjadi prinsip dalam suatu uji kekerasan adalah terletak pada permukaan material pada saat permukaan material tersebut diberi perlakuan penekanan sesuai dengan parameter (diameter, beban, dan waktu).

Berdasarkan mekanisme penekanan yang dilakukan pada saat proses pengujian, uji kekerasan dapat dibedakan menjadi tiga jenis metode pengujian dalam menentukan kekerasan suatu material, yaitu : metode brinell (HB/BHN), metode rockwell (HR/HRN), dan metode vickers (HV/VHN).

Pengujian kekerasan dengan metode Brinell berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai bola baja yang dikeraskan dan ditekan dengan beban tertentu. Beban diterapkan selama waktu tertentu, biasanya 30 detik, dan diameter lekukan diukur dengan

mikroskop atau kaca pembesar berskala, setelah beban dihilangkan. Permukaan yang akan dibuat lekukan harus relatif halus, rata dan bersih dari debu atau kerak.

Angka kekerasan brinell (BHN) dinyatakan sebagai beban P dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diameter jejak. BHN dapat ditentukan dari persamaan berikut :

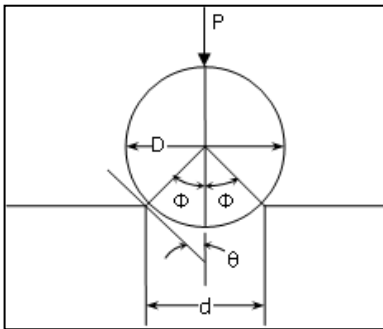
$$BHN = \frac{P}{(\pi D/2)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad \dots(2)$$

dengan:

- P = beban yang digunakan (kg)
- D = diameter bola baja (mm)
- d = diameter lekukan (mm)

Dari gambar 3, Dapat dilihat bahwa $d = D \sin \Phi$. Dengan memasukkan harga ini ke dalam persamaan (1) akan dihasilkan bentuk persamaan kekerasan brinell yang lain, yaitu :

$$BHN = \frac{P}{(\pi/2)D^2(1 - \cos \phi)} \quad \dots(3)$$



Gambar 3. Parameter-parameter dasar pada pengujian Brinell (Dieter, 1987)

Jejak penekanan yang relatif besar pada uji kekerasan brinell memberikan *keuntungan* dalam membagikan secara pukul rata ketidak seragaman lokal. Selain itu, uji brinell tidak begitu dipengaruhi oleh goresan dan kekasaran permukaan dibandingkan uji kekerasan yang lain. *Sebaliknya*, jejak penekanan yang besar ukurannya, dapat menghalangi pemakaian uji ini untuk benda uji yang kecil atau tipis, atau pada bagian yang kritis terhadap tegangan sehingga lekukan yang terjadi dapat menyebabkan kegagalan (*failure*).

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan

Bahan yang digunakan adalah piston bekas yang terbuat dari material komposit matrik aluminium (AMCs) dari paduan Al-Si ditambah penguat SiC dengan perbandingan 98% Al-Si dan 2% SiC, seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4

B. Uji keausan

Ogoshi high speed universal wear testing machine type OAT-U adalah untuk menentukan laju keausan suatu material dimana benda uji memperoleh beban gesek dari disk yang berputar (revolving disc). Pembebanan. ini akan menghasilkan kontak yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada benda uji. Besarnya jejak permukaan dari material yang tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. Pada Gambar 5, menunjukkan ogoshi high speed universal wear testing machine.



Gambar 5. Ogoshi high speed universal wear testing machine type OAT-U

Langkah-langkah yang dilakukan selama proses uji keausan ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan pengujian
 - a. Menyiapkan sampel uji .
 - b. Menghaluskan permukaan sampel benda uji dengan menggunakan amplas dan kain bludru yang diberi autosol.
2. Pengoperasian
 - a. Menempatkan spesimen pada mesin rotating disk on plate
 - b. Mengatur gear rasio yang diinginkan untuk menentukan panjang langkah (mm) dan beban (kg)
 - c. Hidupkan Mesin dan dengan waktu yang bersamaan timer diaktifkan untuk menyesuaikan waktu yang kita butuhkan.
 - d. Matikan mesin dan ganti spesimen dengan yang spesimen yang selanjutnya yang akan diuji.
 - e. Mengulangi langkah (a) sampai langkah (d) sampai dengan semua specimen yang akan diuji.

