

Pengaruh Waktu Penahanan Dan Temperatur Sintering Komposit Al Matrik Dengan Penguat Al_2O_3 + SiCw Terhadap Sifat Densitas Dan Kekerasan

I Gede Tawan, I K Suarsana, I G N. N Santiharsa
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali

Abstrak

Komponen kuat, ringan dan murah merupakan persyaratan utama dalam industri permesinan. Persyaratan memunculkan inovasi dalam pembuatan komposit melalui metode kompaksi dan proses perlakuan sintering. Aluminium dengan butir halus mempunyai kekerasan yang tinggi pada temperatur kamar bila ditambahkan bahan penguat. Pada penelitian ini menggunakan komposisi 80%Al+11%SiCw+9% Al_2O_3 . Tahapan awal penelitian dilakukan pembuatan komposit dengan spesimen standar uji. Pengaruh waktu penahanan dan temperatur sintering dengan variasi 1 jam dan 3 jam dengan temperatur 400°C, 450°C, 500°C. Pengujian dilakukan uji densitas dan kekerasan. Hasil pengujian nilai densitas dari komposit ini adalah nilai tertinggi 2,4922 gr/cm³ dan nilai densitas terendah adalah 2,3023 gr/cm³ dan kekerasan tertinggi adalah 231,176 VHN, nilai terendah 165,872 VHN. Jadi pengaruh waktu penahanan dan temperatur membuat peningkatan densitas dan begitu juga kekerasan.

Kata Kunci: Karakteristik, waktu penahanan, Temperatur sintering, Densitas, Kekerasan.

Abstract

Strong, lightweight and inexpensive components are the main requirements in the machinery industry. Requirements gave rise to innovations in the manufacture of composites through compacting methods and sintering treatment processes. Aluminum with fine grains has a high hardness at room temperature when added reinforcing material. In this study using a composition of 80% Al + 11% SiCw + 9% Al_2O_3 . The initial stage of the study was carried out by making composites with standard test specimens. Effect of holding time and sintering temperature with variations of 1 hour and 3 hours with temperatures of 400°C, 450°C, 500°C. Tests carried out density and hardness tests. The results of testing the density value of this composite is the highest value of 2.4922 gr/cm³ and the lowest density value is 2.3023 gr/cm³ and the highest hardness is 231.176 VHN, the lowest value of 165.872 VHN. So the effect of holding time and temperature makes increasing density and so does hardness.

Keywords: Characteristics, holding time, sintering temperature, Density, hardness Vickers.

1. Pendahuluan

Bahan Aluminium yaitu logam ringan yang memiliki sifat mekanik, ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik. Logam ini dipergunakan sangat luas tidak hanya digunakan untuk peralatan rumah tangga, melainkan dapat digunakan untuk keperluan material *aircraft*, *ship*, otomotif dan lainnya. Ketersediaan material yang terbilang masih konvensional dengan kualitas dan kuantitas terbatas menyebabkan munculnya material dengan perlakuan permukaan, penambahan material penguat, atau rekayasa struktur mikro, salah satu pengembangannya adalah komposit. Material komposit yang berbasis logam sebagai matrik atau *Metal Matrix Composite* banyak diterapkan di berbagai bidang [1]. Komposit adalah material yang tersusun atas campuran dua atau lebih material dengan sifat yang berbeda dan menghasilkan sebuah material baru yang memiliki sifat-sifat berbeda dengan material-material penyusunnya. Salah satu jenis dari komposit yaitu komposit berbasis logam. Komposit logam yang banyak Al, dikarenakan bahan ini merupakan salah satu bahan mineral paling melimpah dan mudah didapatkan. Berdasarkan bahan

matrik komposit diklasifikasikan dalam beberapa kelompok, salah satunya Metal Matrix Composite (MMC) dan jenis penguatnya yang umum digunakan sebagai penguat dalam aluminium matrik komposit yaitu partikel SiCw dan Al_2O_3 [2]. Penguat yang biasanya digunakan pada komposit matrik logam berbasis aluminium ini adalah penguat berbasis keramik dari beragam golongan (*karbida, nitride, dan oksida*), seperti : SiC, B_4C , TiC, *whisker*, maupun berbentuk serat pendek Al_2O_3 . Bahan keramik SiC memang tidak tersedia secara langsung di alam tetapi SiC bisa dibuat dengan proses pencampuran secara *carbon thermal* dari abu sekam padi atau dengan pasir silika juga sebagai sumber karbon (C) dari arang batok kelapa atau dari arang serbuk kayu jati melalui proses *sintering* dan *milling* yang pada akhirnya akan menghasilkan SiC [3].

