

Studi Karakteristik I-V Sel Surya p-i-n Silikon Amorf Terhidrogenasi (a-Si:H)

Suprianto,* Eddy Yahya, dan Darminto
Jurusan Fisika-FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 61111

Intisari

Telah dideposisi lapisan tipis silikon amorf terhidrogenasi dengan teknik *Plasma Enhanced Chemical Vapor deposition* (PECVD) dengan daya RF sebesar 5 watt. Selanjutnya lapisan a-Si:H yang terbentuk diaplikasikan sebagai lapisan-i divais sel surya p-i-n. Hasil pengukuran karakteristik I-V dibawah penyinaran 24,7 mW/cm² pada luas 1 cm² menunjukkan nilai VOC dan ISC masing-masing 0,568 volt dan 2,71 mA/cm². Sedangkan pada luas 0,25 cm² diperoleh nilai VOC dan ISC masing-masing 0,449 volt dan 6,58 mA/cm² dengan efisiensi 5,31%.

KATA KUNCI: sel surya p-i-n, silikon amorf, karakteristik I-V

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan industri yang pesat akan mendorong peningkatan kebutuhan energi. Sumber energi seperti minyak bumi, batu bara, dan gas adalah sumber energi yang bersifat terbatas dan memerlukan waktu yang sangat lama untuk memperbaharainya, sehingga dianggap bersifat *unrenewable energy resources*. Salah satu upaya yang dilakukan adalah mengoptimalkan pemanfaatan sumber energi non-konvensional seperti energi radiasi matahari. Energi radiasi matahari dapat dikonversi langsung menjadi energi listrik melalui suatu alat konversi yang disebut sel surya (*Solar Cells*).

Pada tahun 1976, Spear dan Lecomber [1] serta Carlson dan Wronski berhasil menumbuhkan lapisan tipis silikon amorf terhidrogenasi (a-Si:H) dengan doping ketidakh murnian yang kemudian diaplikasikan pada sel surya.

Material a-Si dapat ditumbuhkan dengan metode *Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition* (PECVD) dengan memanfaatkan plasma sebagai media penumbuhannya. Pada metode ini menggunakan gas Silan (SiH₄) sebagai gas sumber yang terkandung 10% dalam gas Hidrogen (H₂) dan didapatkan material amorf silikon dengan kandungan hidrogen sekitar 10-20% [2]. Sedangkan Fridman [3] dengan tipikal laju deposisi 5-50 nm/menit pada daya 0,01 - 0,1 W/m², kandungan hidrogen yang diperoleh berkisar antara 5 - 20%.

Penumbuhan material a-Si:H memiliki beberapa parameter optimasi yang menentukan sifat-sifat fisis yang dihasilkan yang bertujuan untuk meningkatkan konversi efisiensi sel surya. Parameter optimasi tersebut adalah: laju aliran gas hidrogen (H₂), tekanan chamber, temperatur substrat, frekuensi rf, daya rf, lama deposisi, konsentrasi dopan [4].

Dalam penelitian ini akan di teliti tentang studi karakteristik I-V sel surya p-i-n silikon amorf terhidrogenasi dengan

TABEL I: Optimasi parameter deposisi lapisan p-i-n a-Si:H

No	Tipe lapisan	Laju (SiH ₄) (sccm)	Laju (H ₂) (sccm)	Laju (B ₂ H ₆) (sccm)	Laju (PH ₃) (sccm)
1	lapisan-p	20	70	2	-
2	lapisan-i	20	50	-	-
3	lapisan-i	20	70	-	-
4	lapisan-n	20	70	-	3

menggunakan reaktor PECVD ganda dengan rf 13,56 MHz.

