

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Oksida konduktif transparan atau *transparent conductive oxide* (TCO) adalah semikonduktor yang memiliki lebar celah pita energi antara 2,5 – 4,5 eV (Dengyuan, 2005). Karakteristik sifat yang menonjol dari material oksida konduktif transparan adalah resistivitas listrik yang rendah dan transparansi yang tinggi pada panjang gelombang visibel. Oleh karena itu, oksida konduktif transparan memiliki aplikasi yang luas diantaranya dalam sel surya (Jeong et al., 2008; Suri dan Mehra, 2007; White, 2005; Kluth et al., 2001; Alamri dan Brinkman, 2000), lampu LED (Bian et al., 2007), sensor, detektor UV dan transistor film tipis (Kai, 2008; Jagadish dan Pearton, 2006).

Contoh oksida konduktif transparan yang populer adalah $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ atau sering disebut ITO (*indium tin oxide*). ITO merupakan oksida konduktif transparan yang paling banyak dipilih untuk aplikasi sel surya (Dengyuan, 2005). Itu dikarenakan ITO memiliki transmitansi yang tinggi pada daerah panjang gelombang visibel dan resistivitas listrik yang rendah. Kekurangan dari ITO adalah indium sebagai unsur pembentuknya merupakan unsur yang relatif langka. Menurut U.S Geological Survey cadangan indium dalam kerak bumi pada tahun 1998 diperkirakan hanya 2600 ton (Dengyuan, 2005). Karena langka, harganya menjadi sangat mahal. Selain langka, ITO juga beracun.

Seng oksida (ZnO) merupakan oksida konduktif transparan yang banyak diteliti sebagai alternatif pengganti ITO. Kelebihan dari ZnO adalah karena ZnO terbentuk dari unsur-unsur yang melimpah. Ellmer mengemukakan kandungan seng dalam kerak bumi 1000 kali lebih melimpah dari pada indium (Dengyuan, 2005). Kelebihan ZnO yang lain adalah murah, tidak beracun, memiliki stabilitas yang tinggi dalam plasma hidrogen dan siklus panas serta tahan terhadap radiasi (Shinde et al., 2007; Dengyuan, 2005; Turgeman et al., 2004).

Untuk mempertinggi konduksi listriknya, ZnO sering kali didoping dengan dopan ekstrinsik. Unsur golongan III A khususnya aluminium banyak digunakan sebagai dopan dan dapat menurunkan resistivitas film ZnO hingga berorde $10^{-4} \Omega\cdot\text{cm}$ (Dengyuan, 2005; Gonzáles et al., 1998). Akan tetapi, doping dengan konsentrasi tinggi juga memiliki pengaruh terhadap sifat optik film ZnO:Al. Dalam oksida konduktif transparan, peningkatan konsentrasi pembawa memperlebar celah pita energi akibat dari perpaduan efek Burstein-Moss dan efek banyak-partikel. Selain itu, penurunan resistivitas oksida konduktif transparan menyebabkan transmitansi menurun dan reflektansi meningkat pada daerah panjang gelombang inframerah (Dengyuan, 2005).

Selain pendopingan, sifat listrik dan optik film ZnO sangat ditentukan oleh teknik pembuatan. Beberapa teknik yang telah digunakan untuk membuat film ZnO adalah *spray pyrolysis* (Rozati dan Akeste, 2008; Olvera et al., 2007; Bian et al., 2007; Liewhiran dan Phanichphant, 2007a, 2007b), *sputtering* (You et al., 2008; Jeong et al., 2008; Doo et al., 2007; Breivik et al., 2007; Min et al., 2007; Hung, 2007; Seong et al., 2007; Ashlan et al., 2007;

Kluth et al., 2001), *electron beam evaporation* (Sahu et al., 2007), *pulsed laser deposition* (Johne et al., 2007), *chemical vapor deposition* (Ki et al., 2007; Barankin et al., 2007; Seung et al., 2007; Karvina et al., 2004), *successive ionic layer adsorption and reaction* (Xiang et al., 2007; Shinde et al., 2007), *screen printing* (Patil et al., 2007; Dixit et al., 2007a; Krisnan dan Nampoori, 2005; Ismail et al., 2001; Dayan et al., 1998), *solgel* (Dixit et al., 2007b; Juárez et al., 2001; Gonzáles et al., 1998).

