

## STUDI EKSPERIMEN UJI KEKERASAN DAN FOTO MIKRO MATERIAL KOMPOSIT ALUMINIUM - SILIKON METODE METALURGI SERBUK

Wahyu Prasetyo Aji<sup>1\*</sup>, Agung Supriyanto<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi "Warga" Surakarta, Surakarta, Indonesia

E mail : [wahyuprasetyo035@gmail.com](mailto:wahyuprasetyo035@gmail.com), [agungtm@sttw.ac.id](mailto:agungtm@sttw.ac.id)

### ABSTRAK

Limbah kaca dan kaleng aluminium merupakan limbah yang tidak bisa terurai secara alami. Oleh karena itu perlu ada usaha untuk memanfaatkan limbah tersebut agar tidak mencemar lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan material baru berupa komposit dengan memanfaatkan limbah kaca dan kaleng aluminium. Limbah kaleng aluminium sebagai material aluminium (Al) dan kaca sebagai material Silikon (Si). Limbah kaca dan aluminium diolah menjadi serbuk dengan ukuran lolos mesh 150. Material dibuat dengan metode metalurgi serbuk sehingga terbentuk material komposit aluminium dan silikon. Komposisi aluminium dan silikon dibuat dengan tiga variasi perbandingan Al 100%:0 % Si; Al 80%:20% Si; dan Al 70%:30% Si. Campuran serbuk aluminium dan silikon di campurkan dengan mesin pencampur sehingga kemudian dimasukkan ke dalam cetakan. Proses kompaksi dilakukan dengan tekanan 3500 psi. proses sintering dilakukan dengan suhu 500°C yang ditahan selama 40 menit. Pengujian material dilakukan dengan uji kekerasan dengan metode Vickers dan foto mikro. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan material dengan komposisi Al 100%:0 % Si memiliki kekerasan 28,78 HVN, komposisi Al 80%:20% Si memiliki kekerasan 36,04 HVN, dan komposisi Al 70%:30% Si memiliki kekerasan 46,74 HVN. Dari foto terlihat adanya porositas yang ditunjukkan dengan bagian berwarna gelap. Struktur mikro aluminium terlihat gumpalan berwarna putih, sedangkan struktur mikro silikon terlihat gumpalan memanjang berwarna abu-abu.

**Kata kunci:** metalurgi serbuk, aluminium, serbuk kaca, kekerasan.

### ABSTRACT

Glass and aluminum cans are waste that cannot be decomposed naturally. Therefore, there needs to be an effort to utilize the waste so as not to pollute the environment. This study aims to find new materials in the form of composites by utilizing waste glass and aluminum cans. Waste aluminum cans as aluminum (Al) material and glass as silicon (Si) material. The glass and aluminum waste is processed into powder with a mesh size of 150. The material is made by the powder metallurgy method to form a composite material of aluminum and silicon. The composition of aluminum and silicon is made with three variations in the ratio of Al 100%:0 % Si; Al 80%:20% Si; and Al 70%:30% Si. The mixture of aluminum and silicon powder is mixed with a mixing machine so that it is then put into the mold. The compaction process is carried out at a pressure of 3500 psi. The sintering process was carried out at a temperature of 500°C which was held for 40 minutes. Material testing is carried out by testing the hardness using the Vickers method and micro-photographs. The results of the hardness test show that the material with the composition of Al 100%:0% Si has a hardness of 28.78 HVN, the composition of Al 80%:20% Si has a hardness of 36.04 HVN, and the composition of Al 70%:30% Si has a hardness of 46.74 HVN. From the photo, it can be seen that the porosity is indicated by the dark colored part. The aluminum microstructure looks like white lumps, while the silicon microstructure looks like gray elongated lumps.

**Keywords:** powder metallurgy, aluminium, glass powder, hardness.

## 1. PENDAHULUAN

Limbah merupakan persoalan yang cukup serius untuk harus di carikan jalan keluarnya. Berbagai jenis sampah atau limbah dapat dijumpai pada area pembuangan sampah. Salah satu limbah yang dengan mudah untuk ditemukan adalah limbah kaca dan limbah kaleng aluminium. Limbah ini merupakan salah satu bahan yang tidak bisa terurai secara alami. Selama ini limbah kaca belum banyak yang memanfaatkan. Beberapa orang yang memiliki jiwa seni menggunakan limbah kaca untuk dijadikan barang kerajinan. Menurut peneliti sebelumnya [1], limbah kaca juga dapat digunakan untuk bahan bangunan pengganti atau bahan campuran semen. Limbah kaleng aluminium berasal dari sisa kemasan minuman atau makanan. Sebenarnya limbah ini bisa didaur ulang dengan peleburan atau dijadikan serbuk.

