

# PENGARUH TEMPERATUR SUBSTRAT TERHADAP KUALITAS KRISTAL LAPISAN TIPIS $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$ HASIL PREPARASI TEKNIK EVAPORASI VAKUM

## *THE EFFECT OF SUBSTRATE TEMPERATURE VARIATIONS ON THE CRYSTAL QUALITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$ THIN FILMS PREPARATION BY VACUUM EVAPORATION METHOD*

Oleh: Hilma Eka Masitoh<sup>1)</sup>, Dr. Ariswan<sup>2)</sup>

Mahasiswa Program Studi Fisika, Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta<sup>1)</sup>,

Dosen Program Studi Fisika, Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta<sup>2)</sup>

hilma.ekamasitoh@gmail.com<sup>1)</sup>, ariswan@uny.ac.id<sup>2)</sup>

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menumbuhkan lapisan tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  dengan teknik evaporasi vakum untuk mempelajari karakter lapisan tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  sebagai semikonduktor dengan karakterisasi struktur kristal, morfologi permukaan, dan komposisi kimia. Preparasi dilakukan pada tekanan ( $5 \times 10^{-5}$ ) mbar dengan melakukan variasi temperatur substrat. Temperatur substrat divariasi sebanyak 4 kali, yaitu 250°C, 300°C, 350°C, dan 400°C. Sampel dikarakterisasi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk mengetahui struktur kristal, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk mengetahui morfologi permukaan, dan EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) untuk mengetahui komposisi kimia. Hasil menunjukkan bahwa keempat sampel memiliki struktur kristal kubik dengan parameter kisi menggunakan metode analitik, sampel 1 (temperatur substrat 250°C):  $a = b = c = 6,049 \text{ \AA}$ , sampel 2 (temperatur substrat 300°C):  $a = b = c = 6,109 \text{ \AA}$ , sampel 3 (temperatur substrat 350°C):  $a = b = c = 6,259 \text{ \AA}$ , sampel 4 (temperatur substrat 400°C):  $a = b = c = 6,442 \text{ \AA}$ , sedangkan parameter kisi dengan metode *Le Bail*, sampel 1 (temperatur substrat 250°C):  $a = b = c = 6,281 \text{ \AA}$ , sampel 2 (temperatur substrat 300°C):  $a = b = c = 6,317 \text{ \AA}$ , sampel 3 (temperatur substrat 350°C):  $a = b = c = 6,327 \text{ \AA}$ , sampel 4 (temperatur substrat 400°C):  $a = b = c = 6,327 \text{ \AA}$ . Variasi temperatur substrat menyebabkan perbedaan kualitas kristal lapisan tipis tiap sampel, yang ditandai dengan adanya perbedaan intensitas spektrum. Permukaan lapisan tipis homogen terdiri atas butiran berukuran ( $\sim 0,2$ )  $\mu\text{m}$  dan ketebalan lapisan tipis ( $\sim 0,6$ )  $\mu\text{m}$ . Lapisan tipis mengandung unsur Sn, S, dan Te dengan persentase komposisi kimia Sn = 52,31%, S = 0,88%, dan Te = 46,81%. Perbandingan molaritas Sn : S : Te adalah 1,04 : 0,02 : 0,94.

Kata kunci: semikonduktor, lapisan tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$ , teknik evaporasi

### Abstract

*This research aims to grow  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  thin films by vacuum evaporation method to study characterization of  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  thin films as semiconductor materials which includes characterization of the crystal structure, surface morphology, and chemical composition. The preparation process were performed on ( $5 \times 10^{-5}$ ) mbar pressure with substrate temperature variations. The substrate temperatures were varied for four times, namely 250°C, 300°C, 350°C and 400°C. Samples were characterized by XRD (*X-Ray Diffraction*) to determine the crystal structure, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) to determine the surface morphology, and EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) to determine the chemical composition. The result showed that the four samples had cubic crystal structure with the lattice parameters using analytical method were sample 1 (the substrate temperature was 250°C):  $a = b = c = 6.049 \text{ \AA}$ , sample 2 (the substrate temperature was 300°C):  $a = b = c = 6.109 \text{ \AA}$ , sample 3 (the substrate temperature was 350°C):  $a = b = c = 6.259 \text{ \AA}$ , and sample 4 (the substrate temperature was 400°C):  $a = b = c = 6.442 \text{ \AA}$ , while the lattice parameters using *Le Bail* method were sample 1:  $a = b = c = 6.281 \text{ \AA}$ , sample 2:  $a = b = c = 6.317 \text{ \AA}$ , sample 3:  $a = b = c = 6.327 \text{ \AA}$ , sample 4:  $a = b = c = 6.327 \text{ \AA}$ . The substrate temperature variations caused the difference in thin films quality, marked by the difference of spectrum intensity. The surface of sample was homogenous and consisted of grains with ( $\sim 0,2$ )  $\mu\text{m}$  size and ( $\sim 0,6$ )  $\mu\text{m}$  thickness. Thin film contains elements of Sn, S, and Te with the chemical composition percentages were Sn = 52.31%, S = 0.88%, and Te = 46.81%. So, the molarity comparisons of Sn : S : Te was 1,04 : 0.02 : 0.94.*

