



## Uji Fisis Bahan Isolator Listrik Berbasis Keramik Porselin Alumina

Maryati Doloksaribu dan Lisnawaty Simatupang\*

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas  
Negeri Medan, Indonesia

*Diterima April 2016; Disetujui Mei 2016; Dipublikasikan Juni 2016*

### Abstrak

Telah dilakukan Fabrikasi pengaruh komposisi alumina untuk pembuatan keramik alumina porselin sebagai bahan isolator listrik. Bahan baku yang digunakan adalah campuran dari Kaolin, Kuarsa, Feldspar dan Alumina (Produk Jerman, 99%), dimana komposisi alumina divariasikan yaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% berat total seluruh bahan. Suhu pembakaran divariasikan yaitu 1100°C, 1200°C, 1300°C, 1400°C dan 1500°C, pada masing-masing suhu ditahan selama 2 jam. Berdasarkan pengujian densitas, porositas, dan termal ekspansi, terlihat bahwa persentase alumina memberikan pengaruh terhadap sifat fisis keramik alumina.

**Kata Kunci :** Porselin, Alumina, Isolator Listrik, Sintering

**How to Cite:** Maryati Doloksaribu dan Lisnawaty Simatupang, (2016), Uji Fisis Bahan Isolator Listrik Berbasis Keramik Porselin Alumina, *Jurnal Einstein Prodi Fisika FMIPA Unimed*, 4 (2) : 18-22.

\*Corresponding author:

E-mail : [maryatidoloksaribu@yahoo.com](mailto:maryatidoloksaribu@yahoo.com)

p-ISSN : 12338 – 1981

e-ISSN : 2407 – 747x

**PENDAHULUAN**

Porselin merupakan keramik polikristalin yang umumnya mempunyai fasa *quartz*, *mullit* dan lebih dari 10% volumenya adalah fasa gelas. Porselin adalah bahan keramik yang keras, kuat, berwarna putih, tembus cahaya, tidak porous, halus bila dibakar pada suhu tinggi dan bersifat isolator listrik. Salah satu contoh pengembangan porselin dalam bidang industri otomotif adalah pembuatan busi (*Spark plugs*). Tahun 1930 dikembangkan industri porselin untuk bahan isolator frekuensi tinggi. Kemudian pengembangan dilakukan secara intensif oleh *MC.Dugel Borkett* yang menghasilkan isolator alumina yang dapat digunakan pada kondisi tekanan tinggi. Pada dasarnya material porselin dibentuk dari bahan baku : feldspar, kaolin (*ball clay*) dan kuarsa. Untuk maksud tertentu, misalnya perbaikan sifat fisisnya dilakukan penambahan aditif tertentu, antara lain : kapur, talk, dolomite dan lainnya. Aditif ini dapat juga berfungsi untuk meningkatkan plastisitas bodi, kekuatan, memudahkan pembentukannya dan terbentuknya struktur tertentu. Klasifikasi keramik porselin dibedakan berdasarkan komposisi, sifat-sifat dan aplikasinya.

Aplikasi keramik porselin lainnya adalah sebagai bahan stop kontak, sekring, busi, isolator jaringan listrik, sakelar pemutus tegangan listrik dan sebagainya. Mengingat indonesia kaya akan bahan galian yang tersebar di daerah-daerah maka usaha untuk mendorong pemanfaatan bahan tersebut, khususnya untuk pembuatan bahan isolator listrik menjadi topik dalam penelitian ini. Dengan demikian melalui penelitian ini dapat diharapkan suatu terobosan pemanfaatan bahan galian sehingga memberikan nilai tambah tersendiri yang cukup berarti. Langkah-langkah yang ditempuh dalam usaha penelitian keramik porselin alumina akan membahas aspek-aspek sifat fisis, mekanis dan analisa struktur mikronya.

**BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

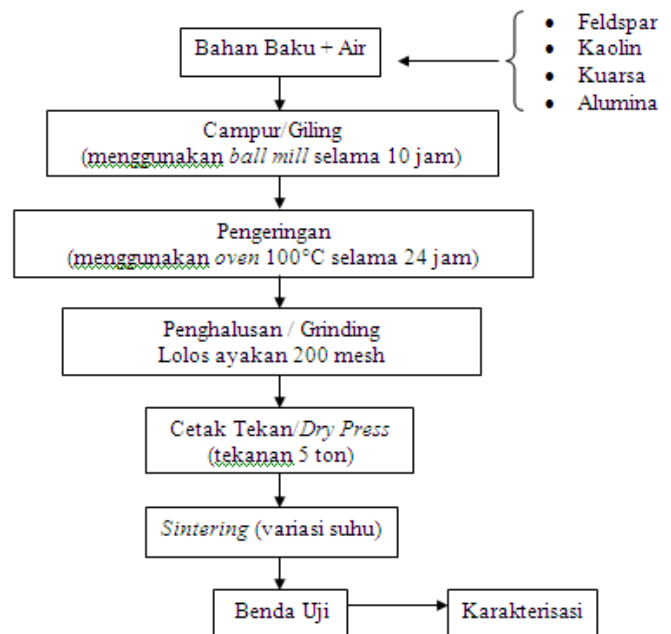
**Bahan dan Alat Penelitian.**

Bahan baku untuk pembuatan keramik porselin alumina yang digunakan adalah : *Feldspar* [(KNa)<sub>2</sub>O.3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.6SiO<sub>2</sub>] , *Kaolin* (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.2SiO<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O), *Kuarsa* (SiO<sub>2</sub>), *Alumina* (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), produk luar buatan *Merck* Jerman.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca teknis, ball mill, oven, grinding, sintering, dry press, pengukuran uji dielektrik dengan *Methrom E3640*

**Prosedur Penelitian.**

Ada dua tahap pengerjaan yang dilakukan dalam penelitian yaitu preparasi benda uji dan karakterisasi.



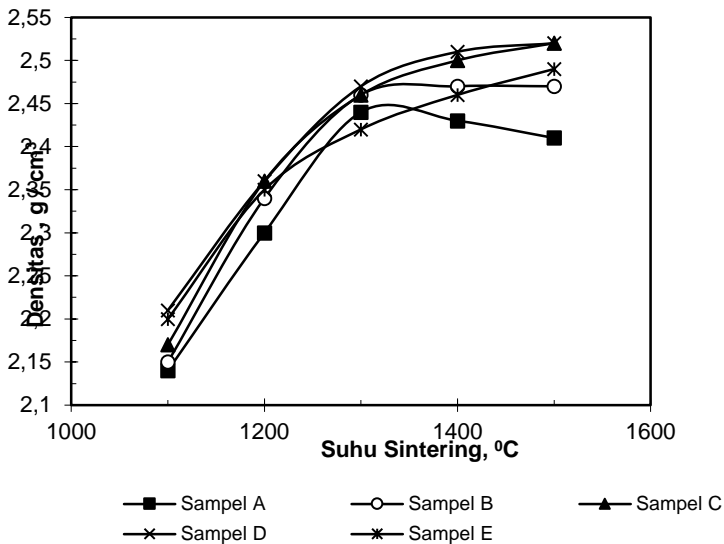
Gambar 1. Diagram Alir Preparasi Benda Uji

Tabel 1. Komposisi keramik alumina porselin yang dibuat

Bahan Baku	Komposisi (% berat)				
	Sampel A	Sampel B	Sampel C	Sampel D	Sampel E
Kaolin	50	50	50	50	50
Feldspar	30	30	30	30	30
Kuarsa	20	20	20	20	20
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (% berat dari total)	0	5	10	15	20

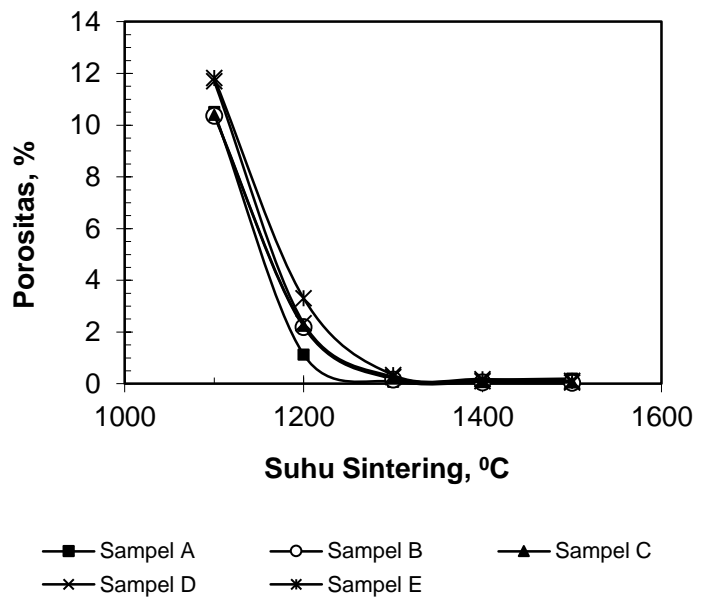
densitas hanya 2,49 g/cm<sup>3</sup> dan ternyata lebih kecil dari sampel dengan aditif 15 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, seharusnya densitasnya sama atau lebih besar. Jadi dapat dikatakan sampel dengan aditif 20 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> belum mencapai suhu sintering yang optimum dan perlu suhu sintering yang lebih tinggi lagi. Bila dibandingkan dengan literatur bahwa densitas untuk High Voltage Porcelain adalah sekitar 2,3 – 2,5 g/cm<sup>3</sup>, dan dari eksperimen densitas yang diperoleh telah memenuhi literature tersebut.

