

PENGAMATAN MIKROSTRUKTUR KERAMIK ALUMINA YANG DIDOPING DENGAN SiO₂ DAN TiO₂

Muljadi¹, Perdamean Sebayang¹, Budiarto² dan A. Arslan²

¹ P3FT - LIPI, Kawasan PUSPIPTEK Serpong 15314

² P3IB - BATAN, Kawasan PUSPIPTEK Serpong 15314

ABSTRAK

PENGAMATAN MIKROSTRUKTUR KERAMIK ALUMINA YANG DIDOPING DENGAN SiO₂ DAN TiO₂. Keramik alumina tergolong keramik oksida yang aplikasinya banyak digunakan untuk komponen elektronik, refraktori dan komponen mekanik. Sifat-sifat material keramik salah satunya sangat ditentukan oleh mikrostrukturnya. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan mikrostruktur keramik alumina yang didoping dengan 10 % berat SiO₂ dan 10 % berat TiO₂ serta disintering pada suhu 1600 °C. Setelah dilakukan pengambilan gambar dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) maka dapat dikatakan bahwa keramik alumina dengan penambahan 10 % berat SiO₂ memiliki bentuk partikel yang sebagian bulat dan sebagian lonjong. Sedangkan sampel dengan 10 % TiO₂ seluruh bentuk partikelnya bulat dan hampir homogen. Pada sampel tanpa aditif belum terjadi proses, dimana partikel - partikelnya belum terjadi kontak yang sempurna. Penambahan bahan dengan 10 % TiO₂ dan 10 % SiO₂ menunjukkan peningkatan nilai densitas dan penurunan nilai porositas yang besar.

ABSTRACT

THE OBSERVATION OF MICROSTRUCTURE OF ALUMINA CERAMIC WITH DOPING SiO₂ AND TiO₂. Alumina ceramic is an oxide ceramic and used for electronic components, refractory and mechanical components. The properties of ceramic material are influenced by microstructure. The observation of microstructure of alumina ceramic with doping 10 % wt. SiO₂ and 10 % wt. TiO₂ and sintering at 1600 °C has been done by using SEM. The results show that sample with 10 % SiO₂ contains circle grain and needle like grain. It is could be a mullite (3Al₂O₃.2SiO₂). Sample with 10 % wt. TiO₂ contains a circle shape grain and homogen. Sample without additive is not yet sintered, where the contact between particles is not found. The application of doping 10 % wt. SiO₂ dan 10 % wt. TiO₂ increases density and decreases porosity.

1. PENDAHULUAN

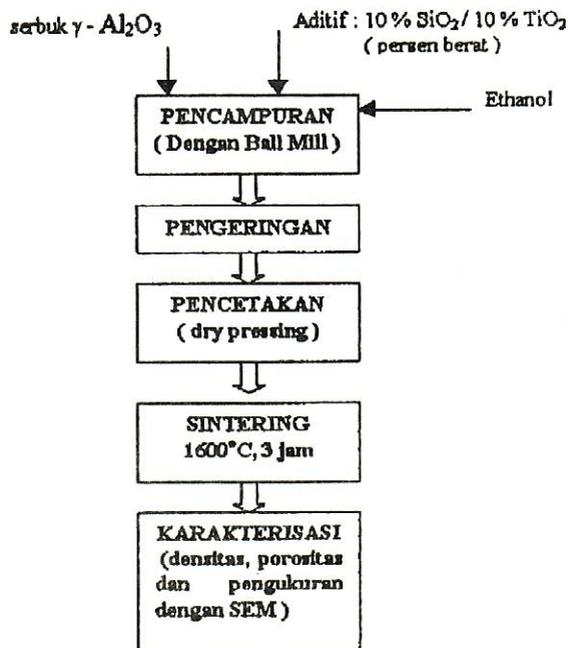
Alumina (Al₂O₃) merupakan senyawa yang cukup stabil karena memiliki ikatan antara atom Al dan O yang kovalen dan memiliki energi ikatan antara atom Al dengan O sekitar -400 kcal/mol [1]. Struktur kristal Al₂O₃ cukup banyak (polimorfi), diantaranya yang paling stabil dan banyak dipergunakan untuk material keramik adalah corundum (α-Al₂O₃) [1]. Corundum tersebut memiliki struktur kristal heksagonal (hexagonal closed packed) dengan titik lebur yang tinggi sekitar 2050°C, bersifat keras dan tahan korosi [2]. Oleh karena itu untuk melakukan sintering alumina murni hingga diperoleh densifikasi yang sempurna diperlukan suhu tinggi mendekati titik lebur, yaitu antara 1800 - 1900 °C [2]. Dengan menggunakan bahan aditif sintering (doping) maka suhu sintering dapat diturunkan serta bahan doping tersebut dapat memperbaiki mikrostrukturnya, misalnya ukuran dan bentuk butir dapat dikontrol sehingga nantinya akan mempengaruhi sifat-sifat keramik alumina [3]. Ada beberapa bahan doping untuk sintering alumina misalnya [3,4]: MgO, SiO₂, TiO₂, Na₂O, ZrO₂. Bahan doping tersebut disamping dapat mengontrol pertumbuhan butir selama sintering, kemungkinan akan dapat membentuk fasa baru, dimana fasa baru ini akan

