

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Kebutuhan listrik dunia semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Hal ini tentu disebabkan pertumbuhan aktivitas manusia yang semakin padat dan kebutuhan manusia yang tidak pernah habis. Untuk memenuhi segala kebutuhan dan menjalankan aktivitas tersebut, manusia membutuhkan lebih banyak energi. Berbagai cara telah dilakukan untuk menghasilkan energi tambahan baik terbarukan maupun tidak terbarukan. Salah satu cara untuk menghasilkan energi ialah dengan memanfaatkan *Fuel Cell*.

*Fuel Cell* adalah suatu alat untuk menghasilkan energi listrik, air dan panas dengan cara mengoksidasi bahan bakar secara elektrokimia (Smith dkk, 2001). *Fuel cell* sendiri terdiri dari beberapa jenis dimana salah satu jenis *fuel cell* yang ada adalah *Solid Oxide Fuel Cell* (SOFC).

SOFC dibuat dari tiga komponen dasar yakni katode, anode, serta elektrolit yang memisahkan anode dan katode. Masing-masing dari komponen tersebut memiliki fungsi tersendiri. Pada penelitian ini akan ditinjau salah satu SOFC yakni elektrolit. Elektrolit yang digunakan pada SOFC adalah jenis elektrolit padat. Elektrolit padat merupakan komponen penting karena memiliki peran mengalirkan ion-ion oksigen dari katode menuju anode. SOFC konvensional beroperasi pada suhu sangat tinggi sehingga elektrolit yang dibutuhkan harus memiliki kekuatan mekanik dan stabil pada suhu tinggi tersebut. Berdasarkan syarat tersebut, maka material jenis keramik dapat dijadikan sebagai bahan untuk elektrolit padat (Indayaningsih dkk, 2003).

Selain kuat dan stabil pada suhu tinggi, elektrolit padat juga harus memiliki konduktivitas ionik yang besar agar dapat mengalirkan ion-ion dengan cepat. Bahan yang biasa digunakan sebagai elektrolit padat adalah keramik *Yttria Stabilized Zirconia* (YSZ) karena memiliki konduktivitas listrik tertinggi (Indayaningsih dkk, 2003). Namun, karena keterbatasan bahan YSZ ini sehingga usaha untuk mencari material lain selain YSZ pun dilakukan dan menemukan Vidi Moorene, 2014

**PEMBUATAN BILAYER ANODE (NiO-CSZ) - ELEKTROLIT CSZ DENGAN METODE ELECTROPHORETIC DEPOSITION**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

keramik CSZ dapat menjadi alternatif bahan elektrolit padat SOFC karena keberadaannya melimpah di Indonesia. Penelitian tentang elektrolit padat dari bahan CSZ telah dilakukan dan menunjukkan bahwa CSZ memiliki nilai konduktivitas yang cukup besar sehingga dapat digunakan sebagai elektrolit padat SOFC (Yustikawati,2012).

SOFC konvensional bekerja pada suhu 900-1000°C (Syarif dkk, 2013). Suhu operasi ini sangat tinggi menimbulkan sedikit kendala yakni stabilitas pemakaian komponen dalam hal ini elektrolit padat memiliki umur yang pendek dan juga faktor biaya (Raharjo dkk, 2007). Untuk mengatasi hal tersebut, muncul ide untuk menurunkan suhu operasi di bawah suhu 800°C (Will dkk, 2000). Masalah yang berhubungan dengan penurunan suhu operasi adalah meningkatnya resistivitas elektrolit. Sebagaimana diketahui bahwa konduktivitas erat kaitannya terhadap perubahan suhu (Callister, 2007). Konduktivitas ionik menunjukkan mobilitas atau pergerakan dan tingkat difusi ion-ion dalam bahan (Kilner,2009). Pada suhu yang tinggi, ion-ion memiliki tingkat difusi yang tinggi sehingga konduktivitasnya bernilai besar. Namun pada suhu yang lebih rendah, tingkat difusi ion-ion lebih rendah sehingga konduktivitasnya bernilai rendah atau dengan kata lain resistivitasnya tinggi (Kilner, 2009). Meningkatnya resistivitas elektrolit padat ini mempengaruhi kinerja SOFC nantinya. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka resistansi elektrolit padat harus diperkecil dengan cara membuat lapisan elektrolit padat menjadi lebih tipis dari ratusan mikron menjadi puluhan mikron atau mencari material elektrolit padat yang memiliki konduktivitas ionik yang tinggi pada suhu yang rendah (Will dkk, 2000). Berdasarkan hal tersebut, pembuatan elektrolit padat menjadi lebih tipis memberikan keuntungan berupa penghematan dalam pemakaian bahan serta resistansi elektrolit padat menjadi lebih kecil sehingga pembuatan lapisan tipis elektrolit padat menjadi perhatian dan perkembangan saat ini.

