

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini pertumbuhan penduduk di dunia, termasuk di Indonesia, semakin meningkat. Dengan adanya pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat maka berbagai kebutuhan semakin meningkat pula, termasuk kebutuhan akan energi listrik. Namun energi listrik yang ada di dunia tidak melimpah dan cenderung terjadi ketidakseimbangan antara jumlah penduduk dan ketersediaan energi listrik.

Energi listrik sangat diperlukan dalam kebutuhan sehari-hari baik itu dilingkungan keluarga, tempat kerja atau perkantoran bahkan yang paling besar membutuhkan energi 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 (Rachmawati, 2011).

Sumber penyedia energi seperti minyak bumi, batubara dan lainnya merupakan bahan-bahan yang tidak dapat diperbaharui. Hal ini berarti ketersediaannya di alam sangat terbatas. Oleh karena itu perlu dicari alternatif sumber lain untuk memenuhi kebutuhan energi. Namun bahan tersebut diupayakan yang cukup melimpah di alam sehingga ekonomis.

Dengan adanya persoalan tersebut, maka sel bahan bakar (*fuel cell*) dapat menjadi salah satu alternatif pemenuh kebutuhan energi listrik setidaknya menjadi komplemen dari sumber energi listrik yang telah ada. *Fuel Cell* pertama kali dikenalkan oleh Sir William Robert Grove sekitar tahun 1811-1896 (Rayment *et al*, 2003). *Fuel cell* merupakan devais yang dapat menghasilkan energi listrik dari konversi bahan bakar seperti hydrogen (Syarif *et al*, 2010). Pada *fuel cell* terjadi proses elektrokimia yang mengkombinasikan gas hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) (Dewi *et al*, 2008). *Fuel cell* terdiri dari elektode dan elektrolit. Bahan elektrolit diapit oleh elektrode yang terdiri dari anode (kutub positif) dan katode (kutub negatif).

Pada saat ini terdapat enam jenis *fuel cell*, empat diantaranya yang sedang banyak dikembangkan, yaitu PEMC (*Proton Exchange Membrane Fuell Cell*), PAFC (*Phosphoric Acid Fuel Cell*), MCFC (*Molten Karbonate Fuel Cell*), dan SOFC (*Solid Oxide Fuel Cell*). Perbedaan dari setiap bahan bakar yaitu terletak pada elektrolit dan suhu operasional fuel cell.

SOFC saat ini diteliti secara intensif karena keunggulannya dalam efisiensi sebesar 60% (Abdullah *et al*, 2008). Pada saat ini SOFC beroperasi pada rentang suhu 700-1000 °C yang relatif cukup tinggi (Abdullah *et al*, 2008). Suhu operasi yang tinggi menyebabkan aplikasi SOFC kurang ekonomis karena berakibat pada bahan yang lebih cepat rusak akibat pemanasan suhu tinggi. Penelitian-penelitian terus dilakukan untuk mendapatkan kisaran suhu operasi SOFC yang lebih rendah. Maka dari itu sekarang ini banyak upaya yang dilakukan untuk menurunkan kisaran suhu disekitar 500-700 °C. 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 suhu rendah (Abdullah *et al*, 2008).

Penelitian tentang pembuatan elektrolit padat untuk SOFC dari berbagai campuran material bahan juga telah banyak dilakukan. Sebelumnya banyak penelitian tentang bahan elektrolit dari YSZ, salah satunya yaitu untuk elektrolit padat dari 8YSZ ($Y_2O_3(8\% \text{ mole})\text{-stabilized-ZrO}_2$) dengan metode *tape casting* dengan konduktivitas ionik $8,8 \times 10^{-7} \text{ S/cm}$ untuk jenis zirkon lokal (Syarif *et al*. 2010). Namun sekarang ini sedang perlu dilakukan kembali penelitian tentang elektrolit dari bahan CSZ untuk mengganti YSZ yang dopan Y_2O_3 nya relatif lebih mahal dan keberadaannya di Indonesia hanya sedikit. Dopan CaO untuk pembuatan CSZ sangat berlimpah di Indonesia. CSZ (*Calcium Stabilized Zirconia*) merupakan zirkonia yang stabil dengan penambahan CaO yang berstruktur kristal kubik.

