

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap tahun terjadi peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi. Peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan energi. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan permintaan energi sampai 2050 yang diperkirakan akan terus meningkat sekitar 1,5 sampai 3 kali lipat (Raharjo dkk., 2008, hlm. 28). Selama ini pemenuhan energi didominasi oleh minyak bumi, gas alam, dan batubara atau yang biasa disebut energi konvensional. Penggunaan energi konvensional untuk pemenuhan energi berakibat buruk pada lingkungan, di antaranya: penipisan ozon, emisi CO₂, kerusakan hutan, dan pemanasan global. Berpijak dari hal itu, *Solid Oxide Fuel Cell* (SOFC) dapat dijadikan sebagai salah satu energi alternatif untuk pemenuhan kebutuhan energi. Secara umum SOFC memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan energi konvensional, di antaranya (Indrayaningsih dkk., 2008, hlm. 13): efisiensinya sekitar 60%, polusi udara rendah, polusi suara rendah, dan desainnya fleksibel sesuai kebutuhan.

SOFC adalah salah satu jenis *fuel cell* yang menggunakan keramik sebagai bahan elektrolitnya. SOFC konvensional beroperasi pada suhu tinggi sekitar 1000°C (Laosiripojanaa dkk., 2009, hlm. 67; Syarif dkk., 2013, hlm. 52). SOFC terdiri dari tiga bagian, yaitu: elektrolit padat, anode, dan katode. Bagian yang paling penting dalam SOFC adalah elektrolit padat karena menentukan efisiensi dan suhu operasi. Efisiensi SOFC sangat erat kaitannya dengan konduktivitas ionik elektrolit padat. Peningkatan konduktivitas ionik elektrolit padat akan meningkatkan efisiensi SOFC secara keseluruhan.

Bahan yang paling sering digunakan sebagai elektrolit padat pada SOFC adalah *Yttria Stabilized Zirconia* (YSZ) karena memiliki konduktivitas ionik yang bagus pada suhu sekitar 1000°C (Rahmawati dkk., 2011 hlm. 9). Selain YSZ, beberapa bahan lainpun telah digunakan dan diteliti sebagai elektrolit padat pada SOFC, antara lain:

Herdyka Sulistiardi, 2015

PENGARUH WAKTU POSTSINTERING HEAT TREATMENT (PHT) PADA KONDUKTIVITAS IONIK ELEKTROLIT PADAT CALCIA STABILIZED ZIRCONIA (CSZ) YANG MENGANDUNG SILICA (SiO₂) DAN MAGNESIA (MgO)

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

Bismuth (Bi_2O_3) (Azad dkk., 1994, hlm. 4137), *Strontium-Magnesium doped Lanthanum Gallate* (LSGM) (Pena-Martinez dkk., 2007, hlm. 2950), *Scandia Stabilized Zirconia* (SSZ) (Kim dkk., 2007, hlm. 1499), dan *Gadolina doped Ceria* (GDC) (Cho dkk., 2007, hlm. 4807). Bahan-bahan elektrolit padat yang telah disebutkan tersebut

Herdyka Sulistiardi , 2015

PENGARUH WAKTU POSTSINTERING HEAT TREATMENT (PHT) PADA KONDUKTIVITAS IONIK ELEKTROLIT PADAT CALCIA STABILIZED ZIRCONIA (CSZ) YANG MENGANDUNG SILICA (SiO_2) DAN MAGNESIA (MgO)

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

memiliki kekurangannya masing-masing seperti: konduktivitas ionik yang rendah, harga yang mahal, ketersediaan bahan yang relatif sedikit, ketidakstabilan fase, dan inkompatibel dengan anode atau katode. Berdasarkan hal tersebut, dibutuhkan bahan lain yang dapat menutupi kelemahan tersebut. Salah satu bahan yang dapat dipertimbangkan adalah *Calcium Stabilized Zirconia* (CSZ). CSZ telah diteliti sebagai elektrolit padat SOFC (Septawendar dkk., 2013, hlm. 101) dan memiliki konduktivitas ionik yang relatif tinggi (Kim dkk., 2007, hlm. 1499). Selain itu, harga *Calcium* (CaO) yang relatif lebih murah (Rahmawati dkk., 2011, hlm. 9), dan ketersediaan yang lebih melimpah (Muslim dkk., 2013, hlm. 8) membuat CSZ menarik untuk dikembangkan lebih lanjut.

Zirconia (ZrO_2) sebagai bahan utama CSZ dapat dibuat dari pasir Zirkon ($ZrSiO_4$), namun proses ekstraksi ZrO_2 dari bahan alam seperti $ZrSiO_4$ tersebut selalu menghasilkan ZrO_2 dengan impuritas *Silica* (SiO_2). Telah diketahui bahwa keberadaan SiO_2 pada ZrO_2 (Drozd, 2014, hlm. 1346) dan CSZ (Lee dkk., 2001, hlm. 269) mengurangi konduktivitas ioniknya. Oleh karena itu diperlukan metode untuk mengurangi atau menghilangkan efek SiO_2 pada CSZ. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah *scavenging*. *Scavenging* adalah metode mengurangi atau menghilangkan efek bahan impuritas dengan cara penambahan suatu bahan (*scavenger*) untuk menangkal efek bahan impuritas tersebut. Bahan yang dapat dipertimbangkan sebagai *scavenger* adalah *Magnesia* (MgO). Telah diketahui pada penelitian Cho dkk. (2007, hlm. 4814) bahwa penambahan MgO pada *Gadolinium Doped Ceria* (GDC) yang mengandung SiO_2 dapat meningkatkan konduktivitas ioniknya.