Lapisan tipis elektrolit SOFC dapat dibuat dengan metode pembuatan lapisan film yang ada. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya telah berhasil membuat lapisan tipis dengan metoda *screen printing*, *sol gel*, *spray pyrolysis*, dan *plasma spraying* (Raharjo dkk, 2007). Selain metode deposisi yang

Vidi Moorene, 2014

**PEMBUATAN BILAYER ANODE (NiO-CSZ) - ELEKTROLIT CSZ DENGAN METODE ELECTROPHORETIC DEPOSITION**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

telah disebutkan sebelumnya, ada pula metode deposisi yang lainnya dan digunakan pada penelitian ini, yakni *Electrophoretic deposition* (EPD).

*Electrophoretic deposition* (EPD) merupakan teknik deposisi yang memanfaatkan gerakan partikel bermuatan dalam suatu suspensi akibat pengaruh medan listrik (Zaini, 2010). Metode EPD memiliki kelebihan seperti dapat mengontrol lapisan film, laju deposisi, keseragaman lapisan, serta perlengkapannya yang sederhana dan murah (Andiko, 2003).

Parameter yang digunakan dan dapat dioptimalkan dalam proses penumbuhan lapisan adalah konsentrasi larutan, tegangan deposisi, arus listrik, dan waktu deposisi (Besra dkk, 2006). Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya berhasil menumbuhkan YSZ dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  di atas substrat konduktif baja austenitik AISI 316L dengan variasi waktu deposisi (Zaini, 2010). Hasil yang diperoleh mendapatkan ketebalan lapisan yang berbeda yakni 5  $\mu\text{m}$  untuk waktu deposisi 2x15 detik dan 10  $\mu\text{m}$  untuk waktu deposisi 2x30 detik (Zaini, 2010). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan waktu deposisi menghasilkan lapisan yang lebih tebal. Waktu deposisi yang optimal berada pada rentang 10-30 menit (Dickerson dan Boccacini, 2012). Penelitian lain yang telah dilakukan berhasil menumbuhkan lapisan YSZ di atas anode NiO-YSZ dengan variasi tegangan 25-100V dan waktu deposisi 1-3 menit (Besra dkk, 2007). Hasil yang diperoleh adalah terbentuk lapisan YSZ yang padat serta rapat dengan ketebalan 40  $\mu\text{m}$  untuk tegangan 100 V dan waktu deposisi 3 menit. Hasil lain menunjukkan nilai OCV dan densitas daya puncak masing-masing 0,86V dan 263,8  $\text{mWcm}^{-2}$  pada suhu 850°C. Penelitian tersebut tidak memperlihatkan bagaimana perilaku konduktivitas ionik lapisan elektrolit dengan variasi tegangan dan waktu deposisi sebagaimana diketahui bahwa kinerja SOFC salah satunya dipengaruhi oleh konduktivitas ionik lapisan elektrolitnya, sehingga penelitian tentang pengaruh variasi waktu atau tegangan deposisi terhadap perilaku konduktivitas ionik lapisan elektrolit menarik untuk dilakukan.

Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan deposisi lapisan film dengan metode EPD. Pada penelitian ini dilakukan deposisi lapisan CSZ di atas substrat NiO-CSZ yang juga berperan sebagai anode SOFC sehingga

Vidi Moorene, 2014

PEMBUATAN BILAYER ANODE (NiO-CSZ) - ELEKTROLIT CSZ DENGAN METODE ELECTROPHORETIC DEPOSITION

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

membentuk *bilayer* NiO-CSZ/CSZ dengan pemberian arus dan tegangan deposisi yang konstan tetapi dengan variasi waktu deposisi. Pada penelitian ini diharapkan diperoleh lapisan tipis CSZ dan memiliki konduktivitas ionik yang baik sehingga sesuai jika diterapkan untuk elektrolit padat SOFC.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang mendasari dilakukannya penelitian ini dapat uraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh waktu deposisi terhadap ketebalan lapisan CSZ ?
2. Bagaimana pengaruh waktu deposisi terhadap konduktivitas ionik lapisan CSZ ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan dari penelitian yang akan dilakukan ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh waktu deposisi terhadap ketebalan lapisan CSZ yang terbentuk.
2. Mengetahui pengaruh waktu deposisi terhadap konduktivitas ionik lapisan CSZ

