

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan dunia akan sumber energi alternatif dan terbarukan, maka dibutuhkan sumber energi baru yang juga ramah lingkungan, fleksibel dan mudah diaplikasikan. Sebuah teknologi bahan bakar atau *fuel cell* menarik perhatian dalam beberapa tahun terakhir ini, sebagai energi baru yang efisien. *Fuel cell* diperkenalkan oleh William Grove pada tahun 1839 untuk pertama kalinya (Mikrajuddin Abdullah dkk, 2008).

Fuel cell merupakan alat yang dapat mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik (M. Nadrul Jaman dkk, 2008). *Fuel cell* diantaranya menggunakan hidrogen sebagai bahan bakar dan oksigen sebagai oksidator. *Fuel cell* menghasilkan air, listrik dan panas. Karena reaksi yang terjadi di *fuel cell* tanpa adanya proses pembakaran maka tidak ada polusi yang dihasilkan. Hidrogen yang digunakan sebagai bahan bakar *fuel cell* keberadaannya melimpah di bumi. Oleh karena itu *fuel cell* merupakan energi alternatif yang sangat murah juga sangat efisien (dapat mencapai 70-80%) (Piping Supriatna, 2008). *Fuel cell* terdiri dari tiga bagian, yaitu anode, katode dan elektrolit. Setiap bagian mempunyai karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan fungsi dan jenis *fuel cell* itu sendiri.

Fuel cell terbagi dalam beberapa jenis yang dibedakan oleh jenis elektrolit yang digunakan dan suhu operasinya. SOFC (*solid oxid fuel cell*) merupakan salah satu jenis *fuel cell* yang menggunakan elektrolit berbentuk padat berupa logam

oksida. SOFC mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dari jenis *fuel cell* yang lainnya. SOFC juga lebih fleksibel karena dapat digunakan untuk berbagai aplikasi. Karena efisiensi dan fleksibilitasnya SOFC dapat diaplikasikan sebagai *centra power station* atau *power station* kecil yang sangat cocok untuk wilayah Indonesia (NQ Minh, 1995). Setiap komponen pada SOFC mempunyai fungsinya masing-masing dalam sistem.

Elektrolit yang digunakan untuk aplikasi SOFC harus mempunyai (Xiaodi Wang, 2010):

1. Stabilitas termal dan kimia yang tinggi.
2. Konduktivitas ionik yang tinggi.
3. Konduktivitas listrik yang rendah.
4. Struktur padat.
5. Ramah lingkungan.

Zirkonia memiliki titik leleh tinggi (2715°C), tahan terhadap oksidasi, dan konduktivitas termal yang rendah. Zirkonia murni memiliki tiga struktur Kristal, kubik ($> 2370^{\circ}\text{C}$), tetragonal (1170 ke 2370°C) dan pada temperatur rendah ($T < 1170^{\circ}\text{C}$) zirkonia berubah menjadi monoklinik (Yet Ming Chiang, 1997). Perubahan bentuk dari tetragonal ke monoklinik adalah cepat dan disertai perubahan volume 3-5 % yang dapat menyebabkan retak halus (*micro crack*) di dalam material itu (Yet Ming Chiang, 1997). Oleh karena itu, zirkonia murni dalam dunia industri sangat terbatas aplikasinya. Keramik ZrO_2 dengan struktur tetragonal dan monoklinik memiliki sifat mekanik (kekerasan, ketangguhan dan kuat tekan atau patah) yang jauh lebih baik dibandingkan dengan keramik kubik-

ZrO₂. Hanya saja keramik ZrO₂ dengan struktur kubik memiliki keunggulan sifat daya hantar listrik (*ionic conductivity*) jauh lebih baik dibandingkan dengan kedua struktur ZrO₂ yang lainnya (Abelard P dan Baumard J. F; 1995), karena yang menjadi material elektrolit selain mempunyai keunggulan dalam sifat termal juga harus memiliki konduktivitas ionik yang tinggi, lebih dari 10⁻² S/cm pada temperatur 800-900°C (Michael Z.Hu dkk, 2002). Oleh karena itu zirkonia dengan struktur kristal kubik memenuhi kriteria sebagai material elektrolit. Fase kubik zirkonia diperoleh dengan pemanasan pada suhu tinggi mendekati titik lelehnya. Agar diperoleh zirkonia fase kubik dengan suhu rendah dilakukan penambahan aditif.

Pada penelitian ini aditif yang digunakan adalah CaO. CaO dipilih karena mempunyai sifa-sifat sebagai aditif, diantaranya mempunyai titik leleh yang tinggi dan stabil secara termal. Pada penelitian sebelumnya (Mircea Ghitulescu dkk, 2005) untuk mendapatkan fase kubik zirkonia dilakukan dengan menambahkan CaO sebesar 15 mol% . Dari penambahan CaO tersebut diperoleh nilai konduktivitas sebesar 2,5x10⁻² S/cm pada suhu 1000⁰C. Pada penelitian ini fase kubik zirkonia juga dibuat dengan penambahan aditif oksida CaO dengan berbagai komposisi ZrO₂:CaO, yaitu ZrO₂:CaO;90%:10%, ZrO₂:CaO;86%:14%, dan ZrO₂:CaO;82%:18%. Zirkonia yang distabilkan dengan penambahan CaO sering disebut dengan CSZ (*calcia stabilized zirkonia*).

Pada penelitian ini dibuat keramik pelet CSZ untuk aplikasi elektrolit SOFC dengan menggunakan zirkonia yang diolah dari pasir zirkon lokal. Zirkonia diperoleh dari pemurnian pasir zirkon (ZrSiO₄). Keberadaan pasir zirkon sangat

banyak di Indonesia seperti di Pulau Sumatra dan Kalimantan. Tersedianya pasokan pasir zirkon di Indonesia belum diolah secara maksimal sehingga zirkonia masih banyak diimpor dari luar. Untuk memperoleh keramik pelet CSZ dilakukan dengan mengkompaksi. Keramik pelet CSZ dibuat dengan berbagai komposisi $ZrO_2:CaO$.

Beberapa karakterisasi dilakukan untuk mengetahui karakteristik listrik keramik pelet CSZ yang dihasilkan apakah sesuai dengan karakteristik elektrolit untuk SOFC. Oleh karena itu, penelitian ini adalah studi awal pembuatan SOFC dengan elektrolit yang menggunakan keramik pelet CSZ.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penulisan ini adalah bagaimanakah pengaruh komposisi $ZrO_2:CaO$ terhadap sifat listrik keramik CSZ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Pembuatan keramik pelet CSZ dengan beberapa komposisi perbandingan persen mol antara $ZrO_2:CaO$, yaitu $ZrO_2:CaO;90\%:10\%$, $ZrO_2:CaO;86\%:14\%$, dan $ZrO_2:CaO;82\%:18\%$.
2. Sifat listrik keramik CSZ berdasarkan konduktivitas ioniknya diperoleh dengan pengukuran impedansi dari pelet keramik CSZ dengan beberapa komposisi $ZrO_2:CaO$ dengan rentang frekuensi dari 20 Hertz - 5M Hertz.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah untuk mendapatkan gambaran pengaruh variasi komposisi $ZrO_2:CaO$ terhadap sifat kelistrikan pelet keramik CSZ.

1.5 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data untuk penulis juga pembaca tentang karakteristik listrik keramik pelet CSZ yang dibuat dengan beberapa komposisi $ZrO_2:CaO$. Jika keramik pelet CSZ yang dibuat memiliki karakteristik listrik yang sesuai dengan karakteristik elektrolit sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut untuk keperluan pengembangan SOFC.

