

Efek Komposisi Komposit Matrik Aluminium Dengan Penguat Silikon Carbida *Whisker* Dan Alumina Terhadap Sifat Kekerasan

Panji Haryo Setiawan, K.Suarsana, I Gst. Ngurah Nitya S.

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstraksi

Berkembangnya kebutuhan akan material bahan di Era Globalisasi juga semakin meningkat dan beragam yang diinginkan material baru dalam kehidupan sehari-hari. Material dari Aluminium Matrix Composites (AMC) memiliki pengaruh yang baik karena memberikan karakteristik ketahanan aus yang baik dibandingkan material lain. Seiring perkembangan jaman, penelitian tertuju pada penguat material dengan serat kontinu serta serat diskontinu. Komposit matrik aluminium ditambah SiCw dan Al_2O_3 untuk penguatnya, dibuat dengan 8 variasi yang terkelompok menjadi 2 yaitu aluminium persentasi 70% dan 60%. Proses pencetakan mengunakan cara metalurgi serbuk diberi penekanan beban sebesar 25 kN dengan lama waktu 20 menit serta temperature sintering 450°C, penelitian bertujuan agar dapat mengetahui efek komposisi terhadap sifat kekerasan. Didapatkan hasil penelitian bahwa nilai kekerasan pada spesimen uji meningkat dikarenakan persentase komposisi bahan SiCw yang semakin banyak di antara bahan penguat lainnya yaitu alumina, dimana nilai kekerasan tertinggi pada komposisi Al 60%, SiCw 40%, Al_2O_3 0% dengan Nilai 46,327 VHN

Kata Kunci : Komposisi, Aluminium, SiCw, Al_2O_3 , Kekerasan.

Abstract

The growing need for material materials in the Era of Globalization is also increasing and the variety of new materials desired in everyday life. Materials from Aluminum Matrix Composite (AMC) have a good effect because they provide good wear resistance characteristics compared to other materials. Along with the development of the era, research is focused on reinforcing materials with continuous fibers and discontinuous fibers. Aluminum matrix composite plus SiCw and Al_2O_3 for reinforcement, made with 8 varieties grouped into 2 aluminum percentage 70% and 60%. The printing process uses a powder metallurgy method with a compaction load given at 25 kN for 20 min and 450°C sintering temperature. This study was conducted to determine the effect of composition on the nature of hardness. It was found that the value of hardness in the test specimen increased due to the percentage of SiCw material composition which made up a lot among other reinforcing materials ie alumina, where the highest hardness value was Al 60%, SiCw 40%, Al_2O_3 0% with 46,327 VHN

Keywords: Composition, Aluminum, SiCW, Al_2O_3 , Hardness.

1. Pendahuluan

Semakin berkembangnya kebutuhan di kehidupan era globalisasi ini juga semakin meningkat dan beragam yang diinginkan dalam pengembangan material baru di kehidupan sehari-hari, di harapkan dapat berguna dalam penggunaannya. Tersedianya material yang berkualitas dan sesuai kebutuhan sehari-hari terbatas, menimbulkan pemikiran pengembangan material melalui pembuatan material komposisi menggunakan perlakuan permukaan, serta penambahan material sebagai penguat maupun rekayasa secara strukturalnya. Penelitian dan pengembangan tentang komposit matrik logam (*Metal Matrix Composites /MMC*) dimana terdiri dua bahan bahkan lebih pembuatannya serta berbeda pada level makroskopik membentuk komponen tunggal, sejak tahun 1960-an, dalam skala besar mulai dilakukan, juga didukung dengan ketersediaan serat karbon *whisker*, dan boron. Sehingga secara tak langsung keberhasilan dalam penelitian komposit matrik berpenguat berkembang begitu pesat. *Aluminium Matrix Composites (AMC)* memiliki prospek yang lebih baik karena mampu memberikan sifat karakteristik ketahanan aus yang baik dibandingkan material lain. Seiring berjalannya

waktu hingga saat ini, perhatian tertuju pada penguat material dengan serat kontinu maupun serat diskontinu [1].

