

## SIFAT OPTIK PADA FABRIKASI POLIKRISTAL $\text{AgGaSe}_2$

A. Harsono Soepardjo<sup>1</sup> dan I Dewa Made Janusetiawan<sup>2</sup>

1. Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

2. Program Pascasarjana Ilmu Material, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

E-mail: psk\_ui@yahoo.com

### Abstrak

Polikristal  $\text{AgGaSe}_2$  adalah senyawa (I-III-VI<sub>2</sub>) suatu semikonduktor sebagai bahan dasar pembuatan lapisan tipis (*thin film*) untuk sel surya. Polikristal tersebut telah berhasil ditumbuhkan dengan metoda tungku Bridgmann tegak, dengan memanaskan sampai temperatur 850°C kemudian didinginkan perlahan-lahan sampai temperatur kamar. Hasil yang didapatkan berupa ingot (batangan) dengan panjang lebih kurang 3 cm dan diameter 13 mm. Dengan menggunakan X-Ray Refraction didapatkan komposisi masing masing unsur berat % adalah Ag = 29,3996 %, Ga = 36,8123 % dan Se = 30,29 % sedangkan pengukuran dengan X-Ray Diffraction didapatkan parameter kisinya dihitung a = 4,4112 Å, c = 8,8854 Å dan c/a = 2,01426.

### Abstract

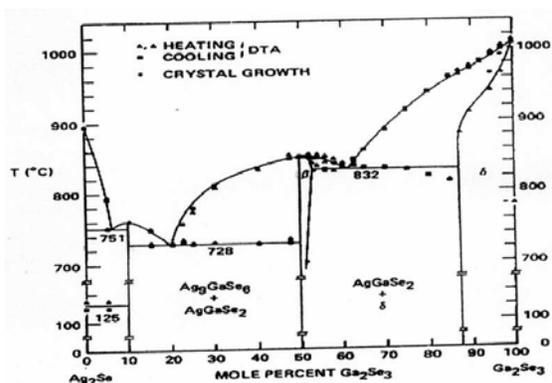
**Optic Properties on  $\text{AgGaSe}_2$  Polycrystal Fabrication.** Polycrystal  $\text{AgGaSe}_2$  is compound (I-III-VI<sub>2</sub>) a semiconductor as basic material for thin film for solar cell. Polycrystal was succesfully grown using Bridgmann Method, heated on sequential temperature treatment until 850°C and cooled down slowly until room temperature. Results observed were in the form of ingot (bars) with more or less 3 cm length and 13 mm in diameter. By using X-Ray Refraction, composition obtained of each element (weight %) was Ag = 29,3996 %, Ga = 36,8123 % and Se = 30,29 % while using X-Ray Diffraction lattice parameter obtained/calculated a = 4,4112 Å, c = 8,8854 Å, and c/a = 2,01426.

*Keywords: Bridgmann Method, chalcopyrite, polycrystal  $\text{AgGaSe}_2$ , lattice parameter.*

### 1. Pendahuluan

Material (I-III-VI<sub>2</sub>) adalah material yang bisa diharapkan sebagai bahan dasar untuk pembuatan sel surya. Sudah banyak diteliti bahwa bahan ini mempunyai nilai koefisien absorpsi yang cukup tinggi [2-4]. Salah satu material (I-III-VI<sub>2</sub>) yang cukup banyak diteliti [5-8] adalah  $\text{CuInSe}_2$  dan mempunyai efisiensi yang relatif tinggi yaitu 14,8 %. Pembuatan material (I-III-VI<sub>2</sub>) ini relatif mudah dan murah. Dengan mengganti golongan Cu dengan Ag dan In dengan Ga maka material  $\text{AgGaSe}_2$  bisa diharapkan menghasilkan sifat-sifat yang sama dengan  $\text{CuInSe}_2$ . Struktur kristal  $\text{AgGaSe}_2$  adalah *Chalcopyrite* dan parameter kisinya a = b dan c/a = 2,000 dan titik cair bahan ini adalah 860°C. Diagram fasa dari material ini dapat dilihat pada Gambar 1 [9].

Pada tulisan disini akan dilakukan cara pembuatan  $\text{AgGaSe}_2$  dan setelah itu akan dihitung parameter kisinya dengan menggunakan X-Ray Diffraction.