## 1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini membahas tentang bagaimana pengaruh waktu deposisi terhadap ketebalan dan konduktivitas ionik lapisan. Pengaruh ketebalan dan konduktivitas ionik lapisan CSZ di lihat dari variasi waktu deposisi yakni masing-masing 10 menit, 20 menit, dan 30 menit dengan suhu sinter 1250°C selama 2 jam.

Ketebalan lapisan CSZ di lihat dari analisis ketebalan lapisan CSZ menggunakan mikroskop optik. Analisis ketebalan lapisan CSZ dilakukan untuk mengetahui keterkaitannya terhadap perubahan resistansi dan konduktivitas ionik.

Konduktivitas ionik lapisan CSZ diperoleh dari hasil pengujian besaran-besaran fisis yakni resistansi, sudut  $\theta$ , luas permukaan dan ketebalan lapisan CSZ. Pengujian konduktivitas ionik lapisan CSZ dilakukan pada rentang suhu 300-600°C dengan terlebih dahulu dilakukan reduksi pada masing-masing sampel pada

Vidi Moorene, 2014

PEMBUATAN BILAYER ANODE (NiO-CSZ) - ELEKTROLIT CSZ DENGAN METODE ELECTROPHORETIC DEPOSITION

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

suhu 700°C selama 1 jam. Untuk penelitian ini, nilai konduktivitas ionik di ambil pada suhu 300°C.

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis difraksi sinar-X (XRD). Analisis difraksi sinar-X diperlukan untuk mengetahui struktur kristal lapisan elektrolit CSZ. Analisis lapisan CSZ dilakukan pada salah satu sampel saja yakni pada lapisan CSZ dengan waktu deposisi 30 menit. Satu sampel ini diharapkan mewakili struktur kristal 2 sampel yang lainnya karena pada sampel tidak dilakukan doping atom lain terhadap CSZ dan tidak dilakukan penyinteran dengan suhu yang berbeda sehingga dapat dikatakan tidak ada perubahan struktur kristal CSZ pada ketiga sampel.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan dilakukan penelitian tentang pembuatan *bilayer* anode NiO-CSZ elektrolit CSZ ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh waktu deposisi terhadap ketebalan dan konduktivitas ionik dari lapisan CSZ yang terbentuk. Selain itu, dari hasil penelitian ini akan diperoleh data-data yang nantinya dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak yang berkepentingan untuk menjadi rujukan maupun pembanding dalam melakukan penelitian selanjutnya.

### **1.6 Struktur Organisasi**

Struktur organisasi penulisan skripsi ini disajikan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan struktur organisasi. Bab II Tinjauan Pustaka terdiri dari pemaparan mengenai *fuel cell*, *solid oxide fuel cell* (SOFC), elektrolit padat, *calcia stabilized zirconia* (CSZ), oksida nikel (NiO), *electrophoretic deposition* (EPD), konduktivitas, dan energi aktivasi elektrolit padat. Bab III Metode Penelitian terdiri dari metode penelitian, lokasi penelitian, waktu penelitian, desain penelitian, alat dan bahan, alur pembuatan anode NiO-CSZ, alur deposisi CSZ di atas substrat NiO-CSZ dengan metode EPD, dan karakterisasi lapisan CSZ. Bab IV Hasil dan Pembahasan terdiri dari pembahasan struktur kristal lapisan CSZ, pengaruh waktu deposisi terhadap ketebalan lapisan CSZ, dan pengaruh waktu deposisi terhadap konduktivitas ionik lapisan CSZ. Bab V Kesimpulan dan Saran terdiri dari kesimpulan dan saran.

Vidi Moorene, 2014

PEMBUATAN BILAYER ANODE (NiO-CSZ) - ELEKTROLIT CSZ DENGAN METODE ELECTROPHORETIC DEPOSITION

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu