

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dengan bertambahnya waktu maka kemajuan teknologi juga semakin bertambah. Pertumbuhan penduduk di dunia pun kian meningkat termasuk di Indonesia. Hal ini berarti meningkat pula kebutuhan manusia termasuk dari segi energi listrik. Energi listrik memegang peranan yang sangat penting bagi kehidupan manusia karena merupakan sumber utama dalam kehidupan sehari-hari.

Energi listrik sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari baik di lingkungan keluarga, perkantoran, bahkan yang paling besar membutuhkan energi listrik setiap hari adalah industri. Dari sumber yang diperoleh, Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) tahun 2010-2019 menyebutkan bahwa kebutuhan tenaga listrik diperkirakan mencapai 55.000 Mega Watt (MW), sehingga rata-rata peningkatan kebutuhan listrik per tahun 5.500 MW [1].

Energi listrik sendiri merupakan hasil dari perubahan energi lain. Sementara untuk di Indonesia saat ini sumber utama listriknya berasal dari energi fosil. Energi fosil memang merupakan energi yang mudah didapatkan akan tetapi energi fosil ini bersifat polutif dan merupakan energi yang memiliki keterbatasan cadangan. Minyak bumi, batubara, dan energi fosil

lainnya merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui. Hal ini pun berarti bahwa bahan-bahan tersebut memiliki ketersediaan yang terbatas di alam bebas. Untuk itu diperlukan energi alternatif lain yang dapat menggantikan energi fosil sebagai energi terbarukan. *Fuel cell* merupakan salah satu energi alternatif yang dapat digunakan dan diharapkan dapat menghasilkan energi listrik yang mempunyai tingkat efisiensi tinggi dan tidak bersifat polutif.

*Fuel cell* pertama kali dikenalkan oleh Sir Willian Robert Grove pada tahun 1811-1896 [2]. *Fuel cell* merupakan devais yang dapat menghasilkan energi listrik yang diperoleh dari konversi bahan bakar seperti hidrogen. Proses yang terjadi pada *fuel cell* yakni merupakan proses elektrokimia. Proses ini mengkombinasikan gas hidrogen ( $H_2$ ) dan oksigen ( $O_2$ ) [3]. *Fuel cell* terdiri dari elektrode dan elektrolit, dimana bahan elektrolit diapit oleh elektrode yang terdiri dari anode (kutub positif) dan katode (kutub negatif) [4].

Terdapat empat jenis *fuel cell* yang saat ini sedang banyak dikembangkan yakni PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell), PAFC (Phosphoric Acid Fuel Cell), MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell), dan SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) [1]. Perbedaan pada keempat jenis *fuel cell* ini terletak pada elektrolitnya dan suhu operasional pada *fuel cell* tersebut. Sebuah SOFC konvensional dioperasikan pada 800-1000 °C [5-7]. Kinerja SOFC dapat ditingkatkan dengan membuat elektrolit tipis SOFC atau

meningkatkan konduktivitas ionik dari elektrolit SOFC. Meningkatkan konduktivitas ionik elektrolit dapat dilakukan dengan beberapa metode, termasuk menambahkan aditif untuk elektrolit yang tersedia [8].

Pada saat ini SOFC terus diteliti dan dikembangkan secara intensif karena memiliki keunggulan dalam efisiensi sebesar 60% [19]. Komponen sel bahan bakar dari jenis SOFC ini terdiri dari anoda, katoda, dan elektrolit [1]. SOFC beroperasi pada rentang suhu yang relatif cukup tinggi antara 700-1000 °C [9]. Suhu operasi yang tinggi ini menyebabkan aplikasi SOFC dinilai kurang ekonomis karena mengakibatkan bahan menjadi cepat rusak akibat pemanasan suhu yang tinggi. Oleh karenanya dilakukan banyak penelitian guna mendapatkan kisaran suhu operasi SOFC yang lebih rendah yakni pada rentang suhu antara 500-700 °C [8]. Upaya yang dilakukan di antaranya yaitu memperkecil ketebalan elektrolit dan membuat campuran bahan material yang memiliki konduktivitas ionik cukup tinggi yang dapat digunakan pada SOFC dengan suhu operasi yang rendah [9]. Upaya untuk memperoleh suhu yang lebih rendah dengan konduktivitas ionik yang baik juga dilakukan pada bahan lain. Contoh pembuatan SOFC dengan upaya mendapatkan suhu lebih rendah di antaranya elektrolit yang dibuat dari komposit nano-ceria yang memiliki konduktivitas ionik pada suhu 300-700 °C sebesar 0,1 mS/cm [10].