Metalurgi serbuk (*powder metallurgy*) adalah teknik pengerjaan logam yang sebagian atau komponennya terbuat dari serbuk logam. Proses pengerjaannya yakni serbuk logam ditekan (*pressing*) menjadi bentuk yang diinginkan. Selanjutnya serbuk yang tertekan tersebut dipanaskan supaya saling mengikat dan menjadi *sintering*. Metalurgi serbuk dapat menghasilkan produk dengan hampir tidak ada pori-pori, yang memiliki sifat hampir sama dengan bahan padat sempurna. Proses difusi selama perlakuan panas merupakan pusat pengembangan sifat-sifat ini. Proses metalurgi serbuk sangat cocok untuk logam dengan keuletan rendah karena hanya membutuhkan sedikit deformasi plastis dari partikel serbuk.

Komposit matrik logam (*metal matrix composite*) adalah material hasil rekayasa yang menggabungkan dua atau lebih unsur material dimana salah satu unsurnya adalah material logam [2]. Unsur ini terdiri dari matrik dari jenis logam dan penguat (*reinforcement*). Komposit merupakan salah satu bahan alternatif yang banyak digunakan untuk menggantikan bahan konvensional dengan mempertimbangkan sifat material. Salah satu logam yang dapat dipakai sebagai matrik adalah aluminium (Al) [3].

Paduan Aluminium - Silikon salah satu paduan aluminium yang dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarik. Sebagai contoh paduan Al-SiC-Mg, mula-mula kandungan SiC sebesar 5,8 %. Kemudian dilakukan penambahan Si sehingga kandungan SiC menjadi: 6, 8, 10, 12, 14, dan 16 %w. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan kekerasan naik sampai kandungan SiC sebesar 14 %, setelah kandungan SiC di atas 14 %, kekuatan tarik dan kekerasan turun. Sedang elongasinya, mula-mula turun sampai kandungan Si sebesar 6,5 %, setelah kandungan SiC di atas 6,5 % elongasi akan naik. Kandungan Si yang optimum sebesar 14 %, dengan nilai kekerasan 64 BHN dan Elongasi 9,2 % [4].

Wilda dkk [5] telah melakukan penelitian tentang kajian sifat fisis dan mekanis material komposit dengan matriks Al-Si-Mg diperkuat dengan serbuk SiC. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kekerasan komposit bermatriks Al-Si-Mg akan meningkat seiring dengan peningkatan kadar penambahan SiC 5%. Porositas akan meningkat seiring dengan peningkatan kadar SiC dalam matriks Al-Si-Mg. Penambahan 1% Mg mampu meningkatkan *wettability* matriks aluminium terhadap partikel SiC, kekerasan meningkat, porositas kecil, dan kekuatan bending semakin meningkat seiring dengan peningkatan kadar penambahan SiC.

Menurut Vani dan Chack [6], pengaruh kandungan serbuk Alumina terhadap kekerasan dan kekuatan bending komposit paduan Al-Si/Alumina yang menunjukkan bahwa kekerasan optimal diperoleh pada komposit paduan Al-Si/Alumina dengan kandungan 6% berat Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yaitu sebesar 35 HV.

Struktur mikro dari komposit tergantung pada berbagai faktor, seperti waktu *sintering*, suhu *sintering*, ukuran dan persentase volume penguatan. Hal ini dapat dicapai dengan meminimalkan pengolahan suhu [6]. Menurut pendapat peneliti sebelumnya yaitu Suarsana dan Wijaya [7] yang telah meneliti efek variasi tekan komposit matriks aluminium berpenguat SiCw/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Mg terhadap keausan dan kekasaran permukaan menyatakan bahwa peningkatan kompaksi pada komposit matriks aluminium menyebabkan penurunan nilai keausan, sedangkan untuk nilai kekasaran permukaan meningkat. Pada tekanan kompaksi yang tinggi pori-pori pada spesimen yang akan lebih tertutup.

