

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyediaan energi di masa depan merupakan permasalahan yang senantiasa menjadi perhatian semua bangsa, karena bagaimanapun juga kesejahteraan manusia dalam kehidupan modern sangat terkait dengan jumlah dan mutu energi yang dimanfaatkan. Seiring dengan meningkatnya pembangunan di sektor industri dan pertumbuhan penduduk, kebutuhan akan energi terus meningkat.

Menurut Dirjen Energi Baru dan Terbarukan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia Luluk Sumiarso, saat ini Indonesia masih sepenuhnya bergantung pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batubara dan gas yang digunakan oleh 95 persen penduduk maupun pelaku industri, dengan konsumsi energi meningkat tujuh persen setiap tahunnya (Okezone, 2011). Bahan bakar fosil merupakan salah satu sumber energi yang tidak dapat diperbaharui, dan jika terus menerus digunakan maka persediaan bahan bakar akan habis. Selain itu, bahan bakar fosil jelas merupakan sumber energi yang tidak ramah lingkungan.

Cadangan sumber energi yang berasal dari bahan bakar fosil diperkirakan hanya akan bertahan sampai 40 tahun untuk minyak bumi, 60 tahun untuk gas alam, dan 200 tahun untuk batu bara (Sutrisna, 2011).

Berdasarkan hasil studi untuk tahun 2025 di Indonesia setelah dihitung batu bara, gas, dan sumber lain, kebutuhan energi listrik akan meningkat tahun 2000 sebanyak 29 gigawatt, tahun 2025 akan meningkat 100 gigawatt (Arnold, 2004). Dengan kebutuhan energi yang terus meningkat, maka diperlukan sumber pemasok energi lain untuk membantu mengatasi permasalahan energi di Indonesia. Sebagai solusinya, telah dikembangkan penelitian mengenai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil, yaitu *fuel cell*. Teknologi ini dipandang lebih efisien dan ramah lingkungan tidak seperti pembangkit energi dari bahan bakar fosil, sehingga sangat baik untuk pemanfaatan energi masa kini dan masa depan.

Fuel cell atau sel bahan bakar adalah alat yang dapat mengubah energi kimia (seperti hidrogen, metana, butana, atau bahkan bensin dan diesel) menjadi energi listrik dengan memanfaatkan kecenderungan alami oksigen dan hidrogen bereaksi (De Guire, 2003). *Fuel cell* terdiri dari berbagai jenis, salah satunya adalah *Solid Oxide Fuel Cell* (SOFC). SOFC beroperasi pada suhu yang tinggi yaitu 800-1000⁰C (Rahajo *et al.* 2008). Komponen sel bahan bakar dari jenis SOFC ini terdiri dari elektrolit, elektroda dan *inter connection* atau bahan penyambung (Indayaningsih *et al.* 2007).

SOFC memiliki potensi sebagai sistem pembangkit listrik, karena memiliki efisiensi konversi energi yang cukup tinggi yang dapat mencapai 65% (Rahajo *et al.* 2007). Selain itu juga, SOFC memiliki kemampuan untuk menggunakan banyak alternatif bahan bakar dan sistem disain yang sederhana. Namun, SOFC yang beroperasi pada suhu tinggi merupakan

kekurangan yang serius, yang menghambat skala komersial SOFC. Pada suhu tinggi bahan SOFC mudah rusak sehingga umur SOFC menjadi lebih pendek. Selain itu juga, bahan *inter connection* yang digunakan pada suhu tinggi relatif lebih mahal jika dibandingkan dengan bahan yang digunakan pada suhu rendah atau menengah yang relatif lebih murah. Untuk alasan yang berhubungan dengan stabilitas dalam jangka panjang dan biaya, maka perhatian peneliti saat ini difokuskan pada penurunan (menurunkan) suhu operasi SOFC menjadi suhu rendah sampai menengah dari 500 °C hingga 700 °C (Rahajo *et al.* 2008).