Pada umumnya proses yang digunakan pada pembuatan komposit adalah metode metalurgi serbuk (*powder metalurgy*) mekanisme yang terjadi pada proses pencampuran serbuk tergantung dari metode pencampuran yang digunakan. Salah satu metode dengan kompaksi adalah suatu proses pembentukan terhadap serbuk murni atau paduan dari berbagai

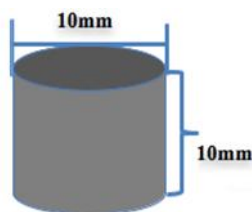
jenis serbuk sehingga mempunyai bentuk tertentu dan mempunyai kekuatan yang cukup untuk dilakukan proses selanjutnya yaitu sintering [4]. Proses sintering merupakan proses pemanasan, dengan tekanan atau tanpa tekanan sehingga partikel akan saling homogen. Proses sintering biasanya akan di ikuti dengan adanya peningkatan sifat mekanik jika dibandingkan dengan material hasil kompaksi yang belum melalui proses sintering [5]. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pada Aluminium Matrix Composite dengan penguat SiCw dan Alumina, maka ada permasalahan yang diteliti yaitu:

1. Bagaimana pengaruh waktu penahanan terhadap temperatur sintering komposit matrik aluminium berpenguat SiC *whisker* dan Al₂O₃ terhadap sifat densitas ?
2. Bagaimana pengaruh waktu penahanan terhadap temperatur sintering komposit matrik aluminium berpenguat SiC *whisker* dan Al₂O₃ terhadap sifat kekerasan ?
3. Bagaimana morfologi bahan yang diamati menggunakan SEM (*Scanning Electronic Microscope*)?

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, berupa serbuk dan serat dari aluminium matrik, Al₂O₃ partikel serta SiCw. Pembuatan dengan teknik metalurgi serbuk menggunakan bahan baku yaitu *Al Fine Powder* (90%) dan serat SiCw komersial diameter (d 0,5 μm), panjang (l 40 μm). sebagai bahan tambahan digunakan serbuk Al₂O₃ dan etanol 96% (CH₃COOH) sebagai media pencampur dan Vaseline sebagai pelumas pada dinding cetak. Proses pembuatan komposit matrik dengan penguat SiCw/Al₂O₃ menggunakan proses metalurgi serbuk dan dibuat sampel yang selanjutnya

akan dikarakteristikan untuk mengetahui sifatnya. Komposisi 80%Al + 11%SiCw + 9% Al₂O₃ menjadi variable yang akan diamati pengaruhnya terhadap sifat densitas dan kekerasan serta pengamatan SEM. Dalam pembuatan komposit matrik aluminium berpenguat SiCw/Al₂O₃ menggunakan metode metalurgi serbuk yang dibuat berbentuk silinder berdiameter 1 cm dan dengan tinggi 1 cm, sehingga volume komposit yang dihasilkan ±0,785 cm³.



Gambar. 1 Ukuran Specimen

A. Pengujian Material Komposit

Densitas merupakan suatu besaran fisis yaitu perbandingan massa (m) dengan volume benda (V). Pengukuran densitas yang berbentuk padatan atau *bulk* ini menggunakan metode Archimedes. Untuk menghitung nilai densitas material komposit Al-SiCw/Al₂O₃ mempergunakan persamaan dengan standar *ASTM C 134-95*.

$$\rho = \frac{m_s}{m_b - (m_g - m_k)} \times \rho_{H_2O} \quad (1)$$

Keterangan:

- ρ = densitas *bulk* (gram/cm³)
- m_s = massa kering (gr)
- m_g = massa sampel digantung dengan kawat dalam air (gr)
- m_k = massa kawat penggantung sampel (gr)
- m_b = massa sampel setelah direndam didalam air/jenuh(gr)
- ρ_{H_2O} = massa jenis air (1 gr/cm³)

Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan bahan terhadap penetrasi atau terhadap deformasi dari permukaan bahan. ada tiga tipe pengujian terhadap ketahanan, yaitu: cara indentasi, pantulan (*rebound*), dan goresan (*scratch*). Untuk pengujian bahan dengan cara indentasi biasanya menggunakan *brinell*, *Rockwell* dan *Vickers*. Pengujian kekerasan dengan menggunakan *Vickers hardness*, umumnya menggunakan alat micro hardness tester yang terbuat dari intan (diamond) dan berbentuk pyramid. Sudut antara permukaan pyramid. Metode pengukuran kekerasan dilakukan dengan uji Vickers, dengan mengacu pada standar ASTM (E 92-82, 2003), angka kekerasan Vickers dengan persamaan :

$$HV = 1,854 \frac{P}{d^2} \quad (2)$$

HV = Kekerasan,

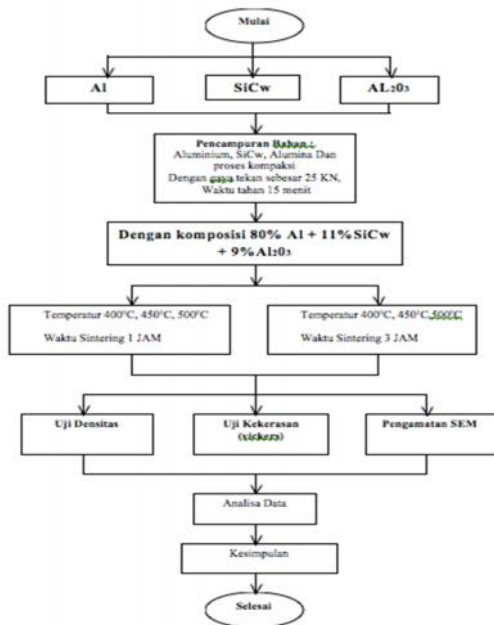
P = Beban,

d = diagonal

B. Proses Sintering

Proses sintering menggunakan *tube furnace*. Pada penelitian ini, proses sintering yang dilakukan menggunakan perlakuan temperatur sintering dan *holding time* tahap proses sintering yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Meletakkan sampel kedalam wadah keramik (*tray*) dalam *tube furnace*.
2. Mengatur *tube furnace* untuk masing-masing temperatur sintering.
3. Mengeluarkan sampel dari *tube furnace* setelah temperatur dalam *tube furnace* mencapai temperatur ruang.
4. *Burn compact* atau sampel yang telah mengalami proses sintering dan siap dilakukan pengujian.



Gambar 2. Diagram Alir

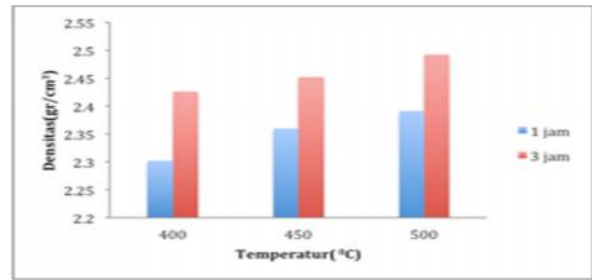
3. Hasil Dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil uji densitas

Waktu (Jam)	Temperatur (°C)	Densitas (Kg/cm ³)	Rata-rata (Kg/cm ³)
1 Jam	400	2,3115 2,2787 2,3167	2,3023
	450	2,3621 2,3792 2,3390	2,3661
	500	2,3860 2,4035 2,3860	2,3918
3 Jam	400	2,4464 2,4035 2,4286	2,4262
	450	2,3898 2,5357 2,4310	2,4522
	500	2,4310 2,5000 2,5455	2,4922

Pada tabel 1. waktu penahanan 1 jam terlihat nilai densitas terendah ditunjukkan pada temperatur 400°C yaitu 2,3023 (kg/cm²). dan nilai densitas tertinggi terdapat pada temperatur 500°C dengan waktu penahanan 3 jam yaitu 2,4922 (kg/cm²). Semakin tinggi temperatur maka densitas semakin meningkat.

Pada gambar grafik.3 menunjukkan pengaruh temperatur sintering terhadap densitas pada waktu tahan 1 jam temperatur 500°C, dimana dengan peningkatan temperatur pada komposit penguat SiCw + Al₂O₃ densitas meningkat. Begitu juga terjadi pada waktu tahan 3 jam temperatur 500°C akan menyebabkan densitas meningkat. Hasil penelitian ini menunjukkan komposisi komposit 80% Al + (11%SiCw + 9%Al₂O₃) dengan waktu tahan 1 jam dengan temperatur 500°C densitasnya adalah 2,3918gr/cm³ dan waktu tahan 3 jam dengan temperatur 500°C densitasnya adalah 2,4922 gr/cm³.