Penelitian tentang pembuatan elektrolit padat untuk SOFC dari berbagai campuran material bahan juga telah banyak dilakukan. Salah satu contoh elektrolit padat SOFC adalah YSZ (*Yttria Stabilized Zirconia*).

Penelitian yang sebelumnya dilakukan yakni elektrolit padat dari 8YSZ ( $Y_2O_3$  (8% mole) stabilized- $ZrO_2$ ) dengan metode *tape casting* dengan konduktivitas ionik sebesar  $8,8 \times 10^{-7}$  S/cm untuk jenis zirkon lokal [4]. Akan tetapi, saat ini perlu dilakukan kembali penelitian tentang elektrolit padat dari bahan lain untuk YSZ dengan dopan  $Y_2O_3$  nya relatif mahal dan keberadaannya di Indonesia hanya sedikit. CaO dirasa tepat untuk mengganti dopan  $Y_2O_3$  karena harganya relatif lebih murah dan keberadaannya yang melimpah di Indonesia [11]. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan CSZ (*Calcia Stabilized Zirconia*) dari  $ZrO_2$  lokal dengan dopan CaO yang berstruktur kristal kubik dengan penambahan Alumina ( $Al_2O_3$ ).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan tersebut maka haruslah dilakukan penjelasan masalah yakni berupa rumusan masalah penelitian ini. SOFC yang kini sedang banyak dikembangkan merupakan salah satu jenis dari *fuel cell* sebagai energi alternatif. Penggunaan  $ZrCl_4$  sebagai bahan dasar pembuatan CSZ dilakukan pada suhu diatas  $200^\circ C$  guna membentuk fasa kubik. Pada fasa kubik inilah zirkonia akan stabil yang mana pada penelitian ini dilakukan penambahan senyawa CaO. Penambahan alumina ( $Al_2O_3$ ) pada keramik CSZ dilakukan dengan variasi 0%, 1%, 3%, dan 5%. kemudian dilakukan analisis pengaruh penambahan tersebut

menggunakan uji SEM, XRD, dan uji konduktivitasnya menggunakan LCR Meter.

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan dasar sintesis pada CSZ menggunakan  $ZrCl_4$  yang distabilkan menggunakan bahan  $CaO$ .
2. Proses sintesis CSZ yang dilakukan menggunakan metode sol-gel.
3. Pembuatan keramik pelet CSZ dilakukan menggunakan metode *pressing*.
4. Karakterisasi yang dilakukan pada keramik pelet CSZ meliputi uji XRD, SEM, dan uji daya hantar listrik (konduktivitas) dengan menggunakan LCR Meter.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan  $Al_2O_3$  yang bervariasi terhadap campuran CSZ serta mencari campuran keramik pelet CSZ terbaik dengan penambahan  $Al_2O_3$  untuk variasi 0%, 1%, 3%, dan 5%.
2. Mengetahui hasil karakterisasi keramik pelet CSZ melalui uji XRD, SEM, dan uji daya hantar listrik (konduktivitas) dengan menggunakan LCR Meter.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian dilakukan dengan harapan dapat memberikan informasi secara luas mengenai penggunaan energi alternatif terbarukan, yaitu SOFC (*Solid Oxide Fuel Cell*) dengan elektrolit padat berupa keramik pelet CSZ yang didopping oleh  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , yang dihasilkan menggunakan metode *pressing*.