Hasil dan Pembahasan  
A. DENSITAS



Dengan penambahan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cenderung meningkatkan suhu sintering dan nilai densitasnya, karena Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki titik lebur yang lebih tinggi dari bahan baku yang lain, dan densitasnya lebih besar. Dari kurva hubungan densitas dengan suhu sintering, ternyata sampel dengan 5 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki suhu sintering optimum 1400°C dengan densitas 2,47 g/cm<sup>3</sup>. Sedangkan sampel dengan aditif 10 % dan 15 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mencapai suhu sintering optimal pada suhu 1500°C dengan densitas 2,52 g/cm<sup>3</sup>. Tetapi nilai densitas untuk sampel dengan aditif 20 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sampai suhu sintering 1500°C

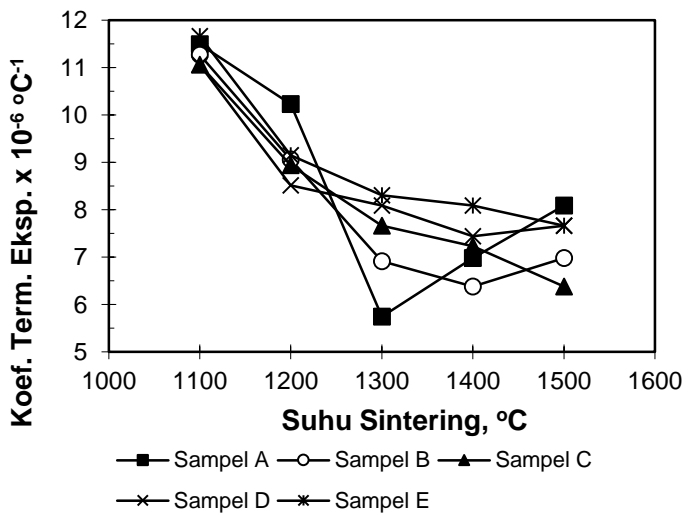
B. POROSITAS



Berdasarkan kurva hubungan porositas dengan suhu sintering terlihat bahwa semakin tinggi suhu sintering maka nilai porositasnya semakin kecil, sesuai dengan fenomena sintering, dimana selama proses sintering terjadi eliminasi / pengurangan pori akibat adanya pertumbuhan butir dan mencairnya bahan feldspar yang dapat menutup pori-pori yang ada di batas butir. (Karena feldspar pada suhu diatas 1200°C sudah menjadi fasa cair. Sampel tanpa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (sampel A) mencapai porositas terkecil dan mulai konstan (0,08 %) pada suhu 1300°C, sedangkan sampel dengan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, mencapai porositas terendah dan cenderung konstan mulai suhu 1400°C. Sama seperti pada densitas dimana semakin

banyak penambahan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , maka suhu sintering cenderung meningkat, yaitu untuk mencapai porositas dibawah 0,1 %. Jadi untuk sampel dengan 5 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan suhu sintering 1400 °C memiliki porositas 0,053 % , sedangkan sampel dengan 10 % dan 15 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan suhu sintering 1500 °C memiliki porositas masing-masing adalah 0,06 %. Tetapi untuk sampel dengan 20 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan suhu sintering 1500 °C memiliki porositas masih lebih besar yaitu 0,12 %.

