

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan sumber energi alternatif yang aman, bersih dan mudah digunakan dimanapun, misalnya di daerah pegunungan, di padang pasir, di pulau-pulau terpencil bahkan diluar angkasa (Wenham, et. al., 1995; Honsberg dan Bowden, 1999).

Komponen utama PLTS adalah sel surya yaitu suatu piranti semikonduktor yang bekerja mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung. Setiap jenis semikonduktor memiliki karakteristik energi *gap* tertentu sehingga secara efisien menyerap cahaya dengan panjang gelombang tertentu (sebagian dari spektrum matahari).

Silikon merupakan material semikonduktor yang ideal sebagai bahan dasar sel surya karena memiliki energi *gap* sekitar 1,124 eV (pada 27°C) sehingga memiliki kemampuan untuk menyerap spektrum matahari lebih banyak (termasuk cahaya tampak). Keunggulan silikon sebagai bahan dasar sel surya antara lain : ketersediannya berlimpah di alam, tahan terhadap kelembaban, stabil terhadap sinar UV, tahan lama (sampai 20 tahun), tahan terhadap radiasi matahari, dapat beroperasi pada rentang temperatur yang lebar (dari -40°C sampai 150°C), adhesinya sangat baik terhadap substrat, mampu mengisolasi listrik dengan baik, impuritas ioniknya rendah dan konstanta dielektriknya rendah. (Dowcorning,

2009). Namun silikon memiliki kelemahan yaitu refleksinya tinggi yaitu 35 – 50 % (bergantung pada panjang gelombang) meskipun silikon dibuat dalam bentuk film tipis, sehingga cahaya matahari yang diserap menjadi berkurang. Oleh karena itu efisiensinya pun menjadi rendah (Goetzberger et. al., 1998).

Refleksi silikon yang tinggi tersebut dapat diturunkan dengan memberi suatu lapisan antirefleksi pada permukaannya. Lapisan antirefleksi dilaporkan dapat menurunkan refleksi silikon dari 35% menjadi sekitar 3% sehingga dapat meningkatkan efisiensi sel surya sampai 49% (Chen, 2001; Goetzberger et. al., 1998; Marques, 1998; Moller, 1993). Syarat yang harus dipenuhi oleh material antirefleksi pada sel surya silikon kristal yaitu material yang mempunyai indeks bias sekitar 2 dan memiliki transmitansi yang tinggi pada panjang gelombang cahaya tampak.

Contoh lapisan antirefleksi yang umum digunakan pada industri sel surya silikon kristal yaitu titan oksida (TiO_2). TiO_2 dipilih karena harganya murah dan teknik pelapisannya dapat menggunakan teknik *screen printing* sehingga mudah diterapkan untuk industri (Chen, 2001; Hovel, 1978; Sopori dan Pryor, 1983).

Seng oksida (ZnO) berpotensi sebagai lapisan antirefleksi pada sel surya silikon karena memiliki indeks bias sekitar 2, memiliki *bandgap* yang besar yaitu 3,3 - 3,7 eV, bersifat transparan pada daerah cahaya tampak serta memiliki sifat adhesi dan kekerasan yang baik terhadap substrat. Keunggulan antirefleksi berbahan dasar ZnO dibanding TiO_2 yaitu memiliki toksisitasnya lebih rendah dan mudah diperoleh di pasaran dalam negeri (Aslan et.al., 2004; Mizuta et. al., 2006).

Pada penelitian ini dilakukan studi pembuatan lapisan (film) tipis antirefleksi berbahan dasar ZnO di atas substrat silikon multikristal dengan teknik *screen printing*. Pembuatan lapisan antirefleksi dengan teknik *screen printing* tersebut memerlukan bahan dasar berupa pasta. Pasta yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui teknik *sol-gel* karena lapisan antirefleksi yang diperoleh dengan teknik *sol-gel* dilaporkan memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan lapisan yang dibuat dengan teknik lain. Keunggulan tersebut diantaranya lapisan yang terbentuk lebih homogen, stoikiometrinya dapat dikontrol, kemurniannya cukup tinggi, pemrosesannya mudah dan mampu melapisi substrat pada area yang luas. Proses pembuatan *sol-gel* sangat fleksibel untuk pembuatan material dielektrik dan porositasnya dapat dikontrol (Bautista dan Morales, 2003).