C. Pengujian Kekerasan

Adapun langkah kerja pengujian kekerasan Brinell, sebagai berikut :

- a. Spesimen harus memenuhi persyaratan
 - Rata dan Halus
 - Ketebalan Minimal 6 mm.
 - Dapat ditumpu dengan baik dan permukaan uji harus horizontal.
- b. Indentor yang digunakan adalah bola baja yang telah dikeraskan, namun untuk bahan yang sangat keras (sampai 650 BHN) digunakan bola dari karbida tungsten. Jarak antara titik pengujian minimal dua kali diameter tapak indentasi.
- c. Pemakaian beban (P) dan diameter indentor (D) harus memenuhi persyaratan perbandingan P/D = 30 untuk baja, 10 untuk tembaga dan paduannya, serta 5 untuk aluminium dan paduannya.
- d. Pada pelaksanaannya, pengujian kekerasan ini dilakukan dengan menekan indentor pada permukaan spesimen selama 10-30 detik.
- e. Nilai kekerasan pengujian ini dinyatakan dalam satuan BHN (*Brinells Hardness Number*) yang dihitung berdasarkan diameter indentasi dengan persamaan sebagai berikut :

$$BHN = \frac{2P}{(\pi D) \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$$

Dimana :

P = Gaya tekan (kgf)

D = Diameter indentor bola baja (mm)

d = Diameter hasil indentasi (mm)

IV. HASIL YANG DICAPAI

A. Uji Komposisi

Pengujian komposisi pada penelitian ini dilakukan sebanyak 4 (empat) kali. Data I diambil tanpa melalui proses Stir Casting dan tiga data lainnya diambil dengan terlebih dahulu melalui proses Stir Casting dengan suhu tuang yang divariasikan, sebagaimana diperlihatkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil pengujian komposisi pada piston bekas tanpa perlakuan cor

No.	Unsur	Hasil
1.	Al	79.49
2.	Si	18.9
3.	Fe	0.425
4.	Cu	0.101
5.	Mn	0.142
6.	Mg	<0.0500
7.	Cr	<0.0150
8.	Ni	<0.0200
9.	Zn	<0.0100
10.	Sn	0.0545
11.	Ti	0.0863
12.	Pb	<0.0300
13.	Be	0.0001
14.	Ca	0.0035
15.	Sr	<0.0005
16.	V	<0.0100
17.	Zr	0.678

Tabel 2. Hasil pengujian komposisi pada piston bekas dengan proses Stir Casting dengan suhu tuang 688 °C

No.	Unsur	Hasil
1.	Al	79.75
2.	Si	17.0
3.	Fe	1.97
4.	Cu	0.0975
5.	Mn	0.0899
6.	Mg	<0.0500
7.	Cr	<0.0440
8.	Ni	<0.0200
9.	Zn	<0.0100
10.	Sn	0.0559
11.	Ti	0.120
12.	Pb	<0.0300
13.	Be	0.0003
14.	Ca	0.0034
15.	Sr	<0.0005
16.	V	<0.0100
17.	Zr	0.823

Tabel 3. Hasil pengujian komposisi pada piston bekas dengan proses Stir Casting dengan suhu tuang 738 °C