Untuk dapat meningkatkan nilai sifat kekerasan pada material logam diperlukan penambahan material penguat pada logam tersebut dengan menambahkan bahan material yang keras, seperti keramik yang akan digunakan antara lain : TiC, Al_2O_3 , SiCw, dan ZrO₂. Bahan Material SiCw dapat mudah berikatan pada proses pencampuran serta tidak menimbulkan oksidasi pada Aluminium. [2].

Penelitian ini bermaksud untuk mencoba metode pengembangan *Aluminium Matrix Composite (AMC)* ditambahkan SiC *whisker* dan Al_2O_3 sebagai penguat menggunakan metode metalurgi serbuk (*powder metallurgi*) dalam pencampuran bahan *matrix* dan penguat. Dimana dengan menggunakan teknik metalurgi serbuk ini dapat menggabungkan dua sifat atau lebih material menjadi satu sehingga didapatkan keunggulan sifat dari material yang digabungkan. Kajian yang dilakukan dengan eksperimen di laboratorium untuk mengetahui karakter sifat baru komposit meliputi : kekerasan, dan struktur mikro menggunakan alat *Scanning Electron Microscope (SEM)*.

Penelitian ini memiliki batasan masalah yang terdiri dari material yang digunakan adalah matrik aluminium ditambahkan penguat SiCw dan Al₂O₃. Komposit matrik aluminium berpenguat SiCw dan Al₂O₃ didasari pada fraksi berat (wt%) yaitu 60% : 40% dan 70% : 30%. Gaya tekan pada benda uji diberikan sebesar 25 kN selama 20 menit. Pengujian sifat mekanis yang diberikan adalah kekerasan dan didukung dengan pengamatan menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Suhu ruangan pada saat penelitian dianggap konstan.

2. Dasar Teori

Material Komposit adalah campuran bahan yang terdiri dua bahan atau lebih, dimana pada setiap bahan memiliki sifat kimia dan mekanik yang berbeda kemudian menjadi satu material baru serta memiliki sifat karakteristik yang baru. Dari beberapa bahan terdiri dari Matriks sebagai pengikat dan bahan lain yang sebagai penguat atau untuk meningkatkan karakteristik komposit yang diinginkan. Dengan penggabungan tersebut didapat material baru yang memiliki sifatnya lebih baik dari material tunggal penyusunnya. Maka komposit dapat digolongkan kedalam tiga kelompok, berdasarkan bahan matriks yang dipilih untuk digunakan yaitu:

1. Komposit bermatriks logam (*Metal Matrix Composite/MMC*),
2. Komposit bermatriks polimer (*Polimer Matrix Composite/PMC*),
3. Komposit bermatriks keramik (*Ceramics Matrix Composite/CMC*).

Komposit bermatriks logam Aluminium (AMCs) memberikan aplikasi yang begitu luas dalam berbagai bidang kehidupan, dengan menggunakan serat pendek, partikulit maupun laminat. Teknik yang digunakan untuk dapat membuat komposit AMCs bergantung pada jenis matriks dan penguat yang di pilih, diklasifikasikan berdasarkan jenis matriks apakah bahan matriks berada pada fasa cair, padat atau gas sebelum tambahkan dengan penguat. Setelah proses dilakukan akan memberikan kelebihan dan kekurangan sendiri, termasuk dengan perhitungan ekonomis dalam produksinya [3]

