



## Pengaruh Penambahan Serbuk Aluminium dan Tembaga pada Matrik Alumina terhadap Kekuatan Bending

### *Effect of Aluminium and Copper Powder Addition in Alumina Matrix on Bending Strength*

Hendriwan Fahmi<sup>1,\*</sup>, Sulaeman<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering, Institut Teknologi Padang  
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang, Indonesia

Received 06 March 2016; Revised 14 March 2016; Accepted 16 March 2016, Published 16 April 2016  
<http://dx.doi.org/10.21063/JTM.2016.V6.15-18>

Academic Editor: Asmara Yanto ([asmarayanto@yahoo.com](mailto:asmarayanto@yahoo.com))

\*Correspondence should be addressed to [hendriwan.basyaruddin@gmail.com](mailto:hendriwan.basyaruddin@gmail.com)  
Copyright © 2016 H. Fahmi. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

#### Abstract

The aim of this research is to find out the influence of the addition of aluminum (Al) and copper (Cu) on matrik alumina ( $Al_2O_3$ ) against the forces of bending. Of aluminum made by a process of water and atomization of copper made by the process of atomization centrifugal. Consisting of copper aluminum and continued with a sifting using a measure of 50 - 100 mesh up to get the size of the amounting to 150 - 125  $\mu m$ . of the measures followed by the process of mixing with the variation of a composition of 100 % of the volume of  $Al_2O_3$ , 90 % of the volume of  $Al_2O_3$  + 10 % heavy Al and Cu, 80 % of the volume of  $Al_2O_3$  + 20 % heavy Al and Cu, 70 % of the volume of  $Al_2O_3$  + 30 % heavy Al and Cu,  $Al_2O_3$  + 60 % of the volume of 40 % heavy Al and Cu. Then will be the process of compacting with pressure 140 MPa. The process of sintering committed using furnace with the temperature 1050  $^{\circ}C$  by heating rate 5  $^{\circ}C$  / minute. In this research voltage power bending highest obtained in composition 80 % of the volume of  $Al_2O_3$  + 20 % heavy Al and Cu to voltage bending average of 6,66 MPa.

**Keywords:** bending test, powder, process testing, composition and temperature

### 1. Pendahuluan

Proses pembuatan serbuk melibatkan perpindahan energi pada material untuk membentuk luas permukaan yang baru. Karakteristik penting yang harus dipertimbangkan dalam proses pabrikasi serbuk antara lain efisiensi proses, energi yang diperlukan, jenis dan bentuk bahan serta nilai ekonomisnya.

Untuk mendapatkan material dalam bentuk serbuk masih sangat susah dan membutuhkan biaya yang relatif mahal. Karena proses pembuatan serbuk itu sendiri membutuhkan peralatan yang relatif modern. Pada saat itu serbuk diproduksi melalui berbagai metode, secara umum dibagi menjadi empat jenis metode yaitu metode mekanik, elektrolitik, kimia dan atomisasi. Metode – metode

pabrikasi serbuk sangat menentukan karakteristik serbuk yang diproduksi. Untuk metode pabrikasi yang berbeda, serbuk yang dihasilkan akan memiliki karakteristik yang berbeda pula.

Selain untuk kebutuhan proses metalurgi serbuk, serbuk juga sudah mulai digunakan untuk bahan paduan dalam proses pengelasan dan sebagai bahan pelapis pada proses pelapisan, agar didapatkan hasil yang memiliki kualitas yang lebih baik.

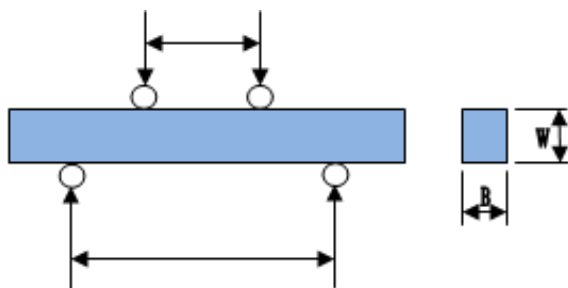
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi serbuk Aluminium dan Tembaga pada Matrik Alumina dan mengetahui komposisi terbaik untuk mendapatkan kekuatan Bending yang optimal.