Diatara teknik tersebut, teknik-teknik pembuatan film secara fisika seperti *sputtering*, *electron beam evaporation*, *pulsed laser deposition*, dan *physical vapor* dilaporkan memiliki kekurangan yaitu luas daerah pembentukan film kecil, membutuhkan instrumen yang canggih, biaya operasi yang tinggi, dan setiap sudah digunakan sistem harus sangat bersih (Shinde et al., 2007). Teknik-teknik pembuatan film secara kimia seperti *chemical vapor deposition* dilaporkan tidak memadai untuk produksi film secara besar-besaran karena membutuhkan peralatan tambahan seperti *vacuum equipment* (Young et al., 2006).

Pada penelitian ini, dilakukan studi pembuatan film ZnO dengan doping aluminium rendah (ZnO:Al, Al/Zn = $1,0 \times 10^{-2}$) dengan teknik *screen printing* pada temperatur *firing* 300, 400, 500 dan 600 °C. Teknik *screen printing* dipilih karena prosesnya mudah dan telah digunakan untuk memproduksi sel surya, paristor, detektor UV (Krisnan dan Nampoori, 2005; Overstraeten dan Mertens, 1986). Sedangkan pengaruh temperatur *firing* terhadap sifat listrik dan optik film ZnO:Al diteliti karena film yang dibuat dengan teknik *screen printing* berlaku sebagai serbuk yaitu terdiri dari distribusi orientasi kristal

(Ismail et al., 2001). Pada film semikonduktor polikristalin ukuran butir memiliki pengaruh langsung terhadap konduksi listrik (Seung et al., 2007). Selain dari pada itu, tidak seperti pendopongan peningkatan ukuran butir tidak mempengaruhi lebar celah pita energi dan transmitansi. Dengan demikian film ZnO:Al yang dihasilkan dapat memiliki konduksi listrik dan transparansi yang sangat tinggi.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh temperatur *firing* terhadap sifat listrik film oksida konduktif transparan ZnO:Al yang dibuat dengan teknik *screen printing*?
2. Berapakah temperatur *firing* terhadap sifat optik film oksida konduktif transparan ZnO:Al yang dibuat dengan teknik *screen printing*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh temperatur *firing* terhadap sifat optik oksida konduktif transparan ZnO:Al.
2. Mengetahui pengaruh temperatur *firing* terhadap sifat listrik oksida konduktif transparan ZnO:Al.

1.4. Batasan Penelitian

Secara keseluruhan parameter *screen printing* yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- *Screen meshnumber* : 400 mesh
- *Snap off* : 1mm
- Tekanan *squeegee* : 4 satuan skala
- Temperatur *drying* : 120 °C
- Waktu *drying* : 5 menit
- Temperatur *firing* : 300 °C, 400 °C, 500 °C dan 600 °C
- Waktu *firing* : 25 menit

Teknik karakterisasi yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

- Karakterisasi SEM digunakan untuk mengetahui morfologi permukaan film ZnO:Al.
- Four-point probe digunakan untuk mengetahui resistivitas (ρ) film ZnO:Al pada temperatur ruangan.
- Spektroskopi UV-Vis digunakan untuk mengetahui transmitansi film ZnO:Al pada panjang gelombang visible (400-700nm).

1.5. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikroelektronika Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET-LIPI), kampus LIPI yang berlokasi di Jl. Sangkuriang Bandung 40135.

1.6. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan dapat menjadi tolak ukur pembuatan material oksida konduktif transparan ZnO:Al dengan sifat listrik dan

optik yang lebih baik sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengganti ITO yang relatif lebih mahal.