Logam aluminium memiliki massa yang ringan serta sifat mekaniknya, tahan terhadap korosi, pengantar listrik yang tergolong baik. Aluminium dipergunakan sangat luas diberbagai kehidupan sebagai material teknik [4]. Alumina adalah bahan baku yang didapat dalam proses elektrolisa dan digunakan berdasarkan dengan keseimbangan stoikiometri, yang banyaknya hingga 1,89 Kg dalam suatu massa. Pengguna lainnya adalah untuk pembuatan bahan kimia, abrasive, dan serat keramik. Alumina (Al₂O₃) tergolong dalam senyawa oksida dari aluminium yang didapatkan melalui proses pemurnian bauksit (Al₂O₃ x H₂O) proses ini disebut sebagai Proses Bayer. Bahan *Whisker* SiC banyak digunakan untuk penguat bahan logam [5]. Bahan ini memiliki kekerasan yang hampir sama

seperti intan, oleh sebab itu pemilihan bahan SiCw sangat baik dalam penggunaan pahat bubut karena tahan pada suhu tinggi, oleh alas an tersebut banyak digunakan untuk penguat komponen yang terbuat dari keramik dimana harus memiliki suhu operasi sangat tinggi [6].

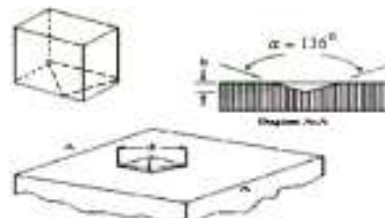
2.1. Pengujian Spesimen Bahan Al/(SiCw+Al₂O₃)

Sifat karakteristik material bahan Al/(SiCw+Al₂O₃) yang akan dicari adalah : nilai kekerasan, dan menganalisa struktur mikro menggunakan alat *Scanning Electron Microscope (SEM)*.

A. Uji Kekerasan

Kekerasan adalah ketahanan sebuah material bahanteknik terhadap penetrasi atau deformasi. Pada pengujian ini menggunakan metode *Vickers hardness* secara umum alat yang digunakan *micro hardness* tester terbuat dari intan (diamond) berbentuk piramid.

Sudut di antara permukaan piramida = 136°



Gambar 1. Skematik Pengujian Kekerasan

Rentang kekuatan yang berbeda dalam menentukan standar pengujian kekerasan adalah:

- ASTM E-384 untuk rentang mikro (10-1000 gr)
- ASTM E-92 untuk rentang makro (1-100 kg)
- ISO 6507 untuk rentang mikro dan makro

Dimana nilai pengujian kekerasan dapat di caridengan rumus :

$$VHN = 1,854 \frac{P}{d_{mean}} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan :

$$d_{mean} = d_1 + d_2$$

VHN = *Vickers Hardness Number*

P = Pembebanan (kgf)

d₁ = Panjang Diagonal 1

d₂ = Panjang Diagonal 2

B. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah alat mikroskop elektron yang banyak digunakan untuk menganalisa pada permukaan material. *SEM* juga dapat digunakan untuk

menganalisa data kristalografi pada material, sehingga pada penelitian dapat dikembangkan untuk menentukan elemen atau senyawa. Cara kerja alat SEM dimana terdapat dua sinar elektron digunakan secara simultan. Satu *strike* spesimen digunakan untuk menguji kemudian *strike* yang lain adalah *Cathode Ray Tube (CRT)* memberi tampilan ke gambar. SEM menggunakan prinsip *scanning*, artinya berkas elektron di arahkan titik ke titik pada objek. Gerakan berkas elektron dari satu titik ke titik yang lain pada suatu daerah objek seperti gerakan membaca [7].