Selain *scavenger*, perlakuan panas sangat penting pengaruhnya terhadap konduktivitas ionik elektrolit padat. Perlakuan panas lanjutan yang dilakukan setelah *sintering* secara umum disebut *Postsintering Heat Treatment* (PHT). Telah diketahui bahwa PHT pada CSZ dapat meningkatkan konduktivitas ioniknya karena *dewetting* fase batas butir (Jung dkk., 2003, hlm. 52) namun PHT pada CSZ yang mengandung SiO_2 dan MgO belum diketahui. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan studi pengaruh waktu PHT terhadap konduktivitas ionik elektrolit padat CSZ yang mengandung SiO_2 dan MgO.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, dapat dirumuskan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh waktu PHT terhadap struktur kristal elektrolit padat CSZ yang mengandung SiO_2 dan MgO ?
2. Bagaimana pengaruh waktu PHT terhadap densitas elektrolit padat CSZ yang mengandung SiO_2 dan MgO ?
3. Bagaimana pengaruh waktu PHT terhadap struktur mikro elektrolit padat CSZ yang mengandung SiO_2 dan MgO ?
4. Bagaimana pengaruh waktu PHT terhadap konduktivitas ionik elektrolit padat CSZ yang mengandung SiO_2 dan MgO ?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dibahas mengenai pengaruh waktu PHT terhadap konduktivitas ionik elektrolit padat yang mengandung SiO_2 dan MgO . Pengaruh waktu PHT tersebut ditunjukkan oleh variasi waktu PHT selama 0 jam, 4 jam, dan 8 jam pada suhu yang sama sebesar 1350°C . Nilai konduktivitas ionik yang dihasilkan dapat merepresentasikan pengaruh waktu PHT pada elektrolit padat CSZ yang mengandung SiO_2 dan MgO karena memiliki komposisi CSZ, SiO_2 , dan MgO yang sama serta perhitungan nilai konduktivitas ionik pada suhu yang sama.

Nilai konduktivitas ionik didapatkan dari pengukuran impedansi real, beda fase (Θ), ketebalan, dan diameter sampel. Pengukuran impedansi real dan beda fase dilakukan pada suhu 500°C dengan rentang frekuensi 20 Hz sampai 5 MHz.

Selain konduktivitas ionik, dilakukan pula analisis terhadap struktur kristal, densitas, dan struktur mikro. Analisis struktur kristal dilakukan menggunakan XRD, nilai densitas didapatkan dari pengukuran sampel berupa massa, diameter, dan tebal, dan analisis struktur mikro dilakukan menggunakan SEM. Ketiga analisis tersebut dilakukan untuk mengetahui pengaruh PHT terhadap struktur kristal, densitas, dan struktur mikro serta menjelaskan keterkaitan ketiganya dengan nilai konduktivitas ionik yang didapatkan.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka tujuan penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh waktu PHT terhadap struktur kristal elektrolit padat CSZ yang mengandung SiO_2 dan MgO ;

2. Mengetahui pengaruh waktu PHT terhadap densitas elektrolit padat CSZ yang mengandung SiO_2 dan MgO ;
3. Mengetahui pengaruh waktu PHT terhadap struktur mikro elektrolit padat CSZ yang mengandung SiO_2 dan MgO ;
4. Mengetahui pengaruh waktu PHT terhadap konduktivitas ionik elektrolit padat CSZ yang mengandung SiO_2 dan MgO .

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini, antara lain:

1. Memperluas wawasan serta ilmu pengetahuan penulis dan pembaca mengenai *fuel cell*, SOFC, dan elektrolit padat;
2. Menambah referensi bagi topik penelitian mengenai *fuel cell*, SOFC, dan elektrolit padat;
3. Membantu mengembangkan penelitian-penelitian mengenai *fuel cell*, SOFC, dan elektrolit padat;

1.6 Sistematika Penulisan

Struktur organisasi pada skripsi ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN terdiri dari subbab latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan;
2. BAB II KAJIAN PUSTAKA terdiri dari subbab *fuel cell*, SOFC, elektrolit padat, CSZ, SiO_2 , MgO , PHT, metode EIS untuk elektrolit padat, dan konduktivitas ionik;
3. BAB III METODE PENELITIAN terdiri dari subbab waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, desain penelitian, teknik pengambilan data, dan teknik pengolahan data;
4. BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN terdiri dari subbab struktur kristal, densitas dan struktur mikro, serta sifat listrik;
5. BAB V SIMPULAN terdiri dari subbab kesimpulan dan saran.