## 2. BAHAN DAN METODE

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan adalah serbuk aluminium ukuran butir lolos mesh 150, serbuk kaca ukuran butir lolos mesh 150, asam stearat, HCL, HF dan HNO<sub>3</sub>. Sedangkan alat yang digunakan

adalah timbangan digital, saringan (*screen*) mesh 150, cetakan (*die*), mesin pres hidrolis, *furnace*, *hardness tester vickers*, *microstructure tester*, mesin *mixer*. Tabel 1 menunjukkan kandungan unsur pada kaca yang diperoleh dari hasil peneliti sebelumnya. Proses pembuatan spesimen diawali dengan proses pencampuran aluminium (Al) dan silikon (Si) dengan variasi komposisi campuran adalah Al 100%:0% Si; Al 80%:20% Si; dan Al 70% : 30% Si. Serbuk Al:Si dimasukkan ke dalam cetakan lalu ditekan dengan mesin press sebesar 3500 Psi. Setelah selesai proses kompaksi, spesimen masuk ke proses *sintering* serta diatur suhu sebesar 500°C dengan waktu penahanan 40 menit.

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui penyebaran Al dan Si di spesimen uji. Sebelum pengujian, perlu diberikan perlakuan polishing dan larutan etsa pada permukaan specimen Al:Si dan didiamkan selama 5 detik, kemudian dibilas dan dikeringkan. Pengujian kekerasan juga dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan di spesimen uji. Nilai kekerasan tiap spesimen diambil dengan metode vickers.

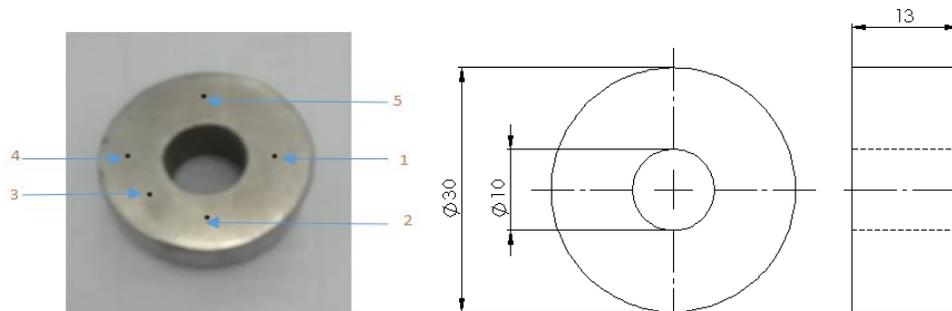
**Tabel 1.** Unsur serbuk kaca [8]

Unsur	Komposisi
SiO <sub>2</sub>	91,008%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1273%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0026%
CaO	0,1084%

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan pada material sampel dilakukan pada lima yaitu titik 1 berjarak 7 mm, titik 2 berjarak 9 mm, titik 3 berjarak 10 mm, titik 4 berjarak 11 mm, dan titik 5 berjarak 13 mm dari titik pusat lingkaran seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Tabel 2 menunjukkan data hasil pengujian kekerasan pada variasi Al 100%. Tabel 3 menunjukkan data hasil pengujian kekerasan pada variasi Al:Si berat 80% : 20%. Sedangkan data hasil pengujian kekerasan pada variasi Al:Si berat 70%:30% ditunjukkan pada Tabel 4.



**Gambar 1.** Lokasi uji kekerasan spesimen

**Tabel 2.** Nilai kekerasan Al 100%

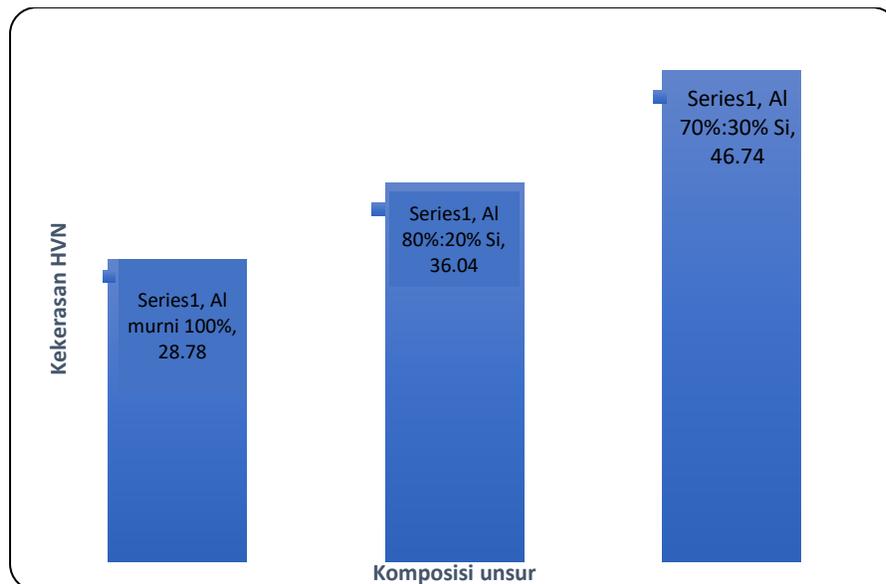
Titik	D1 (µm)	D2 (µm)	HVN
1	84,13	76,50	28,8
2	78,75	83,22	28,3
3	81,38	80,19	28,5
4	87,00	71,38	29,6
5	83,75	77,25	28,7
Rata-rata			28,78

