Bidang Ilmu
Teknologi

RINGKASAN
LAPORAN TAHAP I
HIBAH KOMPETITIF PENELITIAN
SESUAI PRIORITAS NASIONAL

TEMA:
ENERGI TERBARUKAN

FABRIKASI SEL SURYA BERBASIS SILIKON DENGAN LAPISAN ANTI REFLEKSI ZnO MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *THICK FILM*

Peneliti:
Dr. Budi Mulyanti, MSi (Ketua)
Dra. Erlyta Septa Rosa, MT (Anggota)
Dr. Goib Wiranto (Anggota)
Dra. Tuti Suartini, MPd (Anggota)

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
AGUSTUS 2009

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebagai negara berkembang yang kaya akan radiasi sinar matahari sepanjang tahun, sudah seharusnya Indonesia mengembangkan PLTS (Pembangkit Listrik tenaga Surya) atau disebut energi surya. Energi surya ini selain ramah lingkungan, juga bernilai sangat ekonomis. Sampai saat ini, PT LEN, satu-satunya perusahaadi Indonesia yang bergerak di bidang fabrikasi modul surya masih mendatangkan sel surya dari luar negeri. Melihat potensi sumber daya manusia dan alam di Indonesia, dan mengingat kandungan sel surya dalam fabrikasi modul surya yang mencapai 70-75 % dari kebutuhan total, maka perlu dikembangkan fabrikasi sel surya, sehingga kita tidak lagi bergantung dengan pasokan sel surya dari luar negeri (Nijs, *et al*, 1999).

Penelitian pengembangan fabrikasi sel surya yang saat ini dilakukan oleh PPET-LIPI Bandung, adalah dengan menggunakan lapisan TiO_2 sebagai bahan anti refleksi dan berbasis silikon multikristal. Namun demikian pasta TiO_2 sampai saat ini masih harus didatangkan dari luar negeri (impor) dan bahan TiO_2 merupakan bahan beracun. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan digunakan lapisan ZnO (seng oksida) sebagai pengganti TiO_2. Lapisan ZnO ini sangat potensial untuk lapisan anti refleksi karena memiliki indeks bias sekitar 2,01 dan bersifat transparan (Mizuta*, et al*, 2006). Selain itu, dalam penelitian ini substrat yang akan digunakan adalah silikon kristal tunggal, sehingga diharapkan sel surya yang dihasilkan akan memiliki efisiensi yang lebih tinggi.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah pemanfaatan teknologi *thick film* untuk pembuatan sel surya berbasis silikon kristal tunggal dengan menggunakan lapisan ZnO sebagai lapisan anti refleksi. Adapun tujuan khusus penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Meningkatkan harga efisiensi sel surya dengan menggunakan substrat silikon kristal tunggal (100) tipe-p.
2. Menggantikan lapisan anti refleksi TiO_2 dengan lapisan anti refleksi ZnO
3. Menghasilkan pasta ZnO dengan teknologi *sol-gel*, menggunakan seng asetat dihidrat sebagai *precursor*.
4. Menghasilkan lapisan anti refleksi ZnO di atas substrat Si kristal tunggal (100) tipe-p dengan teknologi *thick film*.

5. Menghasilkan sel surya silikon kristal tunggal dengan lapisan anti refleksi ZnO menggunakan teknologi *thick film*.

C. Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Sejak tahun 1980 pasar sel surya di dunia setiap tahunnya meningkat dengan pesat. Bahkan pada tahun 1996-1998 pertumbuhannya mencapai 60 % atau lebih dari 152 MWp (Nijs, et al, 1999).Total produksi sel surya dunia pada tahun 2000 mencapai 300 MWp dan pada tahun 2003 telah mencapai 574MWp dan bahkan pada tahun 2010 diperkirakan mencapai 1 GWp. Pasar sel surya silikon memenuhi 95 % pangsa pasar dunia, masing-masing 30 % untuk kristal tunggal dan 60 % untuk multikristal (BP Solar, 2004).