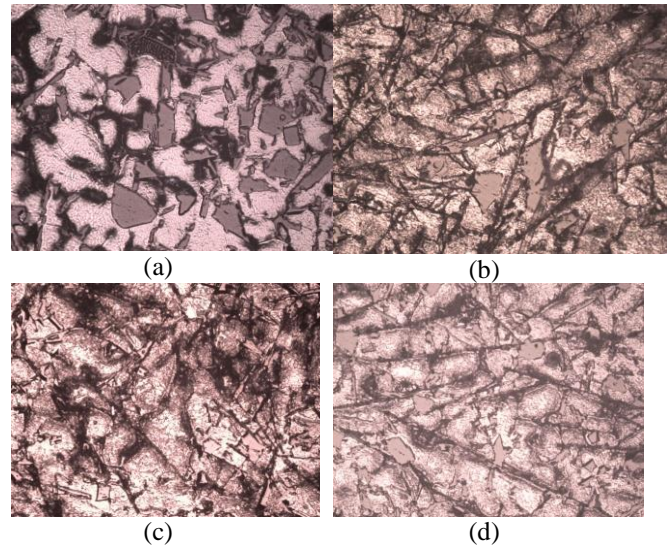
No.	Unsur	Hasil
1.	Al	78.93
2.	Si	17.9
3.	Fe	1.80
4.	Cu	0.0962
5.	Mn	0.101
6.	Mg	<0.0500
7.	Cr	<0.0751
8.	Ni	<0.0200
9.	Zn	<0.0100
10.	Sn	0.0576
11.	Ti	0.123
12.	Pb	<0.0300
13.	Be	0.0002
14.	Ca	0.0033
15.	Sr	<0.0005
16.	V	<0.0100
17.	Zr	0.844

Tabel 4. Hasil pengujian komposisi pada piston bekas dengan proses Stir Casting dengan suhu tuang 788 °C

No.	Unsur	Hasil
1.	Al	79.18
2.	Si	17.8
3.	Fe	1.50
4.	Cu	0.0931
5.	Mn	0.0543
6.	Mg	<0.0500
7.	Cr	<0.0150
8.	Ni	<0.0200
9.	Zn	<0.0100
10.	Sn	0.0676
11.	Ti	0.135
12.	Pb	<0.0300
13.	Be	0.0002
14.	Ca	0.0044
15.	Sr	<0.0005
16.	V	<0.0100
17.	Zr	1.05

B. Uji Metalografi (Foto Mikro)

Uji Metalografi (Foto Mikro) dilakukan dengan menggunakan mikroskop optic serta didukung oleh software-nya, sebelum dilakukan pengambilan gambar spesimen terlebih dahulu di polishing sedemikian rupa agar foto yang didapat menjadi maksimal. Pengujian metalografi dilakukan untuk mengetahui keadaan struktur mikro pada sampel spesimen yang tanpa melalui proses stir casting dan pada sampel spesimen yang melalui proses stir casting dengan suhu tuang yang divariasikan, yakni 688°C, 738°C, dan 788°C, sebagaimana diperlihatkan pada gambar-gambar dibawah ini.



Gambar 5

- (a) Sampel spesimen tanpa melalui proses stir casting dan SiC
- (b) Sampel spesimen yang melalui proses stir casting dengan tambahan SiC pad suhu tuang (688 °C)
- (c) Sampel spesimen yang melalui proses stir casting dengan tambahan SiC pad suhu tuang (738 °C)
- (d) Sampel spesimen yang melalui proses stir casting dengan tambahan SiC pad suhu tuang (788 °C)

Gambar 5-(a) diatas menunjukkan kondisi struktur mikro yang tidak mengalami perlakuan khusus. Sedangkan pada gambar 5-(b), gambar 5-(c), dan gambar 5-(d) menunjukkan kondisi struktur mikro hasil casting yang terdiri dari kristal silikon eutektik berbentuk jarum, Mg₂Si berwarna keabu-abuan dan fasa alumunium pro-eutektoid. Proses solution treatment menyebabkan Mg₂Si terlarut ke dalam matriks alumunium, sementara kristal eutektik silikon yang tadinya berbentuk jarum berubah menjadi nodular. Transisi ini memerlukan waktu yang cukup lama. Semakin lama waktu solution dan semakin tinggi temperturnya maka proses akan menghasilkan efek yang lebih baik. Tetapi bagaimanapun juga, kedua parameter tersebut memiliki batas tertentu.