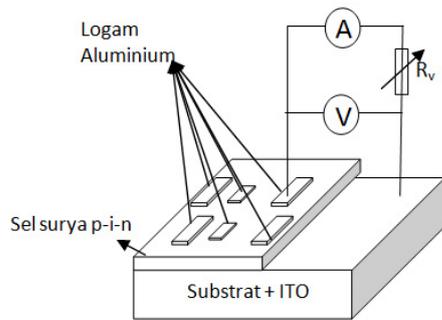
II. METODE YANG DITERAPKAN

Dalam penelitian ini sel surya yang difabrikasi berstruktur p-i-n dengan susunan sebagai berikut: substrat/ITO/p-i-n/Al. Metode fabrikasi adalah pertama substrat gelas yang telah dilapisi ITO (Indium Tin Oxide) ditumbuhkan lapisan-p dengan mengalirkan gas SiH₄, H₂ dan B₂H₆ secara bersama-sama dengan tekanan 530 mTorr, temperatur 270°C, daya rf 5 watt selama 30 menit. Kemudian dilanjutkan penumbuhan lapisan-i dengan mengalirkan gas SiH₄ dan mevariasikan gas H₂ dengan tekanan 530 mTorr, temperature 270°C dan daya rf 5 watt selama 30 menit.

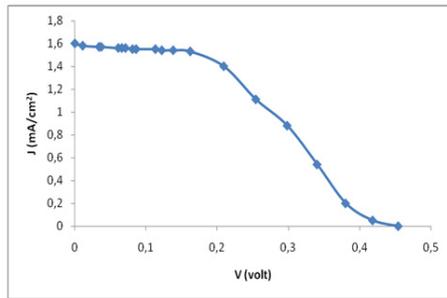
Setelah penumbuhan lapisan p dan i maka dilanjutkan penumbuhan lapisan-n dengan mengalirkan gas SiH₄, H₂ dan PH₃ secara bersamaan dengan tekanan 530 mTorr, temperatur 270°C, dan laju hidrogen 70 sccm serta daya rf 5 watt selama 30 menit. Setelah proses deposisi lapisan p-i-n selesai, substrat didinginkan sampai 80°C dan kemudian dikeluarkan dari reaktor dan selanjutnya dilapisi aluminium (Al) dengan teknik evaporasi.

Setelah pembuatan sel surya p-i-n, pada masing-masing sampel dicari karakteristik I-V yang dilakukan di bawah penyinaran lampu halogen dengan intensitas 24,7 mW/cm². Gambar 1 memperlihatkan skema rangkaian yang digunakan dalam karakterisasi ini. Pengukuran I-V dilakukan dengan

*E-MAIL: Suprianto09@mhs.physics.its.ac.id



Gambar 1: Skema rangkaian pengukuran karakteristik I-V sel surya



Gambar 2: Grafik karakteristik sel surya a-Si:H pada luas 1 cm² dengan laju Hidrogen 50 sccm.

mengubah-ubah nilai resistansi hambatan variabel (R_v).

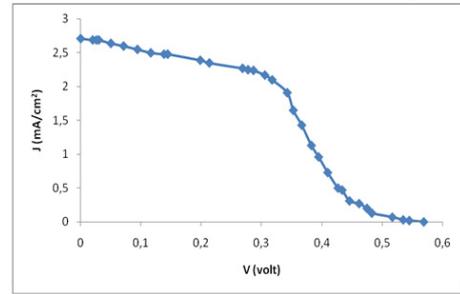
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada prinsipnya, efisiensi konversi sel surya p-i-n ditentukan oleh rapat keadaan terlokalisasi pada lapisan-i. Penentuan ketebalan optimum lapisan-i bergantung rapat keadaan terlokalisasi dalam material yang digunakan untuk mendeposisi lapisan-i tersebut. Oleh karena itu, lapisan a-Si:H dalam penelitian ini akan diaplikasikan pada lapisan-i dengan variasi laju H₂ 50 sccm dan 70 sccm, sedangkan parameter lapisan-p dan lapisan-n tetap. Selanjutnya untuk mengetahui efisiensi dan fill factor sel surya p-i-n yang terbentuk pada luas 1 cm² disajikan dalam Gambar 2 untuk laju Hidrogen 50 sccm.