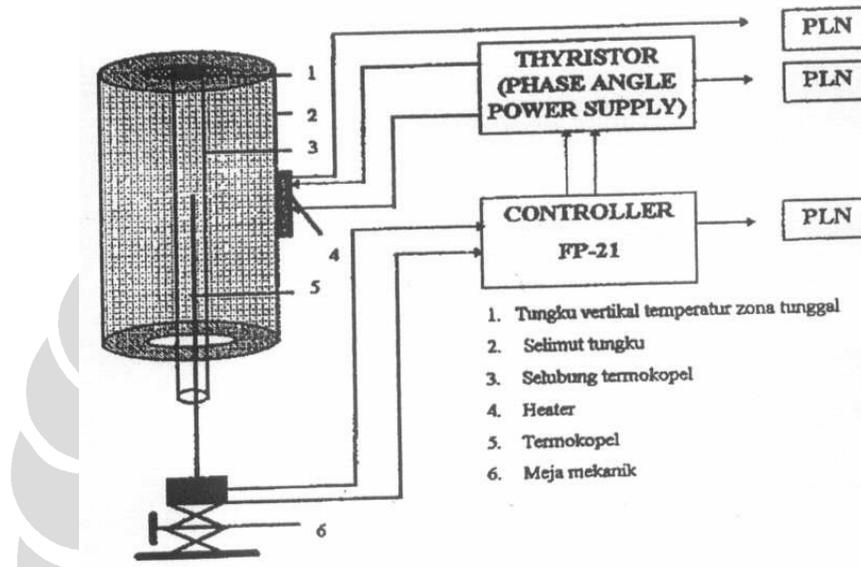


Gambar 1. Diagram fasa  $\text{AgGaSe}_2$  [9]

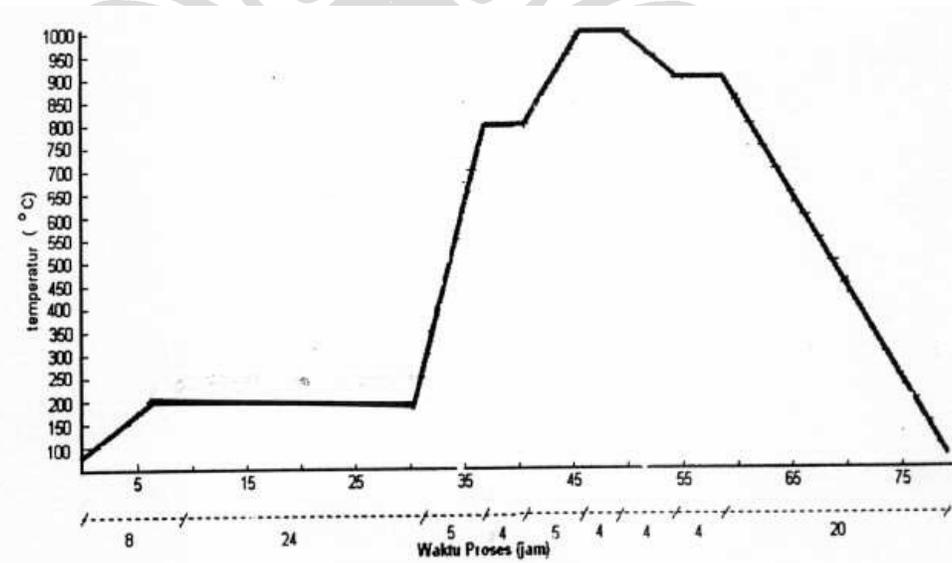
**2. Metode Penelitian**

Penumbuhan polikristal  $AgGaSe_2$  dilakukan di laboratorium energi LSDE-BPPT Serpong. Pertama-tama masing-masing unsur Ag, Ga dan Se dengan tingkat kemurnian 5N ditimbang sesuai dengan berat atomnya, kemudian dimasukkan kedalam suatu ampul

yang terbuat dari kwarsa. Ampul kwarsa divakumkan dengan tingkat kevakuman  $10^{-3}$  Torr dan kemudian ditutup/dilas untuk kemudian dimasukkan ke dalam tungku Bridgmann tegak seperti terlihat pada Gambar 2 [10]. Sedangkan kecepatan peningkatan dan penurunan temperatur dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Tungku Bridgmann tegak.



Gambar 3. Proses penumbuhan polikristal  $AgGaSe_2$ .

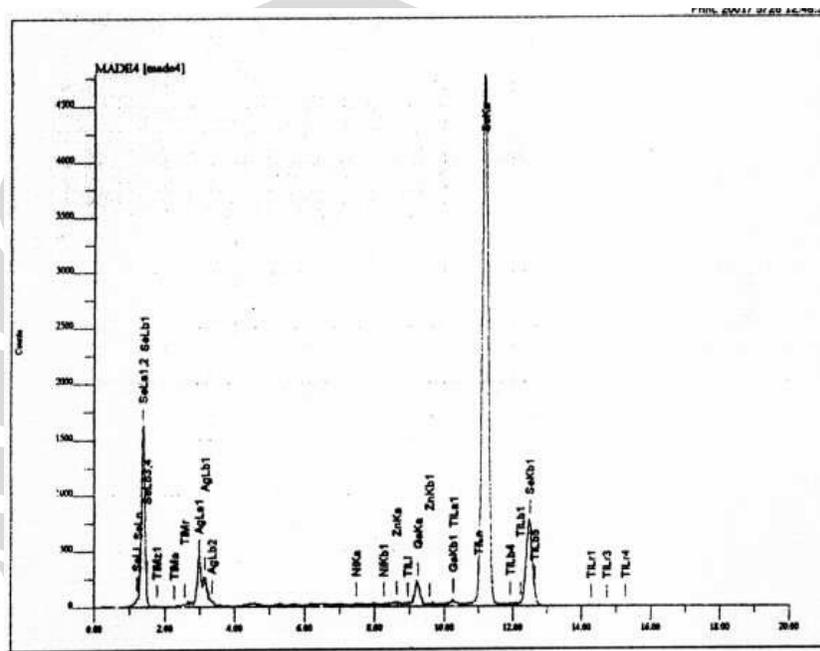
Tabel 1. Kecepatan peningkatan dan penurunan temperatur

Tahap ke	Mulai (°C)	Akhir (°C)	Waktu (jam)	Kecepatan (°C/jam)
1	25	200	8	22
2	200	200	24	0
3	200	750	5	110
4	750	750	4	0
5	750	1000	5	50
6	1000	1000	4	0
7	1000	850	4	-38
8	850	850	4	0
9	850	25	20	-41

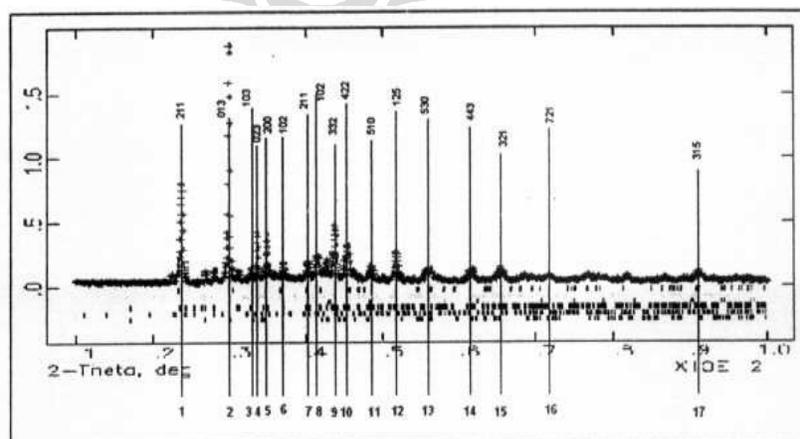
### 3. Hasil dan Pembahasan

Selanjutnya dengan memperhatikan sifat-sifat masing-masing unsur Ag, Ga dan Se (titik didihnya) dan diagram fasa  $\text{AgGaSe}_2$  maka proses penumbuhannya dapat digambarkan pada Gambar 3.

Pengukuran sampel dengan menggunakan *X-Ray Refraction (XRF)*. Pengukuran sampel dilakukan di laboratorium Pascasarjana Ilmu Material Salemba yang dilakukan untuk beberapa sampel. Hasil pengukuran salah satu sampel tersebut diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengukuran sampel dengan XRF.



Gambar 5. Hasil pengukuran dengan XRD

**Tabel 2. Pembentukan fasa dan indeks Miller yang terjadi**

Sampel 5				
dθ	d(Å)	Puncak	Fasa	h k l
22,715	3,910	1	2	2 1 1
29,456	3,029	2	2	0 1 3
33,542	2,669	3	1	1 0 3
33,701	2,656	4	2	0 2 3
34,694	2,583	5	1	2 0 0
36,042	2,489	6	3	1 0 2
40,426	2,229	7	1	2 1 1
42,144	2,142	8	3	1 0 2
44,307	2,042	9	2	3 3 2
46,389	1,955	10	2	4 2 2
48,402	1,878	11	2	5 1 0
52,252	1,749	12	2	1 2 5
55,911	1,643	13	2	5 3 0
61,966	1,496	14	2	4 4 3
66,016	1,414	15	1	3 2 1
72,426	1,303	16	2	7 2 1
92,159	1,069	17	3	3 1 5

Keterangan:

- 1: Fasa AgGaSe<sub>2</sub>
- 2: Fasa Ag<sub>9</sub>GaSe<sub>6</sub>
- 3: Fasa Ag<sub>2</sub>Se

Dari hasil pengukuran dengan *XRF* didapatkan kandungan masing-masing unsurnya wt % adalah Ag = 29,3996 %, Ga = 36,8123 % dan Se = 30,29 %.

Pengukuran sampel dengan *X-Ray Diffraction (XRD)* juga dilakukan di laboratorium yang sama. Pengukuran dilakukan untuk beberapa sampel. Hasil pengukuran salah satu sampel tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari hasil pengukuran *XRD* dapat dihitung parameter kisi kisinya a,b,c dan c/a. Setelah itu dengan menggunakan metoda GISAS dapat dicocokkan posisi puncak-puncak yang terjadi pada hasil *XRD* tersebut. Pembentukan fasa dan indeks Miller yang terjadi diperlihatkan pada Tabel 2.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan data-data yang diperoleh dan juga pengamatan pada proses penumbuhan polikristal

AgGaSe<sub>2</sub> maka dapat disimpulkan bahwa hasil ingot/batangan yang diperoleh secara visual cukup baik, hanya saja hasil *XRF* yang didapat belum menunjukkan stoikiometrik material AgGaSe<sub>2</sub>. Dari *XRF* ditunjukkan wt % Ag = 29,3996 %, Ga = 36,8123 % dan Se = 30,29 %. Hal ini berarti bahwa ingot yang diperoleh belum cukup homogen. Secara umum parameter kisi yang dihasilkan adalah a = 4,4112 Å, c = 8,8854 Å dan c/a = 2,01426. Ini menunjukkan bahwa struktur AgGaSe<sub>2</sub> adalah *chalcopirite*. Disarankan pada penelitian disini, agar hasilnya lebih baik maka pada saat proses penumbuhan polikristal AgGaSe<sub>2</sub> pengadukannya/*rocking* supaya dibantu suatu motor yang putarannya lebih rendah.

#### Daftar Acuan

- [1] I Dewa Made Janusetiawan, Tesis Magister, Program Studi Ilmu Material, Program Pascasarjana FMIPA, Universitas Indonesia, Indonesia, 2001.
- [2] L. L. Kazmerski, F. R. White, M. S. Ayyagari, Y. J. Juang, R. P. Patterson, J. Vac. Sci. Technol. 14 (1977) 65.
- [3] S. Isomura, A. Nagamatsu, K. Shinohara, T. Aono, Solar Cell 16 (1986) 143.
- [4] R. Noufi, J. Dick, J. Appl. Phys. 58 (1985) 3884.
- [5] L. Stolt, J. Hedström, J. Kessler, M. Ruckh, K-O. Velthaus, H-W. Schock, Appl. Phys. Lett. 62 (1993) 597.
- [6] R. W. Birkmire, J. L. Phillips, Stable High Efficiency CuInSe<sub>2</sub> Based Polycrystalline Thin Films Tandem Solar Cell, Final Report, S.E.R.I Report No.SERI/STR 211-3249, 1987.
- [7] L. S. Palatnik, E. K. Belova, Neorgan. Mater.3 (1967) 2194.
- [8] A. Congiu, L. Garbado, P. Manca, Mat. Res. Bull. 8 (1973) 293.
- [9] D.W. Jones, In: C.H.L Goodmann (Ed.), Refractory Metal Crystal Growth Techniques, Crystal Growth Theory and Technique, vol. 1, Plenum Press, New York, 1980.
- [10] A.H. Soepardjo, Dr. Thesis, Universite Montpellier II, Perancis, 1993.