**Tabel 3.** Nilai kekerasan Al:Si berat 80%:20%

Titik	D1 ( $\mu\text{m}$ )	D2 ( $\mu\text{m}$ )	HVN
1	73,32	74,94	31,7
2	73,32	72,00	35,2
3	75,25	74,82	33,0
4	68,25	68,25	39,9
5	70,94	64,75	40,4
	Rata-rata		36,04

**Tabel 4.** Nilai kekerasan Al:Si berat 70%:30%

Titik	D1 ( $\mu\text{m}$ )	D2 ( $\mu\text{m}$ )	HVN
1	78,88	58,82	44,2
2	63,32	62,38	47,8
3	62,19	62,13	47,7
4	66,13	63,07	44,5
5	62,69	59,82	49,5
	Rata-rata		46,74

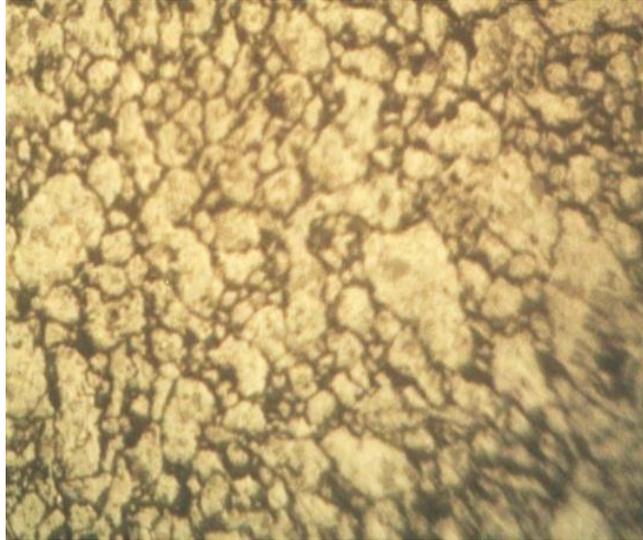
**Gambar 2.** Grafik nilai kekerasan spesimen

Gambar 2 menunjukkan nilai kekerasan spesimen rerata dari ketiga variasi. Hasil dapat terlihat bahwa komposisi Al:Si yang telah diberi perlakuan panas *sintering* pada temperature 500°C dan ditahan selama 40 menit, kemudian dilakukan *quenching* menggunakan media suhu ruang bakar menghasilkan kekerasan tertinggi terdapat pada komposisi Al 70:30 Si sebesar 46,74 HV.

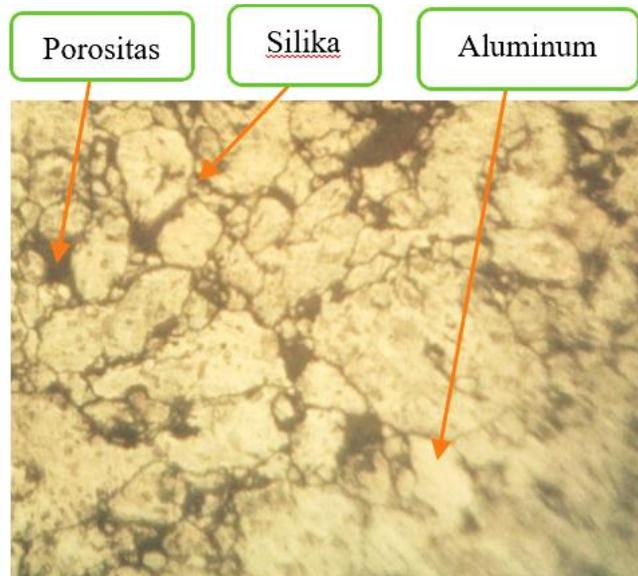
### 3.2. Hasil Uji Foto Mikro

Gambar 3 menunjukkan struktur mikro dengan perbesaran 200 kali dari aluminium murni hasil proses metalurgi serbuk. Terlihat gumpalan berwarna putih dengan ukuran yang hampir seragam. Bagian yang berwarna hitam menunjukkan adanya porositas. Gambar 4 menunjukkan hasil photo mikro dengan perbesaran 200 kali dari variasi komposisi Al 80% : 20% Si. Terlihat gumpalan putih dari struktur aluminium lebih besar. Adanya gumpalan yang lebih kecil berwarna abu-abu berbentuk memanjang adalah struktur mikro dari unsur silikon. Jumlah porositas lebih sedikit dibanding dengan material aluminium

