BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di zaman sekarang, manusia sangat bergantung pada kebutuhan listrik karena listrik merupakan sumber energi utama dalam berbagai bidang kegiatan baik dalam kegiatan rumah tangga maupun industri. Sumber energi untuk menghasilkan listrik ini biasanya berasal dari bahan bakar fosil (seperti minyak bumi dan batu bara). Apabila melihat penggunaan listrik yang semakin lama semakin meningkat dan jauh lebih cepat daripada proses terjadinya bahan bakar fosil tersebut, maka diperkirakan bahan bakar fosil di muka bumi dalam waktu yang tidak lama lagi akan habis. Selain cadangan bahan bakar fosil terbatas, bahan bakar fosil ini juga bersifat polutif (biasanya dari hasil pembakaran yang menyebabkan zat beracun seperti CO dan CO_2) dan juga tidak ramah lingkungan. Dengan melihat bahan bakar fosil yang hampir habis dan juga tidak bersih, maka diperlukan alternatif lain penyediaan energi listrik.

Salah satu alternatif yang dapat dipilih dalam penyediaan energi listrik yaitu dengan memanfaatkan sel bahan bakar (*Fuel Cell*) (Syarif *et al*, 2010). Pemanfaatan fuel cell untuk menghasilkan energi adalah kegiatan yang saat ini banyak dilakukan (Chemiawan, 2007). Pembangkit energi dengan menggunakan fuel cell ini bersih, ramah lingkungan karena tidak menimbulkan kebisingan ataupun polutan, efisiensi konversi energi tinggi hingga mencapai 80%, mampu menyuplai energi listrik dalam waktu yang cukup lama, dan secara teoritis bisa

berulang terus menerus selagi persediaan bahan bakar masih ada (Chemiawan, 2007).

Sel bahan bakar (*Fuel Cell*) merupakan piranti yang dapat mengkonversi secara langsung energi kimia menjadi energi listrik (reaksi elektrokimia) (Muljadi, 2000). Sebuah sel bahan bakar memerlukan bahan bakar dan oksidan. Bahan bakar yang digunakan misalnya gas alam, CO, H_2, dan CH_4, sedangkan untuk oksidannya oksigen atau udara. Sel bahan bakar diketahui ada tujuh jenis, yaitu *Alkaline Fuel Cell*(AFC), *Proton Exchange Membrane Fuel Cell*, juga disebut *Proton Electrolyt Membrane Fuel Cell*(PEMFC), *Phosphoric Acid Fuel Cell* (PAFC), *Molten Carbonate Fuel Cell* (MCFC), *Solid Oxide Fuel Cell* (SOFC), *Direct Methanol Fuel Cells* (DMFC), *Regenerative Fuel Cells*. Salah satu jenis sel bahan bakar yang sering digunakan yaitu SOFC (*Solid Oxide Fuel Cell*). SOFC sangat sesuai untuk dikembangkan dalam kehidupan masa depan (Muljadi *et al*, 2000).

Sel bahan bakar (*Fuel Cell*) terdiri dari dua buah elektroda yaitu anoda dan katoda yang dipisahkan oleh sebuah membran yang berfungsi sebagai elektrolit (Chemiawan, 2007). Dalam sebuah sel bahan bakar, anoda termasuk bagian yang penting. Anoda yang digunakan pada suatu sel bahan bakar harus memiliki beberapa kriteria (Goodenough and Huang, 2007), yaitu

1. Memiliki konduktivitas listrik yang tinggi.
2. Aktivitas katalik dan elektrokimia yang tinggi untuk mengoksidasi bahan bakar.

3. Stabil dalam lingkungan reduksi.
4. Mempunyai porositas yang banyak.

Anode dibuat dari campuran keramik dan logam. Anode yang banyak digunakan saat ini adalah YSZ-Ni (*Yttria Stabilized Zirconia-Nickel*), dimana aditif pada bahan YSZ ini berasal dari Y_2O_3. Adapun aditif lain yang dapat digunakan adalah CaO. Salah satu penelitian yang telah dilakukan yaitu pengaruh variasi konsentrasi NiO terhadap karakteristik keramik YSZ-Ni untuk aplikasi anode sel bahan bakar padat oksida (SOFC). Penelitian ini dilakukan oleh G. Matula *et al*. Adapun hasil dari penelitian adalah sebagai berikut: Pada pola XRD, keramik komposit YSZ-Ni sebelum mengalami proses reduksi menujukkan struktur kubik pada YSZ dan struktur kubik pada NiO; Setelah dilakukan proses reduksi pada suhu 800^oC selama 5 jam, pada pola XRD menunjukkan adanya kehilangan oksigen pada NiO menjadi logam Ni; Untuk konsentrasi NiO yang berbeda-beda yang mengalami proses reduksi pada suhu 800^oC, pada pola XRD menunjukkan semakin meningkatnya konsentrasi NiO pada keramik YSZ-NiO maka semakin meningkat pula intensitas Ni nya; Pada sampel yang mengalami proses sintering pada suhu 1400^oC dan suhu reduksi 800^oC, hasil SEM menunjukkan semakin meningkatnya jumlah konsentarsi NiO maka semakin meningkat pula porositasnya. Meningkatnya porositas maka akan mengurangi sifat mekanik pada keramiknya; Untuk konsentrasi NiO yang lebih dari 40% sampai 90% menunjukkan adanya peningkatan konduktivitas listrik, ini membuktikan bahwa sampel YSZ-Ni sesuai dijadikan anode untuk sel bahan bakar padat oksida (SOFC); Untuk menjaga agar sifat listrik tetap stabil maka

jumlah konsentrasi NiO pada sampel YSZ-NiO tidak boleh lebih dari 60% (Matula *et al*, 2008). Agar keramik yang dihasilkan bisa diaplikasikan sebagai anode pada sel bahan bakar padat oksida (SOFC).