### C.HASIL PENGUKURAN KOEFISIEN EKSPANSI TERMAL



Kurva hubungan koefisien termal ekspansi ( $\lambda$ ) dengan suhu sintering menunjukkan bahwa terjadi penurunan yang tajam nilai koefisien termal ekspansi yaitu mulai dari suhu sintering 1100°C sampai suhu 1300°C. Hal ini dikarenakan adanya perubahan porositas yang besar dimana pada suhu 1100°C semua sample masih berpori yang memiliki porositas cukup besar yaitu sekitar 10% -11%, sedangkan pada suhu 1300°C semua sampel mulai memadat dengan berkurang porositas yang cukup besar. Jadi bila benda berpori maka nilai  $\lambda$  nya akan besar, karena didalam rongga terdapat udara, sehingga pemuaiannya menjadi lebih

besar. Disamping itu nilai koefisien termal ekspansi berbanding terbalik dengan densitas, dimana densitas semakin besar bearti benda semakin rapat / padat sehingga nilai koefisien termal ekspansi cenderung mengecil. Untuk sampel porselin tanpa aditif alumina memiliki koef. termal eksp. paling rendah yaitu  $5,74 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  , ternyata lebih rendah dari nilai literatur yaitu  $6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  . Semakin rendah nilai koefisien termal ekspansinya maka benda keramik akan semakin kuat terhadap kejut suhu. Dengan ditambahkan aditif alumina nilai koefisien termal ekspansinya cenderung meningkat, hal ini karena  $\text{Al}_2\text{O}_3$  memiliki nilai  $\lambda$  yang lebih besar dari porselin yaitu  $6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  . Dari hasil percobaan diperoleh nilai koefisien termal ekspansi dari sampel dengan aditif 5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang telah disintering 1400°C adalah  $6,38 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  , sedangkan sampel dengan aditif 10 % ,15 % , dan 20 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang telah disintering 1500°C memiliki koefisien termal ekspansi masing-masing sebesar  $6,38 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  ,  $7,66 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  ,  $7,66 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  . Dimana menurut literatur bahwa keramik alumina porselin memiliki koefisien termal ekspansi sekitar  $(5,5 - 8,1) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Keramik porselin 0% alumina disinter dengan suhu 1300°C, 5% alumina disinter pada suhu 1400°C dan 10%, 15%, 20% alumina disinter pada suhu 1500°C.
2. Besarnya nilai densitas dan porositas untuk high tension porcelain dapat dipenuhi oleh keramik porselin dengan 5% - 20% alumina, dimana nilai densitasnya 2,3 – 2,5g/cm<sup>3</sup> dan porositas terkecil 0,053 %.

3. Nilai koefisien ekspansi termal semakin meningkat dengan bertambahnya alumina, dimana nilai maksimumnya dicapai oleh sampel D dan E sebesar  $7,66 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,

Elsevier Scientific Publishing Company, New York.  
[14].Yet Ming, 1997, Physical Ceramics, Principle for Ceramics Science and Engineering, John Willey and Song Inc, Canada.

Ucapan Terimakasih  
Kepada DP2M DIKTI yang telah membiayai penelitian ini

**Daftar Pustaka :**

- [1].Clipton G. *et all*, 1984, Introduction to Phase equilibria in Ceramics, The American Ceramics Society Inc, Columbus Ohio.
- [2].Gernot Kostorz, 1988, High Tech Ceramics, Academic Press Zurich.
- [3].James Reed, 1994, Principle of Ceramics Processing, John Wiley and Son, Inc
- [4]. Man F. Yan, 1991, Solid State Sintering, Engineering Material handbook, Handbook Commitee, New York.
- [5]. Masaru Miyayama,1992, Engineer Material Handbook, Handbook Commitee, New York.
- [6]. Muljadi *et all*, 2002, Journal Fisika LIPI.
- [7]. Norton. F. H,1997, Fine Ceramics Technology and Application, McGraw – Hill Book Company
- [8]. Perdamean *et all*, 2002, Journal Telaah Fisika LIPI Volume 23.
- [9].Randall M. German, 1991, Fundamental of Sintering, Engineering Material Handbook, New York.
- [10].Relva Buchanan, 1991, Electronics Application for Advanced ceramics, Engineering Material Handbook. New York.
- [11].Relva Buchanan, 1986, Ceramics Material for Electronics, Marcel dekker Inc, New York.
- [12].Samuel J. Scheneider Jr, 1991, Ceramics and Glass, Vol 4, Engineering Material, USA
- [13].Yan H. Lavac, 1983, The Technology of Glass and Ceramics and Introduction,

