

# Pemanfaatan Beta-Alumina ( $\beta''$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sebagai Elektrolit Padat untuk Metode EMF

RAMLAN

Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia

**INTISARI:** Telah dilakukan eksperimen pengukuran dengan metode EMF terhadap elektrolit padat yang memanfaatkan Beta-Alumina ( $\beta''$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Beta-Alumina dibuat dari bahan dasar Natriumcarbonat Magnesiumdihydroxid, Natriumcarbonat Magnesiumdihydroxid-carbonat, dan  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan teknik pencampuran bahan dasar, pembentukan pelet, dan pembakaran. Dengan teknik *slip casting*, Beta-Alumina dapat dibentuk dan digunakan sebagai elektrolit padat. Sebagai bahan yang diukur adalah bahan gelas sedangkan bahan referensinya adalah Natriumwolframat. Pengukuran dilakukan berdasarkan sel skema Pt/O<sub>2</sub>/Na<sub>2</sub>O (Gelas) Na- $\beta''$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> // Na<sub>2</sub>O (Na<sub>2</sub>O – WO<sub>3</sub>)/O<sub>2</sub>/Pt. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa Beta-Alumina ( $\beta''$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sangat baik untuk bahan elektrolit padat.

**KATA KUNCI:** Beta-Alumina, *slip casting*, elektrolit padat, metode EMF

September 2010

## 1 PENDAHULUAN

Suatu proses penting di dalam penentuan besaran termokimia, seperti entalpi bebas, adalah proses yang dilakukan dengan metode EMF. Dahulu orang mengenal elemen galvanis dengan elektrolit cairan dan elektroda padat, tetapi, untuk mencapai kesetimbangan, hal itu sulit dilakukan. Untuk mempertinggi kecepatan difusi misalnya, temperatur harus dipertinggi. Penemuan bahan klorid elektrolit hanya dapat digunakan sampai suhu 1000 K. Di samping itu elektrolit ini sulit dihindarkan dari berbagai reaksi yang mungkin terjadi selama proses berlangsung.

Suatu penemuan dan saran dari Kiukola dan Wagner<sup>[1]</sup> bahwa oksida atau campuran oksida-oksida dapat digunakan sebagai elektrolit padat. Sejak itu penggunaan elektrolit pada logam mulia banyak digunakan untuk penentuan besaran termokimia dari oksida melalui metode EMF dengan temperatur tinggi. Dengan metoda EMF ini dapat diukur aktivitas dan entalpi bebas.

Na- $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Atau Na- $\beta''$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalah bahan yang dapat memberikan hantaran ion lebih baik daripada oksida-oksida yang tersebut terdahulu sebagai elektrolit padat, yang juga akan lebih baik hasilnya dalam pengukuran termokimia dalam metode EMF<sup>[2]</sup>. Sifat lebih baik lainnya adalah bahan ini stabil sampai temperatur 1900 K. Untuk pembuatan serbuk Beta Alumina digunakan serbuk  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan Magnesium hydroxycarbonat<sup>[3]</sup> yaitu 88,74%-massa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 9,03%-massa Na<sub>2</sub>O, dan 2,23%-massa MgO.

## 2 METODOLOGI

Bahan Na-Beta Alumina yang berupa serbuk dibuat dari pencampuran bahan dasar  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, dan Mg(OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dengan komposisi 88,74%-massa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 9,03%-massa Na<sub>2</sub>O, dan 2,23%-massa MgO. Pencampuran dilakukan di dalam *Ball Mill* media acetone selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan pengeringan dan pembakaran hingga suhu 1250°C. Komposisi %-massa dari berbagai serbuk (yang akan dianalisa) ditunjukkan dalam Tabel 1.

TABEL 1: Komposisi serbuk dari bahan yang akan dianalisa

Bahan	Komposisi (%-massa)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	88,46
MgO	2,39
Na <sub>2</sub> O	9,13
K <sub>2</sub> O	0,00
SiO <sub>2</sub>	0,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01

Selanjutnya dengan teknik *slip casting* serbuk Na-Beta Alumina tersebut dicetak dengan menggunakan cetakan gips yang berbentuk *crusible*. Sintering dilakukan pada temperatur 1600°C.

Aktivitas Na<sub>2</sub>O di dalam leburan gelas diukur dengan menggunakan skema sel Pt/O<sub>2</sub>/Na<sub>2</sub>O (Gelas) Na- $\beta''$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> // Na<sub>2</sub>O (Na<sub>2</sub>O – WO<sub>3</sub>)/O<sub>2</sub>/Pt. Sebagai elektrolit padat adalah Na- $\beta''$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sebagai bahan referensi adalah leburan Natriumwolforamat dengan 55%-Mol WO<sub>3</sub>, dan sebagai bahan yang akan

diukur adalah leburan gelas.