Pada penelitian ini dilakukan sintesis anode dengan pembuatan sampel keramik CSZ-Ni (Calsia Stabilized Zirconia-Nickel) yang menggunakan bahan aditif CaO. Dimana bahan aditif CaO ini cukup banyak tersedia dan harganya sangat murah. Penambahan CaO ini untuk menstabilkan zirkonia dan diharapkan dapat mempertahankan fase kubik pada suhu rendah.

Keramik CSZ-Ni terbuat dari serbuk CSZ dan NiO dengan perbandingan konsentrasi 50%:50%, perbandingan dengan menggunakan konsentrasi ini bertujuan agar memungkinkan terjadinya sifat listrik yang tetap stabil. CSZ menjadi pilihan karena memiliki kekosongan oksigen dalam jumlah besar sehingga sesuai untuk sel bahan bakar padat oksida (SOFC). Bahan ini merupakan insulator listrik dan konduktor ionik, sehingga ion oksigen bergerak sangat cepat melaui CSZ (Carter and Norton, 2007).

Dalam pembuatannya dilakukan proses reduksi untuk menghilangkan oksigen yang ada pada keramik CSZ-NiO menjadi CSZ-Ni. Suhu pada proses reduksi ini disebut suhu reduksi. Suhu reduksi harus diatur karena sangat berpengaruh penting terhadap karakteristik anode seperti densitas dan sifat konduktivitas listriknya. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan variasi suhu reduksi untuk mendapatkan suhu yang optimal/stabil dan mengharapkan konduktivitas listrik yang tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang muncul adalah "Bagaimana pengaruh suhu reduksi terhadap karakteristik keramik CSZ-Ni".

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan keramik CSZ-NiO terlebih dahulu dengan menggunakan bahan serbuk ZrO_2, CaO, dan penambahan NiO yang disintering pada suhu 1450^0C selama 4 jam. Keramik yang dihasilkan berupa keramik CSZ-NiO. Untuk menghilangkan oksigen yang ada pada keramik CSZ-NiO maka dilakukan proses reduksi, sehingga diperoleh keramik CSZ-Ni. Pada penelitian ini suhu reduksi yang dipilih sebesar 600℃, dan 700℃. Dilakukan variasi suhu reduksi ini diharapkan mendapatkan suhu yang optimal/stabil agar menghasilkan keramik dengan karakteristik yang baik.

Karakteristik keramik dapat ditinjau dari densitas, porositas, konduktivitas listrik, dan struktur kristalnya. Densitas dapat ditentukan dengan menghitung dimensi dan massa keramiknya. Sedangkan porositas dapat ditentukan dengan menggunakan program OPTIMAS yang memasukkan input hasil gambar SEM. Selanjutnya dengan menggunakan analisis difraksi sinar-X untuk menentukan struktur kristal keramik, dan karakterisasi yang terakhir yaitu menentukan konduktivitas listrik dengan menghitung nilai resistansinya dari alat LCR meter.

1.4 Tujuan Penelitian

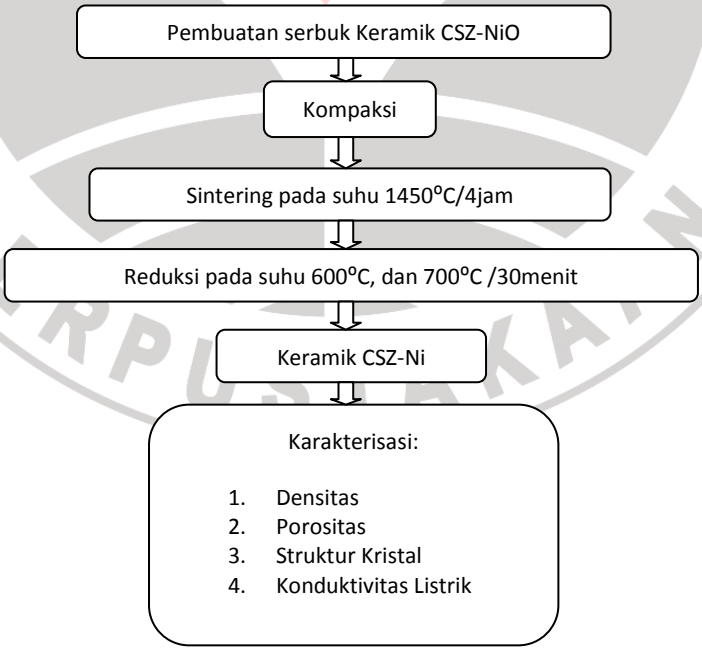
Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi suhu reduksi terhadap karakteristik keramik CSZ-Ni untuk aplikasi anode SOFC.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diperoleh kemampuan dalam pembuatan keramik CSZ-Ni dengan menggunakan teknik metalurgi serbuk. Hasil penelitian berupa data-data, dimana data-data ini akan dimanfaatkan oleh berbagai pihak yang berkepentingan sebagai rujukan, pembanding, dan lain sebagainya, serta dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut. Selain itu juga, apabila keramik ini memenuhi kriteria sebagai anode maka keramik ini dapat diaplikasikan sebagai anode pada SOFC.

1.6 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen secara langsung. Secara garis besar diagram alirnya sebagai berikut:



Gambar 1.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Keramik CSZ-Ni