Gambar 2. Alat Uji SEM

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dimana untuk pengambilan data, penelitian dilakukan di laboratorium meliputi uji karakteristik yaitu : uji kekerasan dan pengamatan mikro dengan *scanning electron microscope (SEM)* pada pengujian ini variabel yang ditentukan adalah Komposit matrik aluminium dengan penguat SiCw dan Al_2O_3 dengan fraksi berat (wt%) yaitu komposisi 60% : 40% dan 70% : 30%.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian di dapatkan setelah melakukan seluruh proses pembuatan spesimen material Al/(SiCw+ Al_2O_3). Diawali dari pencampuran serbuk aluminium (Al) yang ditambahkan Silicon Carbon Whisker (SiCw) dan Alumina (Al_2O_3) sebagai penguat. Kemudian dimasukkan kedalam cetakan berbentuk silinder berukuran tinggi 1 cm dan diameter 1cm, dikompaksi dengan beban 25 kN. Dilanjutkan dengan proses sintering kedalam tungku pemanas selama 6 jam bertemperatur 450°C. Hasil dari nilai kekerasan didapatkan melalui prosedur pengujian yang telah ditentukan.

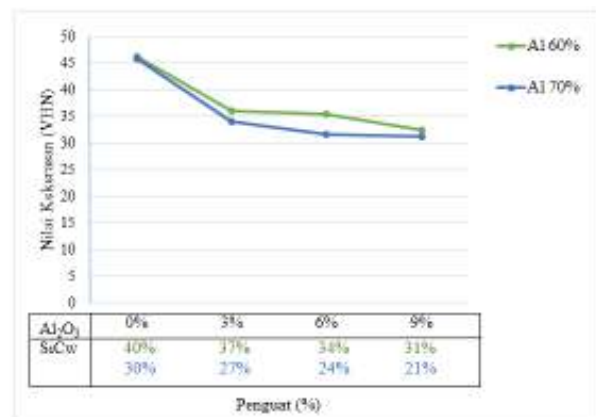
4.1 Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan variabel gaya pembebanan 3 kg, selama 10 – 20 detik terhadap benda uji material komposit whisker Al-(SiCw + Al_2O_3) Maka di dapat nilai keseluruhan pengujian kekerasan sesuai pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan

Spesimen Uji			Nilai Kekerasan VHN
Al	SiCw%	Al_2O_3 %	
70	30	0	45.8417335
	27	3	34.0725926
	24	6	31.5911246
	21	9	31.1920571
60	40	0	46.327098
	37	3	36.0145179
	34	6	35.3764159
	31	9	32.5258792

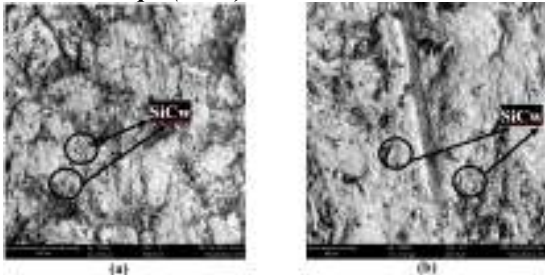
Perbedaan Nilai VHN di setiap komposisi bahan, lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Persentase Penguat SiCw/ Al_2O_3 dengan Kekerasan (VHN)

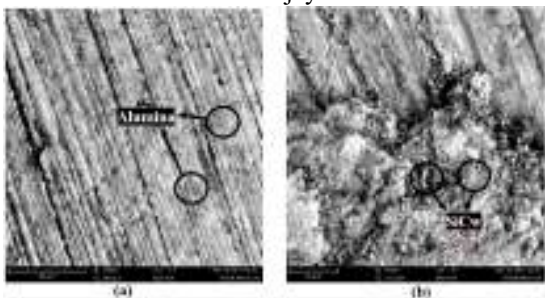
Berdasarkan hasil pengujian kekerasan yang telah dilakukan, nilai kekerasan paling rendah terdapat pada variasi komposisi dengan persentase Al 70, SiCw 21, Al_2O_3 9% yang menunjukkan nilai sebesar 32,525 VHN. Hal ini disebabkan oleh pengaruh bahan Alumina dengan persentase yang paling besar di antara 8 spesimen lainnya. Diketahui bahwa peningkatannya nilai kekerasan dari penelitian ini karena persentase bahan alumina yang digantikan dengan ditambahkan persentase bahan silikon carbida whisker pada setiap variasi komposisi spesimen, nilai kekerasan akan semakin meningkat. Pada tabel 4.1 terlihat nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada variasi komposisi dengan persentase Al 60, SiCw 40, Al_2O_3 0% yang menunjukkan nilai sebesar 46,327 VHN, spesimen ini memiliki kandungan persentase bahan silikon carbide whisker paling besar.