Pengembangan material komposit saat ini maju dengan pesat. Material komposit merupakan kombinasi makroskopik dari dua material atau lebih yang membentuk suatu material baru dan memiliki sifat lebih baik dibanding material penyusunnya. Material komposit terdiri dari dua penyusun utama yaitu matriks dan penguat yang disatukan oleh ikatan permukaan. Suatu material dikatakan sebagai komposit jika penyusunnya memiliki sifat berbeda dan komposit yang dihasilkan memiliki sifat yang berbeda dari penyusunnya. Biasanya penguat yang terkandung di dalam material komposit di atas 5%. Tujuan pembuatan material komposit yaitu untuk mendapatkan sifat (mekanis, optis, termal, maupun kelistrikan) terbaik dari kombinasi sifat dasar material-material penyusunnya untuk kebutuhan suatu aplikasi tertentu.

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 [1]. Pengembangan material keramik pada saat ini mulai banyak diarahkan pada pembuatan keramik, salah satunya adalah alumina sebagai matrix dipadukan dengan unsur lain untuk mendapatkan sifat yang lebih baik.

Serbuk merupakan partikel yang berukuran lebih kecil dari 1 mm. Sedangkan partikel adalah suatu unit yang memiliki ciri-ciri tersendiri, dapat terjadi satu fasa atau lebih. Menurut Beumer [2] partikel dibagi menjadi tiga jenis yaitu granular, serbuk, dan koloid.

Pengujian Bending (uji bengkok) dilakukan untuk mengetahui kekuatan material dengan penambahan serbuk Alumina dan Tembaga, dengan metode *Four Point Bending* dengan standar pengujian JIS R 1601 [3].



Gambar 1. Skema Pengujian *Four Point Bending*

Hasil pengujian *four point bending* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [3]:

$$\sigma_{MOR} = \frac{3(S_1 - S_2)}{2BW^2} F_{fail} \quad (1)$$

Dengan

$F_{fail}$  = Beban bending maksimum (N)

$S_1$  = Jarak antara kedua tumpuan (mm)

$S_2$  = Jarak antara kedua gaya (mm)

$B$  = Lebar spesimen (mm)

$W$  = Tebal spesimen (mm)

## 2. Metode Penelitian

### A. Variasi Komposisi

Komposisi utama yang digunakan adalah :

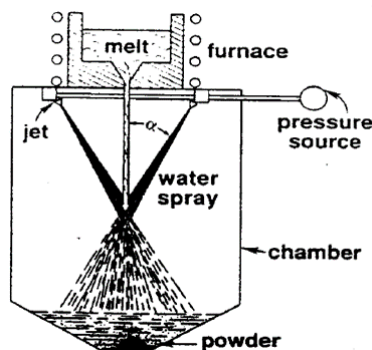
- 100% Volume ( $Al_2O_3$ )
- 90% Volume ( $Al_2O_3$ ) + 5% Volume (Al) + 5% Volume (Cu)
- 80% Volume ( $Al_2O_3$ ) + 10% Volume (Al) + 10% Volume (Cu)
- 70% Volume ( $Al_2O_3$ ) + 15% Volume (Al) + 15% Volume (Cu)
- 60% Volume ( $Al_2O_3$ ) + 20% Volume (Al) + 20% Volume (Cu)

Bahan tambahan diluar bahan dasar adalah alkohol 95%.

### B. Peleburan dan Pengatomisasian

#### Aluminium

Seperti yang telah dikemukakan pada tinjauan pustaka, mesin Atomisasi air ini digunakan untuk pembuatan serbuk logam, dalam hal ini serbuk Aluminium. Mesin ini terdiri dari pompa air, pemanas, wadah, tabung atomisasi dan nozel air (*Water Jets*) [4]. Pada metode atomisasi air ini serbuk yang dihasilkan akan berbeda tergantung pada kecepatan air yang menabrak aliran logam cair, tekanan air yang digunakan, sudut antara aliran air yang disemprotkan dengan aliran logam cair, jumlah nozel yang digunakan dan karakteristik dari logam yang akan dibuat serbuk.