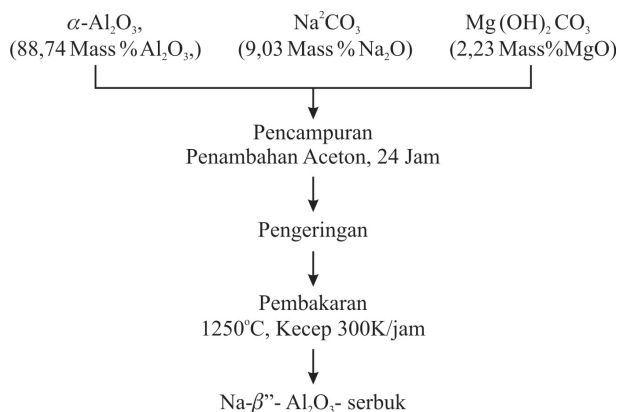
$$\Delta G_{Na_2O} = 2FE = RT \ln \frac{a_{Na_2O}(\text{Gelas})}{a_{Na_2O}(\text{Na}_2\text{O}-\text{WO}_3)}$$

dengan  $\Delta G, F, E, R, T$ , dan  $a$  berturut-turut adalah perubahan entalpi bebas, tetapan Faraday, gaya elektromagnetik, tetapan gas, temperatur pengukuran, dan aktivitas.

### 3 HASIL PERCOBAAN

#### 3.1 Penyiapan Bahan

Untuk pembuatan serbuk digunakan  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{Mg}(\text{OH})_2\text{CO}_3$  sebagai bahan bakunya. Komposisi campuran diambil berdasarkan literatur [6]. Diagram alir pembuatan Beta-Alumina adalah sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



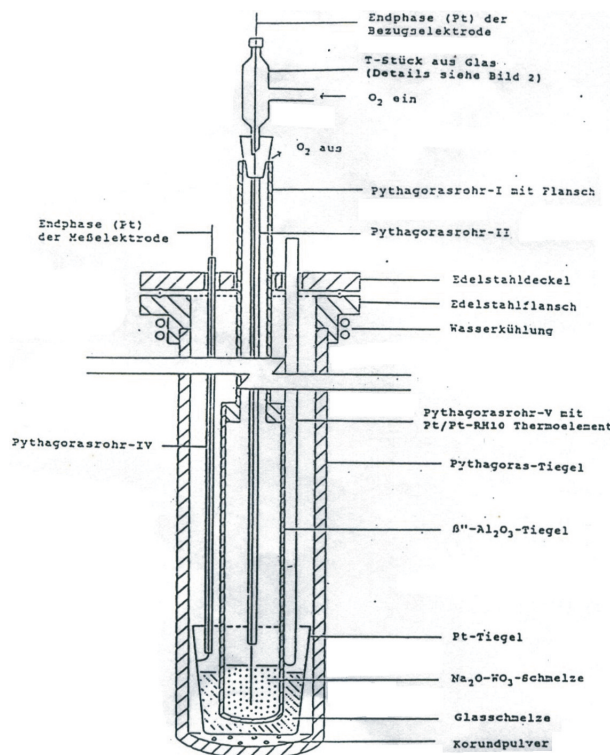
GAMBAR 1: Diagram alir pembuatan Beta-Alumina

Bahan sampel yang digunakan untuk pengukuran didapat dari Firma Vegla Stolberg-Germany, berupa bahan gelas datar (*flatglass*) dengan komposisi kimia tertentu. Natrium-wolframat dengan 55 Mol  $\text{WO}_3$  dibuat dari Natrium-wolframat-dihydrat (Merek Nr.6672) dan Wolframtrioxid (Merek Nr.829). Natrium-wolframa-dihydrat dikeringkan  $250^\circ\text{C}$  dengan vakum selama 5 hari, sedangkan Wolframtrioxid dikeringkan  $120^\circ\text{C}$  selama 2 hari. Sampel tersebut diletakkan dalam *glove box* dengan gas argon sebagai atmosfer, kemudian ditimbang dan dicampur [3]. Selanjutnya campuran tersebut dicairkan di dalam oven vakum, kemudian didinginkan dan dihaluskan kembali di dalam *glove box*. Untuk mendapatkan bahan yang lebih bersifat homogen, proses tersebut diulang 2 kali.