Penelitian ini memiliki aspek strategis di dalam peningkatan kandungan lokal pada industri sel surya silikon kristal. PT LEN sebagai satu-satunya perusahaan yang bergerak dalam perakitan modul surya dengan kapasitas 24.000 modul/tahun masih menggunakan sel surya silikon impor. Dengan penelitian yang berbasis industri ini, diharapkan akan terpenuhi kebutuhan sel surya dalam negeri, sehingga tidak lagi bergantung kepada negara lain.

Penelitian ini dapat juga dikembangkan pada penelitian bidang lain. Lapisan ZnO banyak digunakan sebagai konduktor yang transparan sekaligus anti refleksi pada sel surya silikon amorf dan sel surya jenis *hetero junction* (Sonoda, 2000). Selain itu ZnO juga banyak digunakan untuk berbagai aplikasi antara lain sensor gas, varistor, divais *surface acoustic wave*, electrode transparan, divais LED, katalis dan lain-lain.Teknologi pembuatan ZnO untuk aplikasi tersebut banyak dikembangkan di bidang teknologi nano (Aslan, *et al*, 2004).

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan dalam 2 tahap, masing-masing tahap memerlukan waktu satu tahun. Tahap pertama meliputi proses pembuatan pasta ZnO dengan teknologi *sol gel* dengan menggunakan seng asetat dihidrat sebagai prekursor. Seng asetat dihidrat mula-mula dilarutkan dalam pelarut organik sehingga terbentuk *sol gel. Sol gel* yang terbentuk kemudian dibuat pasta dengan menambahkan bahan aditif antara lain *binder*, *thickener* dan pelarut. Pasta yang telah terbentuk kemudian dikarakterisasi viskositas dan *lifetime* nya.

Selanjutnya adalah proses pembentukan lapisan anti refleksi ZnO melalui pelapisan pasta ZnO pada permukaan Si kristal tunggal menggunakan teknologi *thick film*. Parameter yang akan diamati adalah proses printing pasta ZnO dan proses pemanasannya. Lapisan anti refleksi ZnO terbentuk melalui proses dekomposisi termal asetat dihidrat yang dilakukan dengan cara pemanasan di dalam tungku *conveyor furnace*. Variabel yang akan diamati adalah temperatur dan waktu pemanasan. Untuk mengetahui terjadinya dekomposisi termal seng asetat dihidrat menjadi ZnO maka dilakukan karakterisasi XRD.Pengukuran tebal dan indeks bias lapisan ZnO serta refleksi yang dihasilkan dilakukan menggunakan *ellipsometer* dan spektrofotometer UV-Vis.

Untuk mengetahui pengaruh lapisan anti refleksi terhadap efisiensi sel surya, selanjutnya pada tahap kedua akan dilakukan proses pembuatan sel surya silikon yang meliputi:

- Proses *texturing* dan pencucian substrat
- Proses pembentukan sambungan p-n (emitter)
- Proses metalisasi Ag dan Al/Ag
- Proses pelapisan (deposisi) anti refleksi ZnO

Tahapan proses pembuatan sambungan p-n (emitter) akan dilakukan dengan teknologi *spray* H_3PO_4, sedangkan proses metalisasi Ag dan Al/Ag dan pelapisan anti refleksi (deposisi ZnO) dilakukan dengan teknologi *thick film*. Kemudian akan dilakukan pengukuran efisiensi sel surya dengan menggunakan alat *sun simulator*.