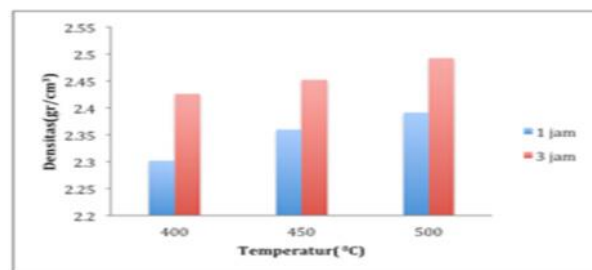


Gambar 3. Grafik hubungan waktu tahan dan temperatur sintering komposit terhadap densitas

Tabel 2. Hasil uji kekerasan

Waktu (Jam)	Temperatur (°C)	Kekerasan (VHN)	Rata-rata (VHN)
1 Jam	400	165,898 170,214 161,504	165,872
	450	185,020 182,792 175,892	181,235
	500	189,612 191,05 185,054	188,557
3 Jam	400	196,466 190,813 197,375	194,895
	450	204,142 211,215 219,813	211,723
	500	235,452 232,123 225,952	231,176

Pada tabel 2. waktu penahanan 1 jam terlihat nilai kekerasan terendah ditunjukkan pada temperatur 400°C yaitu 2,3023 (kg/cm²). dan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada temperatur 500°C dengan waktu penahanan 3 jam yaitu 2,4922 (kg/cm²). Semakin tinggi temperatur maka kekerasan semakin meningkat.

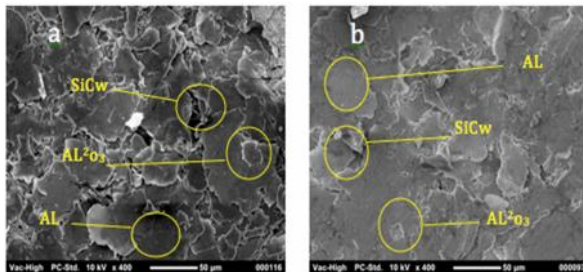


Gambar 4. Grafik hubungan waktu tahan dan temperatur sintering komposit terhadap Kekerasan

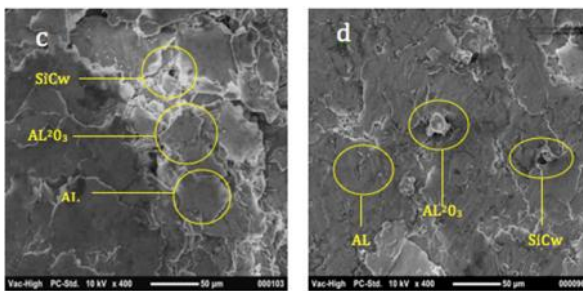
Pada gambar 4. Kekerasan meningkat dengan waktu tahan semakin lama menyebabkan kekerasan meningkat. Terlihat dengan perlakuan sintering kekerasan meningkat, ditunjukkan nilai kekerasan berturut turut adalah. 191,005 VHN dan 235,452 VHN. Pada waktu tahan 1 jam dan 3 jam 500°C. begitu juga terjadi peningkatan kekerasan dengan perlakuan temperatur sintering 500°C. Dari hasil penelitian didapat bahwa temperatur dan waktu penahanan memberikan pengaruh terhadap kekerasan komposit. Begitu juga kepadatan meningkat disetiap komposisi akibat proses sintering membuat struktur bahan lebih homogen.

C. Foto Scanning Electron Microscope (SEM)

Gambar (a) foto SEM pada waktu penahanan 1 jam dengan temperatur sintering 400⁰C, terlihat setruktur antarmuka matrik dengan penguat, kurang merata, acak dan masih adanya porositas. Sedangkan pada gambar (b) menunjukkan bahwa densitas meningkat terlihat struktur antar muka merata dan mendekati homogen.