Gambar 2. Proses atomisasi air [4]

### C. Peleburan dan Pengatomisasian Tembaga

Proses atomisasi sentrifugal merupakan teknik atomisasi yang mengkombinasikan proses fusion dan gaya sentrifugal yang

digunakan untuk pembuatan serbuk logam, dalam hal ini serbuk Tembaga [5]. Pada saat logam mencair akibat busur listrik, gaya sentrifugal akibat getaran motor akan melempar logam cair yang kemudian membeku membentuk serbuk.

#### D. Pengayakan Serbuk Aluminium dan Tembaga

Proses pengayakan serbuk Aluminium dan Tembaga dilakukan untuk mendapatkan ukuran serbuk dengan ukuran 150-125  $\mu\text{m}$ . Sebelum pengayakan dilakukan proses *bowl mill* yaitu penghalusan hal ini dilakukan untuk memudahkan proses pengayakan [6].

##### 1) Mixing

Proses pencampuran bahan dengan komposisi, 90% Volume Alumina + 10% Volume Aluminium dan Tembaga, 80% Volume Alumina + 20 % Volume Aluminium dan Tembaga, 70% Volume Alumina + 30% Volume Aluminium dan Tembaga, 60% Volume Alumina + 40 % Volume Aluminium dan Tembaga. Proses ini menggunakan alat pencampur berupa *mixer* dengan metode *roating drum*, ditambah cairan alkohol 95% dengan waktu pencampuran 4 jam supaya tidak terjadi penggumparan dari campuran tersebut.

##### 2) Compacting

Setelah dilakukan proses pencampuran kemudian dimasukkan kedalam cetakan yang telah dibuat sebelumnya. Kompaksi ini dilakukan dengan menggunakan dongkrak manual di labor material Institut Teknologi Padang dengan tekanan yang diinginkan sebesar 140 Mpa, hasil *compacting* ini disebut dengan *green body*

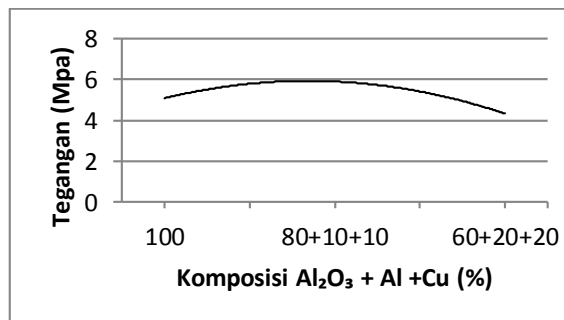
##### 3) Sintering

Sintering adalah salah satu tahapan metodologi yang sangat penting dalam ilmu bahan, selama sintering terdapat dua fenomena utama yaitu : pertama adalah penyusutan (*shrinkage*) yaitu proses eliminasi porositas dan yang kedua adalah pertumbuhan butiran. Penomena pertama dominan selama pemadatan belum mencapai kejenuhan, sedangkan yang kedua akan dominan setelah pemadatan mencapai kejenuhan.

*Green body* yang telah dicetak belum mempunyai kekuatan dan kekerasan yang tinggi, oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan proses *sintering* untuk meningkatkan ikatan partikel-partikelnya. Suhu *sinter* yang dipakai adalah 1050°C dengan *heating rate* 5<sup>0</sup>/menit, ditahan selama 120 menit dan didinginkan secara lambat di dalam *furnace* [7].

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian bending dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) dengan metode *Four Point Bending* dengan standar pengujian JIS R 1601. Spesimen uji berbentuk balok persegi empat dengan dimensi panjang = 50 mm, lebar = 9 mm, tebal = 10 mm.



