

## PENGARUH TEKANAN TERHADAP SIFAT KEKERASAN KOMPOSIT ALUMINIUM/ALUMINA.

I Komang Sujana, Alimuddin Sam, Muhammad Sadat Hamzah

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Tadulako

**Abstract: Effect of Pressure on the Hardness Properties of Aluminum / Alumina Composites.** This study aims to determine the Effect of Pressure on the Hardness Properties of Aluminum / Alumina Composites by the powder metallurgy method. The material used in this research is aluminum powder and alumina brand of nippon light metal with a composition of 10% alumina (weight fraction). The research was conducted at the Mechanical Engineering Laboratory of the Faculty of Engineering, material testing lab and laboratory of the Faculty of Agriculture, University of Tadulako, and research was conducted from February to May 2018. In this study aluminum powder as a matrix and alumina as reinforcement, in the process of making alumina powder specimens at a temperature of 200 ° C, then calcined alumina was sieved using a sieve shaker machine with a size of 53 µm, then aluminum / alumina powder. Mixed for 2 hours using a mixing machine. Formation of the green body (sample) by compacting with the uniaxial method at pressures of 450 MPa, 550 MPa and 650 MPa and temperature tempeatur 500 ° C, 550 ° C and 600 ° C. The results showed that from the results of hardness testing on Al / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composites with pressure variations of 450 MPa, 550 MPa and 650 MPa each different temperature showed the highest hardness was at 650 MPa pressure. In addition, the observation of microstructure with variations in temperature of 500 ° C, 550 ° C and 600 ° C shows that the highest amount of porosity is at a temperature of 600 ° C.

**Keywords:** Ceramics, aluminum / alumina, hardness, microstructure.

**Abstrak: Pengaruh Tekanan Terhadap Sifat Kekerasan Komposit Aluminium/Alumina.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pengaruh Tekanan Terhadap Sifat Kekerasan Komposit Aluminium/Alumina dengan metode metalurgi serbuk. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk aluminium dan alumina merek *nippon light metal* dengan komposisi 10% alumina (fraksi berat). Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik, Lab uji bahan dan laboratorium Fakultas pertanian Universitas Tadulako, penelitian dilakukan mulai bulan Februari sampai bulan Mei tahun 2018. Dalam penelitian ini serbuk aluminium sebagai matriks dan alumina sebagai penguat, dalam proses pembuatan spesimen serbuk alumina dikalsinasi dengan temperatur 200° C, selanjutnya alumina yang sudah dikalsinasi diayak menggunakan mesin *sieve shaker* dengan ukuran 53 µm, kemudian serbuk aliminium/alumina di *mixing* selama 2 jam menggunakan mesin *mixing*. Pembentukan green body (sampel) dengan cara kompaksi dengan metode uniaxial pada tekanan 450 MPa, 550 MPa dan 650 MPa dan vaiasi tempeatur 500°C, 550°C dan 600°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari hasil pengujian kekerasan Pada komposit Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan variasi tekanan 450 MPa, 550 MPa dan 650 MPa tiap temperatur yang berbeda menunjukkan kekerasan tetinggi terdapat pada tekanan 650 MPa. Selain itu pada pengamatan struktur mikro dengan variasi temperatur 500°C, 550°C dan 600°C menunjukkan jumlah porositas paling banyak adalah pada temperatur 600°C.

**Kata Kunci :** Keramik, aluminium/alumina, kekerasan, struktur mikro.

### PENDAHULUAN

Keramik merupakan bahan komposit yang memiliki tahanan terhadap suhu tinggi, keausan dan korosi yang lebih baik dari pada super alloy, namun memiliki sifat getas. Sifat mekanik keramik bisa dicapai dengan mengendalikan struktur mikro yang terbentuk pada saat proses

fabrikasi. Keterkaitan antara proses, struktur, sifat keramik dapat dibuat dengan memberikan perlakuan tertentu selama proses pembentukan. Demikian pula jika diketahui struktur mikro suatu keramik maka dapat pula diramalkan sifat

keramik tersebut (Subiyanto dan Subowo, 2003).

Sahari dkk (2009) Komposit adalah material hasil kombinasi makroskopik dari dua atau lebih komponen yang berbeda, memiliki *interface* diantaranya dengan tujuan mendapatkan sifatsifat fisik dan mekanis tertentu yang lebih baik daripada sifat masing-masing komponen penyusunnya.

Keramik merupakan campuran padat yang dibentuk dari aplikasi panas dan tekanan, berisikan sedikitnya sebuah logam dan non logam atau kombinasi sekurang-kurangnya dua unsur non logam, Barsoum (1997).