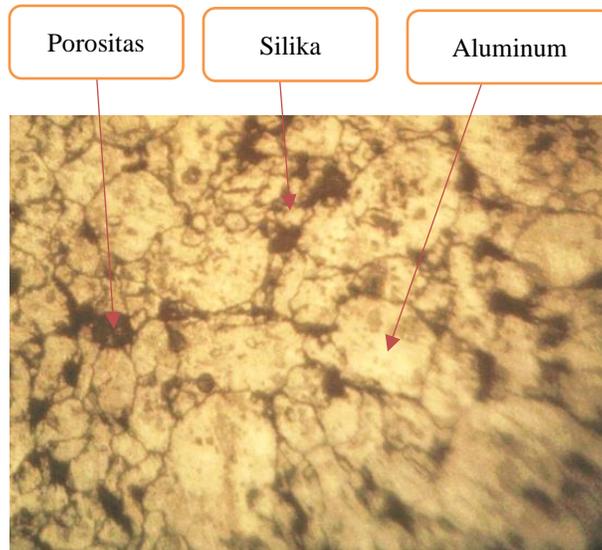
murni. Gambar 5 memperlihatkan struktur mikro dari komposisi Al 70% : 30 Si dengan perbesaran 200 kali. Disini terlihat gumpalan putih aluminium dengan ukuran yang hampir sama. Jumlah porositas lebih sedikit daripada komposisi Al 80% : 20 Si.



**Gambar 3.** Struktur Mikro Al 100%



**Gambar 4.** Struktur Mikro Al 80:20 Si



**Gambar 5.** Struktur Mikro Al 70:30 Si

#### 4. KESIMPULAN

Hasil pengujian kekerasan pada material komposit aluminium silikon memiliki nilai kekerasan 28,78 HVN untuk komposisi Al 100%:0 % Si, kekerasan 36,04 HVN pada komposisi Al 80%:20% Si, dan memiliki kekerasan 46,74 HVN pada komposisi Al 70%:30% Si.

Dari foto terlihat adanya porositas yang ditunjukkan dengan bagian berwarna gelap. Struktur mikro aluminium terlihat gumpalan berwarna putih, sedangkan struktur mikro silikon terlihat gumpalan memanjang berwarna abu-abu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Harrison, A. Berenjian, And M. Seifan, "Recycling Of Waste Glass As Aggregate In Cement-Based Materials," *Environmental Science And Ecotechnology*, Vol. 4, P. 100064, 2020/10/01/ 2020.
- [2] R. R. Naslain, "Ceramic Matrix Composites: Matrices And Processing," Ed, 2001, Pp. 1060-1066.
- [3] S. Adhi, N. Arita Rochma, And M. Ari, "Analisis Sifat Mekanik Komposit Al 2075 Reinforcement Dengan Electroless Abu Dasar Batubara," *Journal Of Research And Technology*, Vol. 2, Pp. 64-71, 12/30 2016.
- [4] S. Suyanto, S. Sulardjaka, And S. Nugroho, "Pengaruh Komposisi Mg Dan Sic Terhadap Sifat Kekerasan Komposit Alsi-Sic Yang Dibuat Dengan Proses Semi Solid Stir Casting," 2014.
- [5] Wilda, M. W. , T. Rusiantoz, And H. S. Roehardjol, "Pengaruh Kandungan Serbuk Alumina Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Bending Komposit Paduan Al-Si/Alumina," *Jurnal Mesin Dan Industri*, Vol. 2, 2005.
- [6] V. V. Vani And S. K. Chak, "The Effect Of Process Parameters In Aluminum Metal Matrix Composites With Powder Metallurgy," *Manufacturing Review*, Vol. 5, P. 7, 2018.
- [7] K. Suarsana And P. Wijaya Sunu, "Studi Eksperimen Pembuatan Komposit Metal Matrik Aluminium Penguat Sic Wisker Dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Partikel Sebagai Material Alaternatif," 2015.
- [8] N. Nursyamsi, I. Indrawan, And I. P. Hastuty, "Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Batako," *Media Teknik Sipil*, Vol. 14, Pp. 84-95,2016.