Gambar 3. Hubungan Tegangan dengan Komposisi Komposit Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al + Cu

Hasil pengujian bending seperti yang ditunjukkan pada gambar 3, bahwa pada spesimen komposisi 100% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nilai tegangan bending tertinggi yaitu sebesar 5,31 MPa dengan rata-rata tegangan sebesar 5,10 MPa. Pada komposisi ini belum terjadi peningkatan tegangan bending, hal ini dipengaruhi oleh sifat mekanik alumina yaitu keras dan cenderung getas sehingga ketika diberikan gaya dan tekanan spesimen patah. Sedangkan pada komposisi 90% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 5% Al + 5% Cu tegangan meningkat dengan nilai tertinggi sebesar 6,56 MPa dengan rata-rata tegangan sebesar 5,52 MPa. Pada komposisi ini spesimen memperlihatkan terjadinya peningkatan tegangan bending, hal ini dipengaruhi oleh penambahan unsur penguat Al dan Cu yang bersifat lebih ulet mempengaruhi sifat mekanik alumina sehingga spesimen mampu memberikan tegangan ketika diberikan gaya dan tekanan. Disamping itu pada komposisi 80% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 10% Al + 10% Cu tegangan meningkat kembali dengan nilai tegangan tertinggi sebesar 8,43 MPa dan rata-rata tegangan sebesar 6,66 MPa. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan adanya distribusi penguat yang merata terhadap matrik. Komposit berhubungan erat dengan kualitas ikatan antara matrik dan penguat yang disebut dengan kompaktilitas.

Penambahan komposisi penguat yang bersifat lebih ulet dari komposisi matrik menyebabkan tegangan lebih besar ketika diberikan gaya dan tekanan yang besar. Akan tetapi, pada komposisi 70% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 15 Al + 15% Cu mengalami penurunan nilai tegangan

bending dengan nilai tegangan tertinggi sebesar 5,00 MPa dan rata-rata sebesar 4,68 MPa. Pada komposisi 60% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 20% Al + 20% Cu nilai tegangan menurun kembali dengan nilai tegangan tertinggi sebesar 5,31 MPa dan rata-rata sebesar 4,58 MPa. Hal ini disebabkan oleh pengurangan komposisi matrik alumina yang bersifat lebih keras dari penguat Al dan Cu sehingga menghasilkan gaya dan tekanan yang lebih kecil.

Selain itu kepadatan komposit setelah dikompaksi yang tidak homogen pada setiap bagian dapat menurunkan tegangan bending komposit dan menimbulkan retakan (*cracking*) ketika spesimen disintering. Dari pengamatan tersebut, hasil pengujian kekuatan bending yang optimal dan komposisi terbaik adalah pada komposisi 80% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 10% Al + 10% Cu dengan nilai kekuatan bending tertinggi sebesar 8,43 MPa dan rata-rata kekuatan bending sebesar 6,66 MPa.

#### 4. Simpulan

Kekuatan bending yang optimal dan tertinggi didapat pada variasi komposisi 80% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 10% Al + 10% Cu dengan tegangan rata-rata sebesar 6,66 MPa. Penambahan penguat Aluminium dan Tembaga dapat mempengaruhi sifat mekanik dari matrik alumina sehingga menghasilkan sifat mekanik yang baru.

Pengurangan komposisi matrik alumina juga dapat mempengaruhi tegangan bending, hal ini disebabkan oleh menurunnya hasil tegangan bending.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada seluruh Staf Teknik Mesin Institut Teknologi Padang yang telah memberikan kontribusi sehingga artikel ini dapat diselesaikan.

#### Referensi

- [1] F. L. Matthews and R. D. Rawlings, *Composite Materials Engineering and Science*.
- [2] B. J. M. Beumer, *Ilmu Bahan Logam*, Jilid 1, Jakarta: Bhatara, 1994.
- [3] R. E. Smallman and R. J. Bishop. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Edisi Keenam. Erlangga.
- [4] N. Handra, *Pengaruh Penambahan Serbuk Aluminium Terhadap Relative Density Komposit (Baja-Aluminium)*, Tugas Akhir. Institut Teknologi Padang, 2010.
- [5] Ambar, “*Pengetahuan Keramik*”, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1997.
- [6] D. Aprianto, *Pengaruh Penambahan Silica RHA Terhadap Kekuatan Bending*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Padang, 2010.
- [7] R. Toto, “Pengaruh Kadar TiO<sub>2</sub> Terhadap Kekuatan Bending Komposit Serbuk Al/TiO<sub>2</sub>,” *Jurnal Teknik Mesin*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2005.