Aluminium oksida ( $Al_2O_3$  atau alumina) tergolong salah satu jenis keramik oksida atau keramik teknik yang aplikasinya cukup luas, misalnya di bidang elektronik, termal, kimia katalis dan mekanik, Wardani dan Pratapa (2014).

#### TINJAUAN PUSTAKA

Aluminium merupakan logam *non ferro* yang memiliki sifat ringan dan tahan karat. Aluminium dipakai sebagai paduan berbagai logam murni, sebab tidak kehilangan sifat ringan dan sifat-sifat mekanisnya dan mampu coranya diperbaiki dengan menambah unsur-unsur lain. Unsur-unsur paduan itu adalah tembaga, silikon, magnesium, mangan, nikel dan sebagainya yang dapat merubah sifat paduan aluminium (Alamsyah dan Sulardjaka, 2013).

Penggunaan aluminium sangat berkembang pesat terutama pada industri pesawat terbang dan otomotif. Masih banyak pengembangan yang dilakukan sehingga dapat menciptakan paduan aluminium baru yang memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda (Alamsyah dan Sulardjaka, 2013).

#### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik, Lab uji bahan dan laboratorium Fakultas pertanian Universitas Tadulako, penelitian dilakukan mulai bulan February sampai bulan Mei tahun 2018.

#### ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

1. Cetakan (*Dies*)
2. Timbangan Digital
3. *Furnace*
4. *Sreening*
5. Alat *Mixing*
6. *Hydroulic Press*
7. Alat Uji Kekerasan
8. Mesin Poles

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

1. Aluminium
2. Alumina
3. Alkohol

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Hasil Cetakan

Ada beberapa hasil yang didapat dari penelitian ini antara lain hasil dari percetakan komposit aluminium/alumina dengan tekanan 450 MPa, 550 MPa, 650 MPa dan komposisi serbuk 90% aluminium, 10% alumina, kemudian disinter pada tempeatur 500°C, 550°C dan 600°C dapat di lihat pada gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Hasil cetakan komposit aluminium/alumina

Bentuk dari spesimen setelah di tekan pada mesin press berbentuk silinder dengan spesifikasi diameter 15 mm, tinggi 14 mm serta massa 5,75 gram.

##### Pengujian Densitas Teoritis

Berat jenis komposit sangat dipengaruhi oleh jumlah fraksi volume unsur yang menyusunnya. Aluminium mempunyai densitas yang rendah ( $2,7 \text{ g/cm}^3$ ) sedangkan alumina memiliki berat jenis ( $3,98 \text{ g/cm}^3$ ). Sehingga apabila faksi berat alumina diketahui maka fraksi

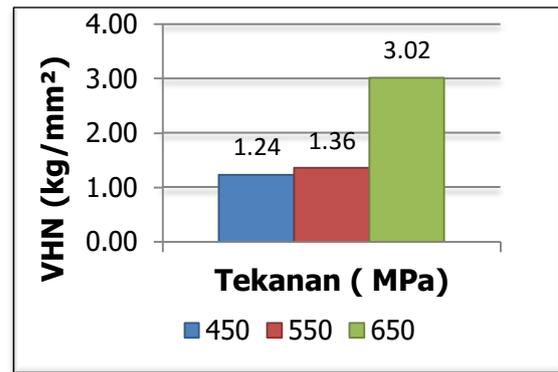
volume dan berat jenis teoritis komposit tersebut dapat dihitung.

Penurunan nilai densitas dapat diakibatkan karena melewati temperatur sintering pada spesimen yang menyebabkan terjadinya porositas, serta proses mixer juga dapat mengakibatkan penurunan nilai densitas yang disebabkan oleh proses mixer yang kurang lama sehingga pencampuran serbuk kurang homogen dan proses kompaksi dimana distribusi tekanan yang kurang merata pada green body.

Pada penelitian ini aluminium dipadukan dengan alumina. titik cair aluminium (660°C) berbeda jauh dengan titik cair alumina (2050°C) sehingga aluminium lebih cepat membeku. unsur yang memiliki titik cair lebih rendah akan membeku terlebih dahulu sehingga meninggalkan cairan sisa dari bagian yang belum membeku dan menciptakan rongga – rongga penyusutan (Callister dan Rethwisch, 2009).