III. HASIL YANG TELAH DIPEROLEH

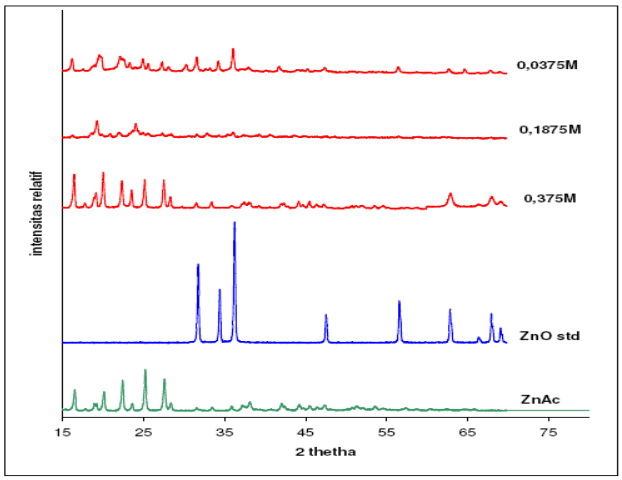
1. Pembuatan Serbuk ZnO dengan Metode *Solgel*

Pasta ZnO membutuhkan material aktif ZnO yang mempunyai ukuran partikel yang halus. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode *solgel*. Oleh karena itu tahapan awal dalam penelitian ini adalah kegiatan pembuatan serbuk ZnO dengan metode *solgel*. Seng asetat dihidrat dengan berbagai variasi konsentrasi dan dalam berbagai variasi pelarut diaduk dengan *magnetic stirrer* dan dipanaskan sehingga terbentuk *solgel*. *Solgel* yang terbentuk didiamkan selama semalam (24 jam) dan diekstraksi dengan cara dikeringkan sehingga diperoleh serbuk ZnO. Serbuk ZnO yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD dan SEM.

Didalam penelitian ini variasi konsentrasi seng asetat dihidrat (ZnAc) yang dibuat adalah 0,375 M; 0,1875 M; dan 0,0375M, sedangkan pelarut yang digunakan masing-masing adalah 2-propanol dan etanol absolut. Selain itu juga dilakukan variasi

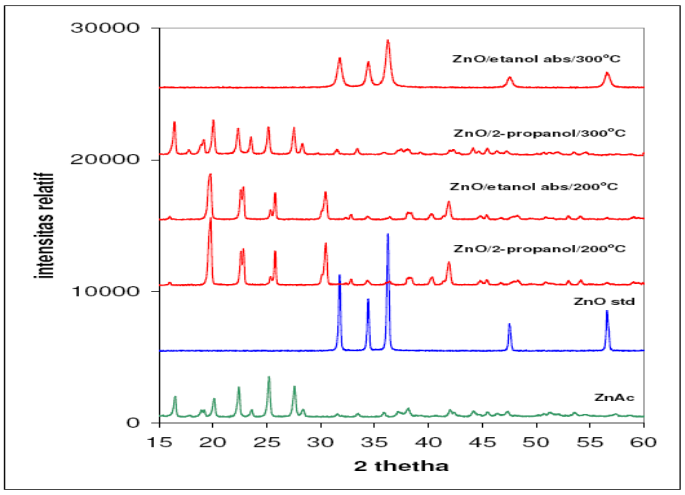
temperatur pada saat pemanasan *solgel*, masing-masing pada temperatur 200°C dan 300°C selama 60 menit.

Gambar 1 menunjukkan hasil pengukuran XRD pembuatan serbuk ZnO pada berbagai variasi konsentrasi seng asetat dihidrat dalam pelarut 2-propanol pada pemanasan 300°C. Dari gambar tersebut dapat diamati bahwa pada konsentrasi 0,0375M dengan pemanasan 300°C sudah terbentuk ZnO yang ditandai dengan adanya puncak-puncak pada 2 thetha (Ɵ) 30°, 33° dan 35°, meskipun masih ada sisa ZnAc yang belum terdekomposisi. Pada konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 0,375 M dan 0,1875 M dekomposisi ZnAc belum terjadi karena tidak terlihatnya puncak-puncak pada 2 thetha (Ɵ) 30°, 33° dan 35°.