C. Uji Kekerasan

Tabel 5. Data Uji Kekerasan dengan Brinell

No	Jenis Variasi	Diameter Hasil Uji Kekerasan Konversi Hasil Metode HB			
		1	2	3	4
1.	Tanpa Campuran SiC	2,50	2,55	2,50	2,52
	Konversi ke HB	73	< 70	73	70
2.	Penambahan SiC T:688	2,50	2,50	2,60	2,53
	Konversi ke HB	73	73	< 70	< 70
3.	Penambahan SiC T:738	2,60	2,55	2,55	2,57
	Konversi ke HB	< 70	< 70	< 70	< 70
4.	Penambahan SiC T:788	2,50	2,55	2,50	2,52
	Konversi ke HB	73	< 70	73	70

Dari tabel 5 diatas, menunjukkan bahwa spesimen dengan tambahan SiC pada variasi suhu tuang memiliki kecenderungan nilai kekerasannya mendekati nilai kekerasan sampel spesimen tanpa penambahan SiC. Pada suhu tuang 788 °C, nilai kekerasannya yang diperoleh sama dengan nilai kekerasan sampel spesimen tanpa penambahan SiC.

D. Uji Keausan

Pada Pengujian keausan ini, dilakukan pengambilan data sebanyak 3 (tiga) kali pada 4 (empat sampel) yang berbeda, dengan kecepatan abrasi yang sama yakni 0,250 m/det dan dalam waktu 60 detik. Beban dan jarak yang digunakan divariasikan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.6 dibawah ini.

Tabel 5.6. Uji keausan dengan *ogoshi high speed universal wear testing machine*

Kode Spesimen	Final Load (Beban) (Kg)	Abrasion Distance Table (m)	Abrasion Speed (m/detik)	Waktu (detik)	Abrasion Goove Width		
					1	2	3
Tanpa SiC	2,12	66,6	0,250	60	20	20	20
	3,18	100	0,250	60	22	22	20
	6,36	200	0,250	60	36	42	40
688 °C	2,12	66,6	0,250	60	20	24	22
	3,18	100	0,250	60	23	25	27
	6,36	200	0,250	60	36	43	40
738 °C	2,12	66,6	0,250	60	20	21	26
	3,18	100	0,250	60	25	25	24
	6,36	200	0,250	60	30	33	34
788 °C	2,12	66,6	0,250	60	18	23	24
	3,18	100	0,250	60	23	26	27
	6,36	200	0,250	60	39	38	39

V. KESIMPULAN

1. Hasil uji komposisi pada sampel spesimen tanpa proses perlakuan stir casting dan tambahan Sic, menunjukan unsur Al sebesar 79,49 dan unsur Si sebesar 18,9. Unsur Fe, Cu, Sn, dan Ti masing-masing pada harga 0,425; 0,101 ; 0,05 dan 0,08. Hasil uji komposisi pada sampel spesimen dengan proses perlakuan stir casting pada suhu tuang 688°C dan tambahan Sic sebesar 2% menunjukan unsur Al sebesar 79,75 dan unsur Si sebesar 17,0. Unsur Fe, Cu, Sn, dan Ti masing-masing pada harga 1,97; 0,09; 0,06, dan 0,12. Hasil uji komposisi pada sampel spesimen dengan proses perlakuan stir casting pada suhu tuang 738°C dan tambahan Sic sebesar 2% menunjukan unsur Al sebesar 78,93 dan unsur Si sebesar 17,9. Unsur Fe, Cu, Sn, dan Ti masing-masing pada harga 1,80; 0,09; 0,06, dan 0,12. Hasil uji komposisi pada sampel spesimen dengan proses perlakuan stir casting pada suhu tuang 788°C dan tambahan Sic sebesar 2% menunjukan unsur Al sebesar 79,18 dan unsur Si sebesar 17,8. Unsur Fe, Cu, Sn, dan Ti masing-masing pada harga 1,50; 0,09; 0,06, dan 0,13. Data-data ini menunjukkan hasil uji komposisi pada sampel spesimen dengan proses perlakuan stir casting dengan variasi suhu tuang dan

tambahan Sic, menunjukkan unsur Fe, Cu, Sn, dan Ti cenderung meningkat dibandingkan dengan tanpa proses perlakuan stir casting dan tambahan Sic .