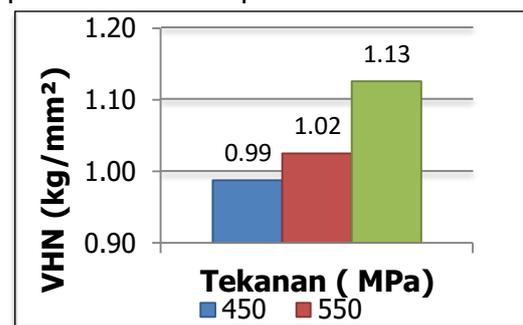
### Pengujian Kekerasan

Metode pengujian kekerasan Vickers dilaksanakan dengan cara menekan benda uji atau spesimen dengan indentor intan yang berbentuk piramida dengan alas segi empat dan besar sudut dari permukaan-permukaan yang berhadapan 136°. Penekanan oleh indentor akan menghasilkan suatu jejak atau lekukan pada permukaan benda uji. Beban yang diberikan pada penelitian ini adalah sebesar 1kgf kemudian spesimen ditekan sebanyak 5 titik setiap masing-masing spesimen, setiap satu kali penekanan ditahan selama 10 detik. Permukaan spesimen sebelum di uji yakni harus rata dan halus, serta bebas dari debu dan kerak, contoh perhitungan vicsker dapat dilihat pada lampiran 2.



**Gambar 4.2** Pengaruh tekanan terhadap nilai kekerasan pada suhu 500°C

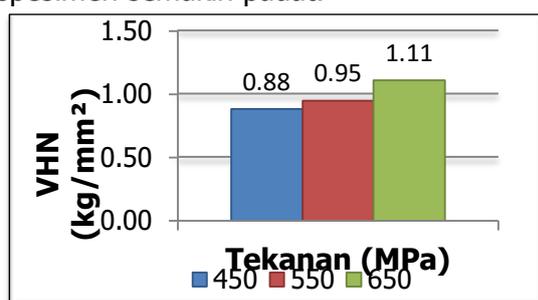
Pada Gambar 4.2 terlihat bahwa hasil kompaksi komposit aluminium /alumina dengan variasi tekanan 450 MPa ,550 MPa, 650 MPa ,dengan temperatur sinter 550 ° c, nilai kekerasan yang paling tinggi terdapat pada tekan 650 MPa yaitu 3,017 VHN , untuk komposit aluminium/alumina nilai kekerasan terendah terdapat pada tekanan kompaksi 450 MPa yaitu 1,239 VHN. Dengan demikian berarti semakin tinggi tekanan kompaksi pada saat pembentukan green body maka semakin tinggi juga nilai kekerasannya, atau dapat dikatakan nilai kekerasannya berbanding lurus dengan tingkat penekanannya. Hal ini disebabkan semakin meningkat tekanannya maka celah-celah pori akan terisi rapat oleh serbuk dan permukaan spesimen semakin padat.



**Gambar 4.3** Pengaruh tekanan terhadap nilai kekerasan pada suhu 550°C

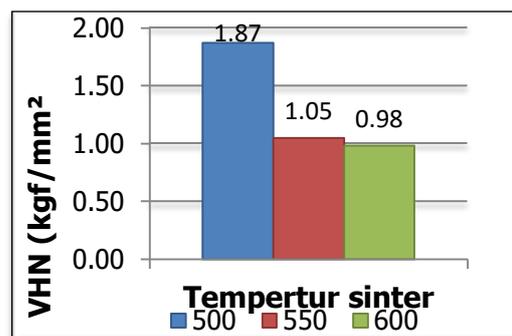
Pada Gambar 4.3 terlihat bahwa hasil kompaksi komposit aluminium /alumina dengan variasi tekanan 450 MPa ,550 MPa, 650 MPa ,dengan temperatur sinter 550°C, nilai kekerasan yang paling tinggi terdapat pada tekan 650 MPa yaitu 1,126 VHN , untuk komposit aluminium/alumina

nilai kekeasan terendah terdapat pada tekanan kompaksi 450 MPa yaitu 0,988 VHN. Dengan demikian berarti semakin tinggi tekanan kompaksi pada saat pembentukan green body maka semakin tinggi juga nilai kekerasannya, atau dapat dikatakan nilai kekerasannya berbanding lurus dengan tingkat penekanannya. Hal ini disebabkan semakin meningkat tekanannya maka celah-celah pori akan terisi rapat oleh serbuk dan permukaan spesimen semakin padat.



**Gambar 4.4** Pengaruh tekanan terhadap nilai kekerasan pada suhu 600 ° C

Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa hasil kompaksi komposit aluminium /alumina dengan variasi tekanan 450 MPa ,550 MPa, 650 MPa ,dengan temperatur sinter 500 ° c, nilai kekerasan yang paling tinggi terdapat pada tekanan 650 MPa yaitu 1,11 VHN , untuk komposit aluminium/alumina nilai kekeasan terendah terdapat pada tekanan kompaksi 450 mpa yaitu 0,882 VHN. Dengan demikian berarti semakin tinggi tekanan kompaksi pada saat pembentukan green body maka semakin tinggi juga nilai kekerasannya, atau dapat dikatakan nilai kekerasannya berbanding lurus dengan tingkat penekanannya. Hal ini disebabkan semakin meningkat tekanannya maka celah - celah pori akan terisi rapat oleh serbuk dan permukaan spesimen semakin padat.