4.2 Hasil Pengamatan Scanning Electron Microscope (SEM)



Gambar 3. Hasil pengamatan SEM pada permukaan spesimen dengan persentasi bahan Al 60%, SiCw 40%, Al₂O₃ 0% gambar(a) pembesaran 1000, gambar(b) pembesaran 5000

Sumber : Laboratorium Central Teknik Mesin Brawijaya



Gambar 4. Hasil pengamatan SEM pada permukaan spesimen dengan persentasi bahan Al 70%, SiCw 21%, Al₂O₃ 9% gambar(a), pembesaran 1000, gambar(b) pembesaran 5000

Sumber : Laboratorium Central Teknik Mesin Brawijaya

Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM), membuktikan dan menguatkan hasil dari pengujian yang dilakukan sebelumnya. Bahwa variasi bahan Al 60%, SiCw 40% dan Al₂O₃ 0% memiliki kandungan SiCw yang lebih solid dan mudah terlihat kandungannya tersebut melalui foto SEM hal ini dapat dilihat pada gambar 2 baik itu pada 4 kali pembesaran dari 250x, 500x, 1000x hingga yang terakhir pembesaran 5000x. berbanding terbalik dengan variasi bahan Al 70%, SiCw 21%, dan Al₂O₃ 9% yang mendominasi penampakan bahan alumina dan sulit untuk menemukan kandungan SiCw hal ini dapat dilihat pada gambar 4 baik itu melalui pembesaran 250x, 500x, 1000x hingga yang terakhir pembesaran 5000x.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dalam penelitian ini bahwa penambahan penguat Silikon Carbida Whisker (SiCw) yang lebih besar dibandingkan Alumina terhadap uji kekerasan dapat meningkatkan nilai kekerasan pada spesimen uji. Komposisi persentase bahan Al 60%, SiCw 40%, Al₂O₃ 0% memiliki nilai kekerasan paling tinggi dengan nilai sebesar 46,327 VHN. Sedangkan nilai kekerasan paling rendah pada komposisi bahan Al 70, SiCw 21, Al₂O₃ 9% dengan

nilai 31,192 VHN. Pada specimen komposisi persentase bahan Al 60, SiCw 40, Al₂O₃ 0% yang tampak pada pengamatan Scanning Electron Microscope (SEM) memiliki tingkat goresan paling sedikit. Berbanding terbalik dengan specimen persentase bahan Al 70%, SiCw 21, Al₂O₃ 9%, yang tampak pada pengamatan SEM memiliki tingkat goresan atau pengikisan paling tinggi di antara 7 specimen lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] Bishop, R.J.(1999) *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering*.
- [2] Ristic, M. M., 1997, *Sintering New Developments Material Science Monographs, vol,4 Proceeding of 4th International Round Table Conference on Sintering*.
- [3] Clyne, T.W.,2001, *Metal Matrix Composite. Matrices and Processing*
- [4] Altenpohl, D., 1982, *Aluminium Viewed from Within*. Aluminium Verlag. Dusseldorf
- [5] Khairi,2005, *The Influence of Alumina Particle Size on Sintered Density and Hardness of Discontinuous Reinforced Aluminum Metal Matrix*
- [6] Hasson, D. F., Hoover, S. M., and Crowe, C. R., 1985, *Effect of Thermal Treatment on The Mechanical and Toughness Properties of Extruded SiCw/Aluminium 6061 Metal Matrix Composite*.
- [7] Cahn, R. W., Haasen. P., Kramer. E. J., (1993), *Material Science and Technology, A Comprehensive Treatment*.