Penelitian penambahan CaO terhadap *zirkonia* untuk pembuatan elektrolit telah dilakukan dengan komposisi yang beragam. Seperti penelitian yang dilakukan dengan komposisi $ZrO_2:CaO;86\%:14\%$ memiliki konduktivitas yang paling baik yaitu $1,108 \cdot 10^{-5} \text{ S/cm}$ dibandingkan dengan komposisi $ZrO_2:CaO;90\%:10\%$ dan $ZrO_2:CaO;82\%:18\%$ berturut-turut sebesar $2,055 \cdot 10^{-6} \text{ S/cm}$ dan $7,516 \cdot 10^{-6} \text{ S/cm}$ pada suhu 450°C (Awaliyah, 2011).

Usaha 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 memiliki konduktivitas ionik pada suhu 300⁰C-700 °C sebesar 0,1 mS/cm (Zhu *et al*, 2003).

Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan elektrolit dari bahan keramik CSZ dan Na₂CO₃ sebagai usaha untuk memperoleh elektrolit dengan konduktivitas ionik yang relatif besar sekaligus murah. CSZ dibuat dari bahan utama zirkonia dan CaO yang mudah didapat dan murah. Begitu pula dengan natrium karbonat yang relatif mudah diperoleh dan murah. Pada penelitian lain telah dilakukan pembuatan elektrolit komposit Na₂CO₃-SDC (*Samaria Doped Ceria*) yang beroperasi pada suhu relatif rendah sekitar 700 °C (Lapa *et al*, 2010). Usaha untuk menurunkan suhu operasi dilakukan dengan menambahkan Na₂CO₃ kedalam CSZ. Karena Na₂CO₃ memiliki konduktivitas ionik yang cukup tinggi pada suhu rendah. Konduktivitas ionik ini berkaitan dengan Na₂CO₃ yang memiliki ikatan ion sehingga ion-ion yang dimiliki Na₂CO₃ dapat mudah lepas dan bergerak atau memiliki mobilitas ion yang cukup tinggi. Diharapkan dari penelitian ini dapat diperoleh komposisi yang optimal dan diperoleh keramik elektrolit yang memenuhi syarat ditunjukkan oleh konduktivitas ionik yang tinggi pada suhu relatif rendah.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana pengaruh penambahan Na₂CO₃ terhadap struktur kristal keramik komposit CSZ- Na₂CO₃?
- 1.2.2 Bagaimana pengaruh penambahan Na₂CO₃ terhadap struktur mikro keramik komposit CSZ- Na₂CO₃?

- 1.2.3 Bagaimana pengaruh penambahan Na_2CO_3 terhadap karakteristik listrik keramik komposit CSZ- Na_2CO_3 ?

1.3 Batasan Masalah

- 1.3.1 Suhu sinter yang digunakan untuk pembuatan keramik CSZ yaitu $1500\text{ }^\circ\text{C}/4$ Jam.
- 1.3.2 Suhu sinter yang digunakan untuk pembuatan keramik CSZ yang ditambahkan Na_2CO_3 yaitu $600\text{ }^\circ\text{C}/1$ Jam.
- 1.3.3 Penambahan natrium karbonat terhadap sintesis dan karakteristik listrik keramik CSZ dengan tiga variasi komposisi CSZ: Na_2CO_3 yaitu 90%: 10%, 80%: 20%, dan 70%: 30%.
- 1.3.4 Sintesis dilakukan dengan analisis XRD untuk memperoleh besar parameter kisi dan struktur kristal yang terbentuk serta analisis SEM untuk memperoleh informasi struktur mikro yang terbentuk.
- 1.3.5 Karakterisasi listrik dilakukan dengan pengukuran impedansi dengan batas frekuensi yang diberikan antara 20 Hertz-5 M Hertz untuk memperoleh konduktivitas ionik dari masing-masing variasi komposisi penambahan Na_2CO_3 .

1.4 Tujuan Penelitian

- 1.4.1 Mengetahui pengaruh penambahan Na_2CO_3 terhadap struktur kristal keramik komposit CSZ- Na_2CO_3 .

1.4.2 Mengetahui pengaruh penambahan Na_2CO_3 terhadap struktur mikro keramik komposit CSZ- Na_2CO_3 .

1.4.3 Mengetahui pengaruh penambahan Na_2CO_3 terhadap karakteristik listrik keramik komposit CSZ- Na_2CO_3 .

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian tentang sintesis dan karakterisasi keramik komposit CSZ- Na_2CO_3 ini diharapkan informasi tentang komposisi natrium karbonat yang dapat ditambahkan agar memperoleh karakteristik keramik CSZ yang lebih baik dan dapat dimanfaatkan menjadi elektrolit padat sebagai bahan dari *fuel cell* yaitu jenis SOFC.