2. Hasil Uji metallografi pada sampel spesimen tanpa proses perlakuan stir casting dan Sic menunjukkan porositas pada mikro. Sebaliknya pada pada sampel spesimen dengan proses perlakuan stir casting dengan variasi suhu tuang dan tambahan Sic, menunjukkan kristal silikon eutektik berbentuk jarum.
3. Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa spesimen tanpa proses perlakuan stir casting dan tambahan SiC nilai kekerasan rata-ratanya sebesar 71,25. Pada sampel spesimen dengan proses perlakuan stir casting dan tambahan SiC sebesar 2%, pada suhu tuang 688°C nilai kekerasan rata-ratanya sebesar 71, pada suhu tuang 738°C nilai kekerasan rata-ratanya sebesar 69, dan pada suhu tuang 738°C nilai kekerasan rata-ratanya sebesar 71,25.
4. Hasil uji keausan pada kecepatan abrasi 0,250 m/det dan waktu 60 detik, menunjukkan pada sampel spesimen tanpa proses perlakuan stir casting dan tambahan SiC beban 2,12 Kg nilai rata-rata keausannya sebesar 20; beban 3,18 Kg nilai rata-rata keausannya sebesar 21,33 dan beban 6,36 Kg nilai rata-rata keausannya sebesar 39,33. Pada sampel spesimen dengan proses perlakuan stir casting dengan suhu tuang 688°C dan tambahan SiC sebesar 2%, beban 2,12 Kg nilai rata-rata keausannya sebesar 22; beban 3,18 Kg nilai rata-rata keausannya sebesar 25 dan beban 6,36 Kg nilai rata-rata keausannya sebesar 39,66. Pada sampel spesimen dengan proses perlakuan stir casting dengan suhu tuang 738°C dan tambahan SiC sebesar 2%, beban 2,12 Kg nilai rata-rata keausannya sebesar 22,33; beban 3,18 Kg nilai rata-rata keausannya sebesar 24,66 dan beban 6,36 Kg nilai rata-rata keausannya sebesar 32,33. Pada sampel spesimen dengan proses perlakuan stir casting dengan suhu tuang 788°C dan tambahan SiC sebesar 2%, beban 2,12 Kg nilai rata-rata keausannya sebesar 21,66; beban 3,18 Kg nilai rata-rata keausannya sebesar 25,33 dan beban 6,36 Kg nilai rata-rata keausannya sebesar 38,66.

DAFTAR PUSTAKA

- Anastasia, S., Anne, Z., Eddy, S., S., 2009, **Pengaruh Mg Terhadap Kekerasan Komposit Matriks Keramik Al₂O₃/Al**, MAKARA, SAINS, VOL. 13, NO. 1, APRIL 2009: 39-44
- Cole., 1995, **Komponen piston**, <http://digilib.unimus.ac.id/download.php%3Fid%3D15186>.
- Hasan, Z., 2008, **Pembuatan piston aluminium matrix composites (AMCs) atau komposit matrik aluminium dengan metode squeeze casting**, <http://digilib.unimus.ac.id/download.php%3Fid%3D15186>.
- Mahadevan, 2008, **Pengaruh Komposisi Campuran Komposit Dengan Tekanan Konstan**, <http://digilib.unimus.ac.id/download.php%3Fid%3D15186>.
- Surdia, T., Chijiwa, K., 1976, **Teknik Pengecoran Logam**, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Toto, 2009, **Pembuatan piston dengan proses pengecoran metalurgi serbuk**, <http://digilib.unimus.ac.id/download.php%3Fid%3D15186>.