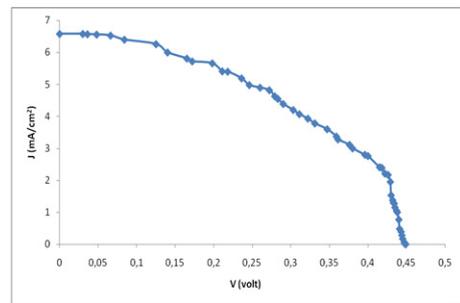
Dari Gambar 2 tampak bahwa ISC dan VOC yang dihasilkan oleh sel surya a-Si:H pada luas 1 cm² dengan laju Hidrogen 50 sccm berturut-turut adalah 1,6 mA/cm² dan 0,454 volt, dengan $V_m I_m$ sebesar 0,2926 mWatt/cm². Sehingga di dapatkan Efisiensi sebesar 1,18% dan Fill Factor (FF) sebesar 0,40, sedangkan untuk sel surya a-Si:H dengan laju hidrogen 70 sccm pada luasan 1 cm² ditunjukkan pada Gambar 3.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa ISC dan VOC yang dihasilkan oleh sel surya a-Si:H pada luas 1 cm² dengan laju Hidrogen 70 sccm berturut-turut adalah 2,71 mA/cm² dan 0,568 volt, dengan $V_m I_m$ sebesar 0,6657 mWatt/cm². Se-

hingga di dapatkan Efisiensi dan Fill Factor (FF) sebesar 2,70% dan 0,43. Untuk karakteristik I-V sel surya a-Si:H pada



Gambar 3: Grafik karakteristik I-V sel surya a-Si:H pada luas 1 cm² dengan laju Hidrogen 70 sccm



Gambar 4: Grafik karakteristik I-V sel surya a-Si:H pada luas 0,25 cm² dengan laju Hidrogen 70 sccm

luas 0,25 cm² dengan laju hidrogen 70 sccm dengan intensitas penyinaran yang sama yaitu sebesar 24,7 mWatt/cm² ditunjukkan pada Gambar 4.

Dari Gambar 4 tampak bahwa nilai ISC dan VOC yang dihasilkan oleh sel surya p-i-n dengan luas 0,25 cm² dengan laju Hidrogen 70 sccm masing-masing adalah 6,58 mA/cm² dan 0,449 volt, dengan $V_m I_m$ 1,31104 mW/cm² dan nilai efisiensi serta FF sebesar 5,31% dan 0,44. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan ITO yang digunakan dalam penelitian ini tidak rata sehingga ketebalan lapisan p-i-n dalam substrat yang sama pun berbeda yang mengakibatkan sel surya yang terbentuk dengan luasan yang berbeda mempunyai nilai karakterisasi I-V yang berbeda pula walaupun dalam satu substrat yang sama. Hal ini sesuai dengan Yahya dkk [5] yang mendapatkan hasil karakteristik I-V sel surya pada substrat yang sama menghasilkan efisiensi yang berbeda.

IV. SIMPULAN

Nilai karakteristik sel surya p-i-n (ISC, VOC, efisiensi dan FF) yang didapatkan pada luas 1 cm² masing-masing sebesar 2,71 mA/cm², 0,568 volt, 2,7% dan 0,43, sedangkan nilai efisiensi maksimum 5,31% pada luas 0,25 cm².

-
- [1] W.E. Spear dan P.G. LeComber, *Solid State Commun*, Vol **17**, No 1193 (1975).
- [2] R.A. Street, *Hydrogenated Amorphous Silicon* (Cambridge University Press,1991).
- [3] Alexander Fridman, *Plasma Chemistry* (Cambridge University Press,2008).
- [4] Thamrin, M. Rusli, *Penentuan Energi Gap Optik Lapisan "Amorf Si - Berhidrogen" p,i,n PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) Dengan Menggunakan Alat Spektroskopi Infra Merah*, Tesis, Magister Teknik Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Noverber, Surabaya(2004).
- [5] Yahya, E., Agung Budiono, Zulkifli, *Pembuatan Sel Surya Lapisan Tipis a-Si:H Struktur p-i-n dengan Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD)*, Laporan Penelitian, Institut Teknologi Sepuluh Noverber, Surabaya(2003).
- [6] Ida Usman, *Fabrikasi Divais Sel Surya p-i-n Berbasis c-Si:H dengan Tehnik VHF PECVD*, Tesis Magister Fisika, Institut teknologi Bandung (2007).