Tidak adanya material elektrolit pada suhu yang rendah, memaksimalkan konduktivitas ionik elektrolit menjadi hal yang sangat penting, salah satu usahanya adalah dengan menambahkan doping pada material elektrolit. Elektrolit untuk SOFC dibuat dari bahan oksida padat (*solid oxide*) yang memiliki konduktivitas ionik yang tinggi. Pada penelitian ini, bahan yang digunakan sebagai elektrolit padat adalah *Calcium Stabilized Zirconia* (CSZ). CSZ merujuk pada material dengan struktur kristal kubik stabil-sempurna (Vlack, 2004). Oleh karena itu, berdasarkan kondisi operasi keramik zirconia terutama yang berstruktur kubik merupakan bahan yang sesuai untuk bahan elektrolit SOFC karena memiliki kestabilan dan kekuatan yang andal pada suhu tinggi (Indayaningsih *et al.* 2003).

Untuk meningkatkan konduktivitas ioniknya, dilakukan penambahan NiO pada keramik CSZ. Penambahan NiO pada keramik CSZ dilakukan karena NiO dapat larut padat dalam CSZ dan menghasilkan cacat kekosongan

oksigen (Gustaman, *private communication*). Kekosongan oksigen dapat mempercepat difusi atom selama sintering, sehingga butir tumbuh lebih besar dan batas butir semakin berkurang. Dengan berkurangnya batas butir, maka yang membatasi pergerakan ion semakin sedikit sehingga menghasilkan konduktivitas ionik yang besar. Keramik CSZ yang didoping NiO dibuat dengan perbandingan komposisi 100% : 0% wt; 99,5% : 0,5% wt; dan 99% : 1% wt yang dibuat dalam bentuk pelet dengan metode *pressing*.

Persyaratan bahan yang dapat digunakan sebagai bahan elektrolit padat SOFC diantaranya harus memiliki konduktivitas listrik antara $10^{-3} - 10^{-1}$ S/cm pada suhu antara 550-1000 °C (Muljadi *et al.* 2000).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka permasalahan yang muncul dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan NiO terhadap struktur kristal CSZ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan NiO terhadap struktur mikro CSZ?
3. Bagaimana pengaruh penambahan NiO terhadap konduktivitas ionik CSZ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pembuatan serbuk CSZ dilakukan dengan menggunakan metode *sol gel*, kemudian ditambahkan dengan NiO yang diaduk secara manual dalam mortar.

2. Jumlah NiO yang ditambahkan adalah 0% wt, 0,5% wt dan 1% wt.
3. Proses sintering keramik CSZ-NiO dilakukan pada suhu 1450 °C selama 4 jam.
4. Pengujian pengaruh penambahan NiO terhadap keramik CSZ dilakukan dengan menggunakan XRD, SEM dan LCR meter presisi.
5. Uji sifat listrik (konduktivitas ioniknya) diukur dengan menggunakan LCR meter presisi pada rentang frekuensi 20Hz-5MH pada suhu 300-700°C.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh penambahan NiO terhadap struktur kristal CSZ
2. Mengetahui pengaruh penambahan NiO terhadap struktur mikro CSZ
3. Mengetahui pengaruh penambahan NiO terhadap konduktivitas ionik CSZ

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan, pengalaman, keterampilan dan informasi bagi peneliti tentang penelitian yang terkait dengan pengaruh NiO terhadap Konduktivitas ionik keramik CSZ yang digunakan sebagai bahan elektrolit padat SOFC.

2. Bagi Masyarakat

Jika penelitian ini berhasil, maka diharapkan bahan elektrolit padat CSZ-NiO dapat diaplikasikan dalam SOFC dan digunakan sebagai sumber penghasil energi listrik, sehingga membantu untuk mensuplay pasokan energi yang dibutuhkan oleh masyarakat.

3. Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Dengan penelitian ini diharapkan dapat menambah khasanah perkembangan IPTEK khususnya untuk menghasilkan sumber energi listrik baru, juga dapat dijadikan sebagai referensi dan rujukan untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dan studi pustaka sebagai referensi untuk rujukan terhadap penelitian yang akan dilakukan.