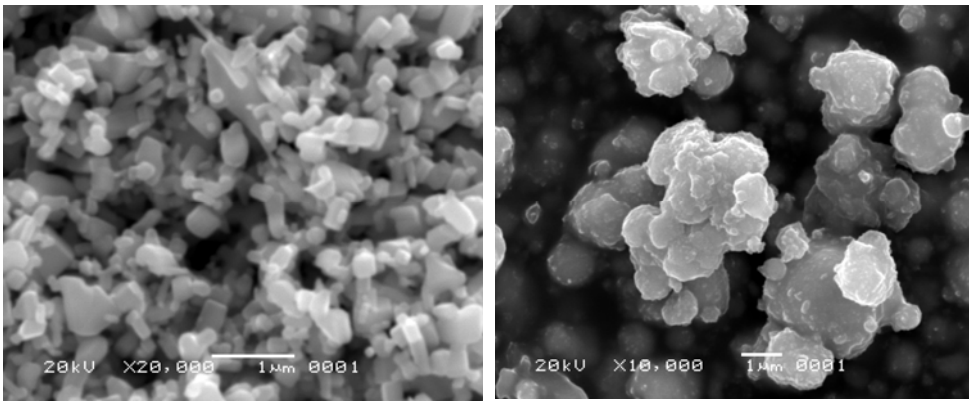
Gambar 1. Kurva XRD partikel ZnO yang dibuat dari seng asetat dihidrat dalam pelarut 2-propanol dengan berbagai variasi konsentrasi pada pemanasan 300°C.

Gambar 2 merupakan hasil karakterisasi XRD serbuk ZnO yang dibuat dari seng asetat dihidrat dengan konsentrasi 0,375M masing-masing dalam pelarut 2-propanol dan etanol absolut serta pemanasan masing-masing pada 200°C dan 300°C. Dari kurva XRD tersebut terlihat bahwa dengan meskipun dalam konsentrasi yang cukup tinggi, jika menggunakan pelarut etanol absolut dan pemanasan pada 300°C, dekomposisi termal ZnAc menjadi ZnO telah terjadi secara total.



Gambar 2. Kurva XRD serbuk ZnO yang dihasilkan dari ZnAc dengan konsentrasi 0,375M pada berbagai variasi pelarut dan temperatur pemanasan.

Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan SEM (Gambar 3) serbuk ZnO yang dihasilkan dari pelarut etanol absolut mempunyai bentuk yang serupa dengan serbuk ZnO standar impor yaitu berbentuk granular. Akan tetapi ukurannya masih jauh lebih besar, yaitu sekitar 1,5 µm atau kira-kira 8X lebih besar. Oleh karena itu kegiatan tersebut masih perlu dioptimalkan untuk mendapatkan serbuk berukuran halus. Optimasi tersebut antara lain dengan pengaturan pH larutan, penambahan katalis dan variasi konsentrasi yang lebih rendah.



ZnO std ZnO / etanol absolut

Gambar 3. Foto SEM serbuk ZnO pada perbesaran 10.000X yang dihasilkan dari pelarut 2-propanol dan etanol absolut.

DAFTAR PUSTAKA

Aslan, M.H, *et al* (2004) ,Preparation of c-axis-oriented zinc oxidethin films and the study of their microstructure and optical properties, *Solar Energy Material& Solar Cells*, 82,543-552

BP Solar (2004), An Overview of current worldwide photovoltaics market, Current Trends and looking forward a perpective from BP, Solar, *Proceeding 1st International Workshop on solar Energy Utilization*, Jakarta, NEDO-BPPT

Mizuta, T., *et al*, (2006), Chemical Deposition of Zinc Oxide Thin Films on Silicon Substrate, *Thin Solid Films*, 515, 2458-2463

Nijs, J.F, *et al*, (1999), Advanced manufacturing concept for crystalline silicon Solar cells, *IEEE Transactions on Electron Devices*, 46, 1948-1969

Sonoda (2000), Method of forming thin zinc oxide film, and method of producing semiconductor element substrate and photovoltaic element using zinc oxide film, *Us Patent* No.6, 133,061