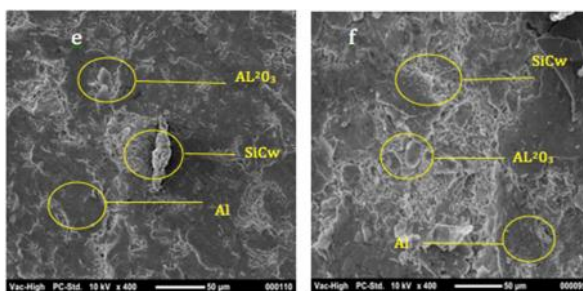


Gambar 5. Foto SEM (a) perbedaan waktu penahanan 1 jam temperatur 400⁰C dan (b) 3 jam temperatur 400⁰C



Gambar 6. Foto SEM (c) perbedaan waktu penahanan 1 jam temperatur 450⁰C dan (d) 3 jam temperatur 450⁰C

Gambar (c) Foto SEM pada waktu penahanan 1 jam temperatur 450⁰C densitas meningkat karena masih banyak terdapat lubang pada spesimen tersebut sedangkan pada gambar (d) densitas dan kekerasan meningkat terlihat struktur mengalami kerapatan.



Gambar 7. Foto SEM (c) perbedaan waktu penahanan 1 jam temperatur 450⁰C dan (d) 3 jam temperatur 450⁰C

Pada gambar (e) dan (f) foto SEM terlihat setruktur antarmuka matrik dengan penguat, megalami kerapatan atau mendekati homogen. menunjukkan bahwa densitas dan kekerasan meningkat.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh waktu penahanan dan tempratur sintering komposit

Al matrik dengan penguat SiCw+Al₂O₃ terhadap sifat densitas dan kekerasan dapat disimpulkan bahwa Pengaruh yang terjadi akibat waktu tahan dan tempratur sintering pada komposit komposisi 80% Al + 11%SiCw + 9%Al₂O₃ adalah:

1. Pengaruh temperatur dan waktu penahanan terhadap densitas menunjukkan semakin meningkat waktu penahanan dan temperatur sintering maka densitas semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan butir semakin banyak selama proses sintering dapat menghilangkan pori dan densitas meningkat. dimana densitas tertinggi tercapai pada suhu 500⁰C, dengan waktu tahan 1 jam dengan nilai densitas 2,3918 gr/cm³ dan waktu tahan 3 jam dengan nilai densitas 2,4922 gr/cm³
2. Kekerasan komposit meningkat dari waktu penahanan maupun temperatur sintering yaitu dari 1 jam pada temperatur 500⁰C dan 3 jam pada temperatur 500⁰C. Peningkatan densitas sebanding dengan kenaikan nilai densitas seperti pada temperatur 500⁰C dengan waktu tahan 1 jam adalah: 2,4922 gr/cm³ dan kekerasan pada temperatur 500⁰C dengan waktu 3 jam adalah: 231,176 VHN. Pada penelitian ini semakin tinggi temperatur sintering maka kekerasan semakin tinggi.
3. Dari pengamatan SEM yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa pada waktu tahan 1 jam dengan tempratur 500⁰C memiliki tingkat densitas yang paling tinggi, hal itu terlihat dari minimnya jumlah pori pada hasil gambar pengamatan SEM. Begitu juga dengan kekerasan.

Daftar Pustaka

[1]. ASTM., 2003, *Annual book of ASTM Standards*, Section 3, Volume 03.01, pp. 234-235, Baltimore, MD, U.S.A.

[2]. Beatty, R. L. and Wyman, F. H., 1987, *Continous Silicon Carbide Whisker Production*, United state Patent, No. 4,637, 924.

[3]. Bhagwan,A. D., 1980, *Analysis and Performance of fiber Composite*, Jon & Sons. Inc. New York.

[4]. Dowling, N. E., 1993, *Mechanical Behavior of Materials*, Prentice Hall, New Jersey, p.85.

[5]. Evans, J.R.G., Fan,Z., pebg.H.X., 2000, *Bi-Countinus Metal Matrik Composites*, Jo



I Gede Tawan menyelesaikan studi strata I di program Teknik Mesin Udayana dari Tahun 2014 sampai 2019. Menyelesaikan studi program sarjana dengan topik penelitian pengaruh waktu penahanan dan temperatur sintering *Al* matrik komposit dengan penguat $Al_2O_3 + SiCw$ terhadap sifat densitas dan kekerasan.