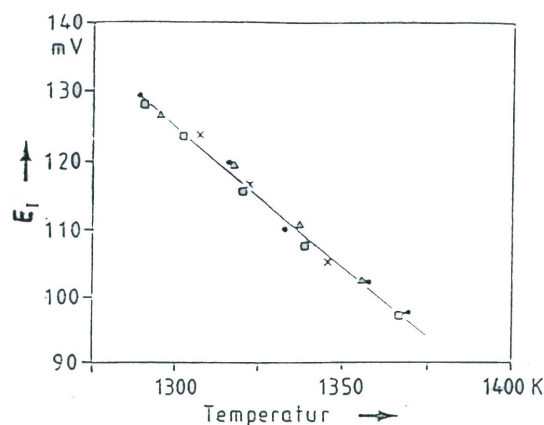
#### 3.2 Percobaan

Sel pengukuran dibuat sesuai dengan skema pada Gambar 1, dan dapat dilihat pada Gambar 2,  $\text{Na}\text{-}\beta''\text{-Alumina}$  sebagai elektrolit padat berbentuk krusibel diisi dengan bahan Natriumwolframa sebagai referensi

subtan. Krusibel Platina diisi dengan serbuk gelas sebagai subtan yang akan diukur.



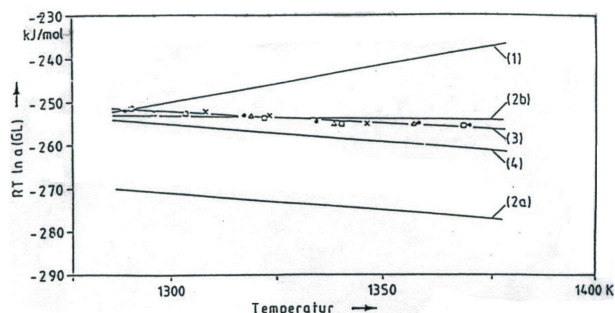
GAMBAR 2: Susunan sel pengukuran sesuai dengan skema Gambar 1



GAMBAR 3: Hasil pengukuran EMF

Hasil pengukuran subtan dapat dilihat pada Gambar 3, sedangkan hasil perhitungan aktivitas  $\text{Na}_2\text{O}$  dapat dilihat pada Gambar 4.

Dari kurva yang ditunjukkan oleh Gambar 3 terlihat bahwa dengan kenaikan temperatur, gaya elektromagnetiknya akan menurun dan gaya elektromagnetik maksimum terdapat pada temperatur kisaran 128 K. Sehingga bahan ini sangat cocok untuk pengukuran EMF.



GAMBAR 4: Hasil perhitungan aktivitas  $\text{Na}_2\text{O}$  dalam leburan gelas

Dari Gambar 4 terlihat bahwa aktivitas  $\text{Na}_2\text{O}$  sangat bervariasi sesuai dengan kenaikan temperaturnya. Pada grafik 1 terlihat bahwa dengan kenaikan temperatur aktivitas  $\text{Na}_2\text{O}$  juga naik, sedangkan pada grafik 2a terlihat bahwa dengan kenaikan temperatur aktivitas  $\text{Na}_2\text{O}$  menurun. Karena itu komposisi antara bahan substansi yang diukur (bahan gelas) dan bahan referensinya sangat mempengaruhi hasil yang diharapkan, yaitu semakin besar bahan referensinya (dalam hal ini adalah Natrium-wolframat) semakin baik elektrolit padatnya.

#### 4 SIMPULAN

Dari hasil pengukuran dengan metode EMF jelas bahwa bahan Beta-Alumina ( $\beta''\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) sangat cocok untuk elektrolit padat; yang dapat dimanfaatkan sebagai *fuel cell* dan sistem baterai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kiukola, K., C. Wagner, 1957, Measurements on Galvanic Cell Involving Solid Electrolytes, *J. Electrochem. Soc.*, 104, 379-387
- [2] Yao, Y.F.Y., J.T. Kummer, 1967, Ion Exchange Properties of and Rates of Ionic Diffusion in Beta Alumina, *J. Inorg. nucl. Chem.*, 29, 2453-2475
- [3] Hausner, H., 1985, *Der Einfluss von verfahrenstechnischen Parameter auf das Mikrogefüge von Beta  $\text{Al}_2\text{O}_3$* , BMFT-Forschungsvorhaben, Kennzeichen 03E 8122 A, TU Berlin, Inst. f. Nichtmetallische Werkstoffe
- [4] Janke, D., 1987, Ioneleiter, In: *H. Deutsch-Französische Tagung über Technische Keramik*, aachen, 4, Bis 6, März, 1987, 259-392
- [5] Knacke, O., Kubaschewski, K. Hesselmann, 1991, *Thermochemical properties of inorganic substances*, Verlag Stahleisen m b H Dusseldorf
- [6] Ramlan, 2001, *Pengaruh MgO dan Suhu sintering terhadap mikrostruktur dan sifat keramik Beta-Alumina ( $\beta''\text{-Al}_2\text{O}_3$ )*