dapat memperbaiki dan mempercepat proses sintering. Aplikasi keramik alumina cukup luas yaitu untuk material refraktori, komponen mekanik / otomotif, komponen elektrik / elektronik [3]. Pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan perubahan mikrostruktur keramik alumina yang diberi bahan doping SiO₂ dan TiO₂. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa penambahan SiO₂ dan TiO₂ yang optimal untuk memberikan densitas dan kekuatan mekanik yang tinggi adalah sebanyak 10 % berat pada suhu sintering 1600°C [5]. Pengamatan yang akan dilakukan adalah untuk mengetahui bentuk ukuran butir serta homogenitas ukuran butir akibat penambahan bahan doping tersebut setelah disintering pada suhu 1600°C. Seperti pada hasil penelitian sebelumnya ternyata karakteristik keramik alumina yang didoping dengan SiO₂ maupun TiO₂ menunjukkan sifat-sifat yang berbeda, khususnya mengenai sifat mekaniknya. Disamping itu prospek penggunaan material keramik alumina cukup luas, begitu pula deposit bahan baku alumina cukup banyak terdapat di Indonesia yaitu dalam bentuk mineral bauksit. Bauksit tersebut selama ini belum diolah di dalam negeri dan masih diekspor ke Jepang, Amerika. Mineral bauksit tersebut

diproses lagi dinegara-negara tersebut dan produknya yaitu Al₂O₃ dibeli lagi oleh Indonesia sebagai bahan baku maupun² bahan setengah jadi.

2. TATA KERJA

Untuk penelitian ini digunakan bahan baku yaitu serbuk γ - Al₂O₃ (p.a) dan sebagai bahan doping digunakan serbuk mikrosilika (SiO₂) dan serbuk TiO₂ (p.a). Preparasi serbuk dilakukan dengan pencampuran sistem padatan (solid mixing), diagram alir preparasi sampel ditunjukkan pada Gambar berikut.



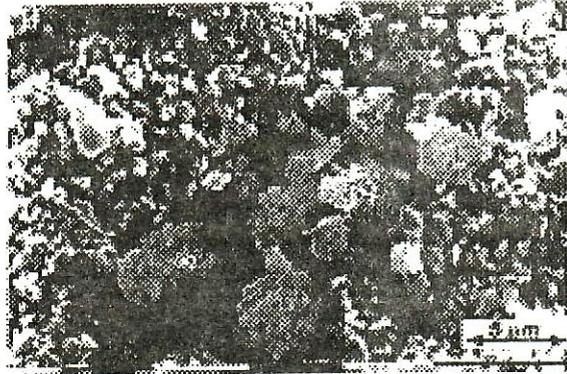
Gambar 1. Diagram alir proses preparasi sampel

Sampel yang telah dicetak dan disintering dengan tungku listrik pada suhu 1600 °C dan ditahan selama 3 jam dikarakterisasi dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui morfologi dari butiran / partikel setelah sintering. Dalam pengamatan dengan SEM , sampel yang akan dianalisa hanya dilakukan pemolesan saja tanpa menggunakan proses etsa. Sedangkan densitas dan porositas diukur masing-masing dengan menggunakan metoda *Archimedes* dan *Boiling Method*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil foto SEM dari sampel tanpa aditif setelah sintering ditunjukkan pada Gambar 2.

Dari foto SEM tersebut diatas terlihat bahwa ukuran butiran tidak homogen , bentuknya bulat (spherical), dan terlihat adanya aglomerasi butiran. Tampak partikel-partikelnya belum sintering, karena masih terlihat banyak rongga (pori). Bila terjadi proses sintering yang sempurna butiran yang satu dengan yang

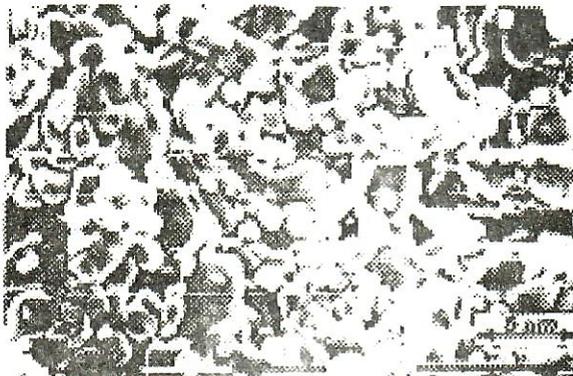


Gambar 2. Foto SEM dari sampel Al₂O₃ tanpa aditif.

lainnya akan kontak dan membentuk batas butir (grain boundary).

Sedangkan foto SEM sampel Alumina yang disintering dengan aditif 10 % TiO₂ ditunjukkan pada Gambar 3. Terlihat pada Gambar 3 bahwa bentuk partikel adalah bulat dan beberapa partikel terlihat mengalami pertumbuhan (grain growth) yang cukup besar , dan rongga (pori) tampak berkurang banyak bila dibandingkan dengan sampel tanpa aditif. Berarti sampel tersebut telah mengalami proses sintering yang sempurna.

Sedangkan untuk Foto SEM sampel Alumina dengan aditif 10 % SiO₂ ditunjukkan pada Gambar 4. Pada Gambar 4 terlihat partikel-partikelnya mempunyai bentuk



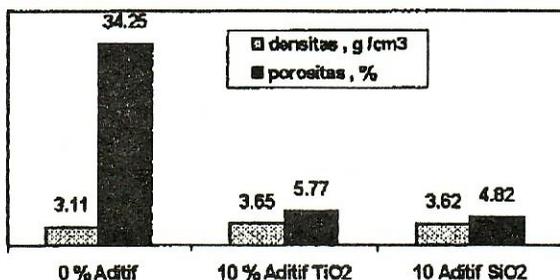
Gambar 3. Foto SEM dari sampel Al₂O₃ dengan aditif 10 % TiO₂ .



Gambar 4. Foto SEM dari sampel Al₂O₃ dengan aditif 10 % SiO₂.

yang berbeda dengan sebelumnya yaitu sebagian berbentuk lonjong dan sebagian lagi berbentuk bulat. Terlihat juga jumlah pori berkurang dan terlihat adanya kontak antar butiran yang sempurna, berarti sudah terjadi sintering.

Hasil pengukuran densitas (bulk density) dan porositas (apparent porosity) dari sampel yang telah disintering 1600°C ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh bahan doping TiO_2 / SiO_2 terhadap nilai densitas dan porositas dari sampel alumina yang telah disintering 1600°C

Penambahan bahan TiO_2 / SiO_2 pada keramik alumina memberikan perubahan nilai densitas dan porositas secara signifikan, dimana densitas meningkat dari $3,11 \text{ g/cm}^3$ menjadi sekitar $3,62$ atau $3,65 \text{ g/cm}^3$, dan porositas menurun cukup besar dari $34,25\%$ menjadi $4,82\%$ atau $5,77\%$. Adanya peningkatan densitas serta penurunan nilai porositas tersebut menunjukkan bahwa sampel keramik dengan doping $10\% \text{ TiO}_2$ dan $10\% \text{ SiO}_2$ telah mengalami proses sintering pada suhu 1600°C , karena densitas yang dihasilkan tersebut mendekati nilai densitas teoritis yaitu sekitar $3,75 \text{ g/cm}^3$.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dengan photo SEM tersebut terlihat adanya perbedaan morfologi dari ketiga sampel yang telah disintering 1600°C . Dimana sampel Al_2O_3 tanpa aditif masih terlihat banyak pori dan perlu suhu sintering yang lebih tinggi lagi, sedangkan sampel yang menggunakan aditif SiO_2 atau TiO_2 pada suhu tersebut sudah sinter. Selain itu bentuk partikel sampel Al_2O_3 dengan aditif $10\% \text{ TiO}_2$ sama dengan sampel tanpa aditif yaitu berbentuk bulat (spherical). Sedangkan dengan aditif $10\% \text{ SiO}_2$ bentuk partikelnya cenderung lonjong. Proses sintering dari sampel dengan aditif sudah sempurna dengan ditandai berkurangnya pori (porositas), dan peningkatan densitas.

5. UCAPAN TERIMAH KASIH.

Kepada Pimpro Litbang Material T A. 1997 / 1998 P3M-LIPI, kami mengucapkan banyak terima kasih atas terselenggaranya penelitian ini. Begitu pula juga kepada Udin Haerudin yang banyak membantu dalam preparasi sampel.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. SAMUEL J. SCHNEIDER JR; Engineered Materials Handbook, Ceramic and Glasses, ASM- International Vol.4, New York, 1991.
- [2]. YET MING CHIANG, DUNBAR BIRNIE III, W DAVID KINGERY; "Physical Ceramics, Principles for ceramic science and engineering", 1997, Canada, John Willey & Sons Inc.
- [3]. WALTER H. GITZEN, "Alumina as Ceramic Materials", 1970 The American Ceramic Society Inc.
- [4]. GERNOT KOSTORZ, High Tech Ceramics, 1988, London, Academic Press Limited.
- [5]. MULJADI, Litbang Material Keramik Berbasis Alumina Sebagai Bahan Refraktori, Laporan Teknis Penelitian (yang tidak diterbitkan), 1997.