Parameter-parameter yang menentukan kualitas film yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu parameter untuk pembuatan pasta dengan metoda *sol-gel*, parameter *printing* dan parameter untuk proses *annealing*. Parameter untuk pembuatan pasta dengan metoda *sol-gel* yaitu pH larutan, temperatur pemanasan larutan dan viskositas larutan. Parameter *printing* yaitu ukuran *screen*, jarak antara substrat dengan *screen* (jarak *snap-off*), kecepatan dan tekanan penyapu (*squeegee*) pasta serta jumlah sapuan pelapisan. Sedangkan parameter untuk proses *annealing* yaitu temperatur *annealing* dan lamanya waktu *annealing*. Penentuan dari berbagai parameter tersebut didasarkan pada hasil-hasil penelitian yang relevan dengan sedikit modifikasi.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh temperatur *annealing* terhadap struktur dan morfologi film tipis ZnO yang dibuat dengan teknik *screen printing*?
2. Bagaimana pengaruh parameter *printing* dan temperatur *annealing* terhadap refleksi silikon multikristal yang dilapisi film tipis ZnO yang dibuat dengan teknik *screen printing*?

1.3. Batasan Masalah

Parameter untuk pembuatan pasta dengan metoda *sol-gel* pada penelitian ini hanya dibuat dalam satu variasi yaitu pH larutannya 5,5 (seperti pH yang dipilih oleh Mizuta dkk. pada tahun 2006), temperatur pemanasan larutan dibatasi sampai 300°C dan viskositas pasta sebesar 7864 cP (senti Poise).

Parameter *printing* pada penelitian ini didasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh PPET-LIPI untuk pembuatan lapisan antirefleksi TiO₂ yaitu *screen* yang digunakan berukuran 400 lubang/inci², jarak antara substrat dengan *screen* dibuat tetap untuk semua sampel yaitu sebesar 1 mm, kecepatan penyapu (*squeegee*) dibuat tetap sesuai penyetelan awal mesin *screen printer*. Namun, pada penelitian ini dilakukan variasi terhadap tekanan *squeegee* dan jumlah sapuan pelapisan. Tekanan *squeegee* dibatasi dalam tiga variasi (0 N/m²; 0,17 N/m²; dan 0,69 N/m²) sedangkan jumlah sapuan pelapisan dibatasi dalam dua variasi (satu kali dan dua kali sapuan). Pembatasan terhadap tekanan *squeegee* dan jumlah

sapuan tersebut dilakukan karena peningkatan tekanan *squeegee* dan jumlah sapuan pelapisan akan memperbanyak jumlah pasta yang tercetak di atas substrat sehingga dengan pembatasan tersebut diharapkan film ZnO yang terbentuk berupa film tipis ($\cong 75$ nm).

Parameter untuk proses *annealing* film ZnO pada penelitian ini dibatasi dalam empat variasi temperatur masing-masing pada 375°C, 414°C, 523°C dan 607°C. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa pada rentang temperatur tersebut, pelarut (dietilen glikol dengan titik didih 244 – 245°C dan etanol dengan titik didih 78,4°C) dan etil selulosa (dengan titik bakar 330 – 360°C) sebagai perekat dan pengental pasta, telah menguap dan film ZnO telah terbentuk. Harga-harga temperatur *annealing* tersebut merupakan harga rata-rata dari zona II dan zona III di dalam tungku pembakaran. Temperatur *annealing* tersebut berfungsi untuk proses dekomposisi dan oksidasi seng asetat (ZnAc) menjadi seng oksida (ZnO) dan untuk menghilangkan molekul air (yang terbentuk pada saat pengeringan film sebelum proses *annealing* dilakukan) seperti yang telah dilakukan oleh Eya dkk. pada tahun 2003 dan Sagar dkk pada tahun 2005. Sedangkan lamanya waktu *annealing* dibuat tetap untuk semua sampel yaitu selama 25 menit.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1 Mengetahui pengaruh temperatur *annealing* terhadap struktur dan morfologi film tipis ZnO yang dibuat dengan teknik *screen printing*.
- 2 Mengetahui parameter *printing* dan temperatur *annealing* optimum yang menghasilkan film tipis ZnO dengan refleksi minimum untuk aplikasi lapisan antirefleksi pada sel surya silikon kristal.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai referensi bagi penelitian-penelitian yang berkenaan dengan pengembangan material untuk bahan dasar film tipis antirefleksi pada sel surya, khususnya film tipis antirefleksi berbahan dasar ZnO. Selain itu, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menggantikan film tipis antirefleksi TiO₂.