**Gambar 4.5** Pengaruh variasi suhu terhadap nilai kekerasan dari rata rata variasi tekanan

Pada Gambar 4.5 terlihat bahwa hasil sintering komposit aluminium /alumina dengan variasi temperatur 500°C, 550°C, 600°C, dari rata - rata hasil kompaksi, nilai kekerasan yang paling tinggi terdapat pada temperatur 500°C yaitu 1,872 VHN , untuk komposit aluminium/alumina nilai kekeasan terendah terdapat pada tempeatur 600°C yaitu 0,976 VHN. Dengan demikian berarti semakin naik tempeatur sinter maka nilai kekerasannya menurun karena sudah melewati 2/3 melting poin dai aluminium dan mendekati temperatur leleh aluminium yaitu 660°C. Menurut German, (1984). proses penekanan juga mempengaruhi harga kekerasan komposit, pada penelitian ini penekanan dilakukan dengan metode uniaxial pressing yaitu *single action pressing*, penekanan ini menyebabkan distribusi tekanan tidak merata, sehingga tekanan antar partikel belum sempurna secara keseluruhan atau untuk partikel yang tidak beraturan (*irreguler*) belum terjadi *interlocking* antar partikel.

## KESIMPULAN

Dari hasil data pengujian, dan perhitungan, serta pembahasan pada bab sebelumnya ada beberapa yang dapat disimpulkan yaitu sebagai berikut:

1. Pada komposit Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan variasi tekanan 450 MPa, 550 MPa dan 650 MPa tiap temperatur yang berbeda menunjukkan kekerasan tertinggi terdapat pada tekanan 650 MPa. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dari tiga tekanan

- yang digunakan, tekanan 650 MPa menghasilkan kekerasan yang tertinggi.
2. Pada pengamatan struktur mikro dengan variasi temperatur 500°C, 550°C dan 600°C dari rata-rata tekanan yaitu 450 MPa, 550 MPa dan 650 MPa menunjukkan jumlah porositas paling banyak adalah pada temperatur 600°C.

*Aluminium*, Jurnal, Teknik Mesin Universitas Pancasila.

- Surdia, T. dan Shinroko S., 1992, Pengetahuan Bahan Teknik, cetakan 3 PT.PradnyaParamita, Jakarta.
- Wardani, D dan pratapa s., 2014 Identifikasi Fasa pada Sintesis Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan Metode Logam-Terlarut Asam

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah M. Faizin. Dan Sulardjaka., 2013 " pengaruh *holding time* pada proses *age hardening* terhadap kekerasan komposit al-cu yang diperkuat serbuk *fly ash*
- Askeland, D.R. dan Phulé, P.P., 2006, *The Science and Engineering of Materials*, Thomson, Canada.
- Il Falsafah Sains (PPS 702) Sekolah Pasca Sarjana / S3, Institut Pertanian Bogor.
- Nurhakim., 2005. Draft Modul BGI Teknik Kimia  
[http://nurhakim.files.wordpress.com/2005/04/bahan\\_galian\\_industri.pdf](http://nurhakim.files.wordpress.com/2005/04/bahan_galian_industri.pdf). diakses pada tanggal 10 mei 2015.
- Raharjo j, Rahayu s, Mustaka t., 2015 , " Pengaruh Tingkat Kemurnian Bahan Baku Alumina Terhadap Temperatur Sintering dan Karakteristik Keramik Alumina.
- Ramlan ,Ginting m, Muljadi, Sebayang p., 2007 , "pembuatan keramik beta alumina (na<sub>2</sub>o - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dengan aditif mgo dan karakterisasi sifat fisis serta struktur kristalnya
- Rusianto T., 2004, "Sifat Fisis Dan Mekanis Komposit Paduan Al-Si/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Yang Dibuat Dengan Metode Metalurgi Serbuk", Pascasarjana, Universitas Gajah Mada.
- Sahari, G.N Anastasia, zulfia A, Siradj E.s., 2009, pengaruh mg terhadap kekerasan komposit matriks keramik Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / Al
- Sukma, H. dan Prasetyani, R., 2015, *Peran Penguat Partikel Alumina dan Silikon Karbida Terhadap Kekerasan Material Komposit Matriks*