Keywords: semiconductor,  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  thin films, vacuum evaporation method

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi elektronika yang semakin cepat telah memicu perkembangan dalam bidang teknologi material secara global. Kemajuan ini didukung oleh penemuan dan pengembangan material semikonduktor yang merupakan pembuatan devais elektronik, optoelektronik, dan piranti sel surya. Menurut Rio (1982: 151) kemajuan yang sangat cepat terjadi setelah ditemukannya beberapa komponen semikonduktor yang memberikan sifat fisis yang unik.

Salah satu bahan semikonduktor yang dikembangkan dalam penelitian adalah *Tin Sulfide* (SnS) dan *Tin Telluride* (SnTe). SnS adalah material yang dapat digunakan dalam aplikasi bahan optoelektronika maupun aplikasi fotovoltaik (Avellaneda, 2007). Bahan SnS dan SnTe relatif murah dan bukan merupakan bahan yang mengandung *toxic* serta bahan yang melimpah di alam (Malaquias, 2011). SnS dan SnTe memiliki kesamaan, yaitu merupakan semikonduktor tipe-p yang dibuat dari perpaduan antara golongan IVA (Sn) dan golongan VIA (S dan Te). Senyawa Timah Sulfida digunakan sebagai penyerap cahaya dalam semikonduktor karena memiliki koefisien absorpsi yang tinggi, yaitu ( $>10^4$ )  $\text{cm}^{-1}$  (Sheini, 2015). Penelitian dari Mathews (2010) menunjukkan bahan ini memiliki celah energi 1,5 eV dan efisiensi hingga mencapai 25% menurut penelitian Yue (2009), sehingga cocok sebagai bahan penyerap cahaya untuk aplikasi sel surya. *Tin Telluride* merupakan senyawa Timah dengan Telurium yang memiliki fase SnTe dan energi gap sebesar 0,35 eV (Saini, 2010). Material paduan SnTe ini menerima banyak perhatian karena memiliki sifat fisis yang menarik. Bahan ini dapat digunakan sebagai deteksi inframerah (3-14  $\mu\text{m}$ ), detektor foto, dan perangkat termoelektrik, serta baru-baru ini SnTe ditempatkan sebagai bahan yang paling menjajikan untuk aplikasi fotovoltaik (Saini, 2010).

Dari uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk preparasi dan karakterisasi bahan semikonduktor lapisan tipis Sn(S,Te). Material Sn(S,Te) (*Tin Selenida Telluride*) merupakan perpaduan tiga unsur, yaitu Sn dari golongan IVA, dengan S dan Te dari golongan VIA. Penelitian tentang Sn(S<sub>1-x</sub>Te<sub>x</sub>) belum pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini melatar belakangi dilakukannya penumbuhan lapisan tipis bahan Sn(S<sub>1-x</sub>Te<sub>x</sub>). Karakterisasi bahan diarahkan untuk mengetahui pengaruh doping unsur S (*Sulfur*) pada semikonduktor lapisan tipis SnTe. Pengaruh tersebut diperkirakan pada dua kuantitas fisis yang menjadi parameter penting terhadap sifat dan kemampuan absorpsi bahan. Pertama pada struktur kristal, yaitu bagaimana bentuk kebergantungan parameter kisi kristal lapisan tipis Sn(S<sub>x</sub>Te<sub>1-x</sub>) terhadap fraksi x atom Sulfur, mengingat struktur kristal paduan SnTe adalah kubik dan struktur kristal atom Sulfur adalah orthorombik, serta pengaruhnya terhadap parameter kisi kristal. Kedua, bagaimana pula kebergantungan energi gap sebagai fungsi dari fraksi x atom Sulfur, mengingat energi gap paduan SnTe adalah 0,35 eV menurut Saini (2010), dan energi gap unsur Sulfur 2,79 eV menurut Liu (2012). Karena keterbatasan sistem peralatan yang ada, persoalan pertama saja yang akan menjadi fokus penelitian ini, yaitu kebergantungan parameter kisi terhadap komposisi x atom Sulfur dalam sistem senyawa Sn(S,Te) dengan perbandingan molaritas unsur, yaitu Sn(S<sub>0,2</sub>Te<sub>0,8</sub>). Dalam kemungkinan aplikasinya sebagai fotovoltaik, efisiensi konversi energi surya ditentukan oleh energi gap bahan, sedangkan energi gap bahan semikonduktor pada umumnya ditentukan oleh parameter kisi kristal bahannya (Goetzberger, 2000: 1). Disamping itu, menurut Hanna (2000: 71) kualitas persambungan sel surya ditentukan oleh kesesuaian parameter kisi bahan. Sehingga penelitian ini memiliki dampak yang sangat besar, diantaranya adalah masih

diperlukannya data-data semikonduktor lapisan tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  yang diperlukan dalam aplikasi bahan, seperti pada terapan teknologi detektor inframerah, maupun piranti sel surya yang kaitannya peningkatan efisiensi konversi sel surya.

Salah satu penumbuhan lapisan tipis adalah metode evaporasi vakum. Metode ini memiliki kelebihan, antara lain hasil preparasi yang dihasilkan lebih baik dan merata pada permukaan substrat. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan lapisan tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  menggunakan metode evaporasi vakum. Parameter yang divariasikan adalah temperatur substrat. Setelah lapisan tipis terbentuk, dilakukan karakterisasi untuk mengetahui struktur kristal menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*), morfologi permukaan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*), dan komposisi kimia menggunakan EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*). Dari hasil karakterisasi dapat diketahui pengaruh temperatur substrat terhadap lapisan tipis yang terbentuk.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari sampai Mei 2016 di Laboratorium Fisika Material UNY, Laboratorium Kimia Organik FMIPA UNY, dan Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Institut Teknologi Bandung.

### Langkah Penelitian

Penelitian ini meliputi 2 tahap, yaitu tahap preparasi dan tahap karakterisasi. Tahap preparasi merupakan tahap penumbuhan lapisan tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  menggunakan teknik evaporasi vakum yang bekerja pada tekanan ( $5 \times 10^{-5}$ ) mbar dengan jarak *spacer* (jarak antara *crucible* dan substrat) adalah 15,6 cm. Parameter yang divariasikan adalah temperatur substrat sebanyak 4 kali, yaitu 250°C, 300°C, 350°C, dan 400°C. Bahan pada cawan

(*crucible*) dipanaskan sehingga terdposisi pada substrat kaca dan membentuk lapisan tipis. Tahap karakterisasi dilakukan untuk mengetahui struktur kristal dengan XRD, morfologi permukaan dengan SEM, dan komposisi kimia dengan EDS.

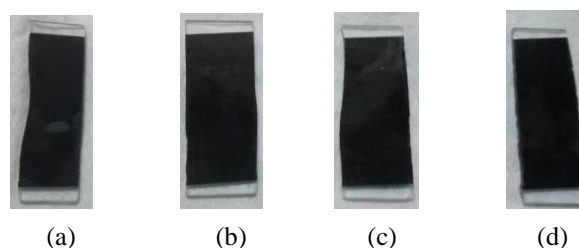
### Teknik Analisis Data

Hasil XRD berupa difraktogram. Lalu dilakukan pencocokan data penelitian dengan data standar (JCPDS) sehingga diperoleh struktur kristal. Parameter kisi kristal ditentukan dengan metode *Le Bail* dan metode Analitik. Penentuan parameter kisi dengan Metode *Le Bail* melalui *software* LPHM-Rietica. Hasil SEM berupa foto yang memuat informasi ukuran butiran (*grain*), ketebalan lapisan tipis, dan homogenitas permukaan. Hasil EDS berupa spektrum intensitas terhadap energi yang memuat informasi komposisi kimia sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Preparasi Lapisan Tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$

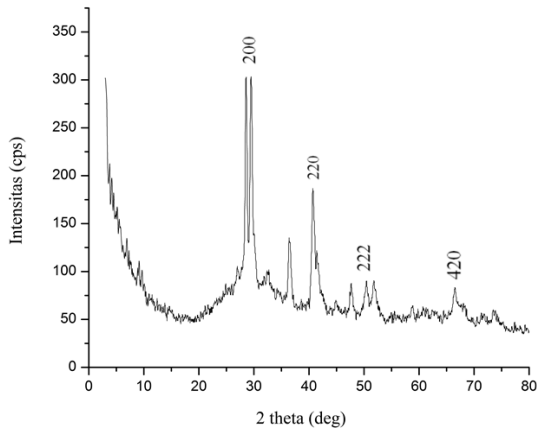
Penelitian ini menghasilkan empat buah sampel lapisan tipis dengan temperatur substrat 250°C, 300°C, 350°C, dan 400°C seperti pada Gambar 1.



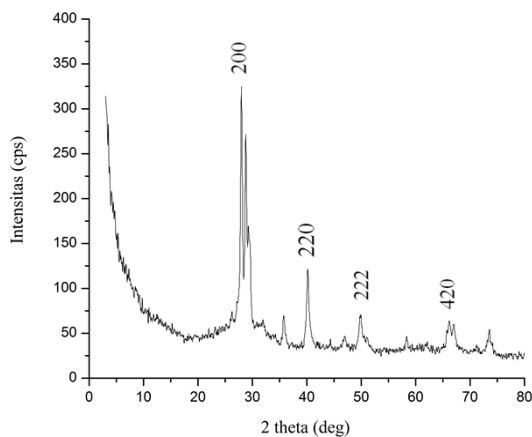
Gambar 1. Hasil Preparasi Lapisan Tipis (a) Sampel 1, (b) Sampel 2, (c) Sampel 3, dan (d) Sampel 4

Data yang diperoleh dari XRD berupa spektrum, yaitu ditunjukkan oleh Gambar 2, 3, 4, dan 5 yang menyatakan intensitas sebagai fungsi dari  $2\theta$  sebagai sudut difraksi dan  $d_{hkl}$  sebagai jarak antar bidang. Difraktogram XRD hasil eksperimen dicocokkan dengan difraktogram data standar. Data standar

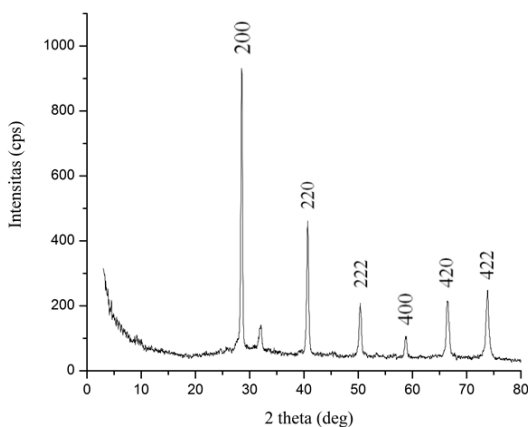
diperoleh dari *database* JCPDS. Setelah dilakukan pencocokan, diperoleh data yang paling cocok dengan sampel, yaitu JCPDS nomor 46-1210. Data menunjukkan bahwa sampel  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  berada pada grup ruang (*space grup*) FM3M dan mempunyai struktur kubik.



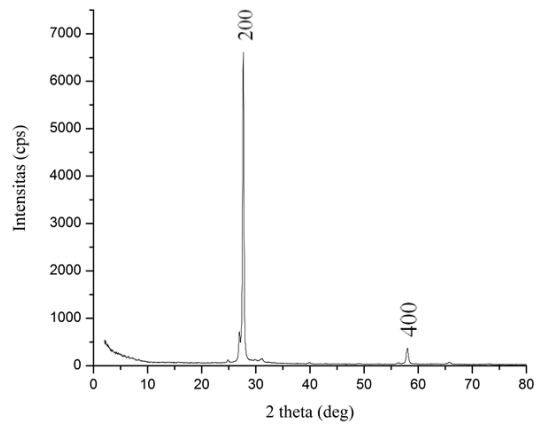
Gambar 2. Difraktogram Lapisan Tipis Sampel 1 (250°C)



Gambar 3. Difraktogram Lapisan Tipis Sampel 2 (300°C)



Gambar 4. Difraktogram Lapisan Tipis Sampel 3 (350°C)



Gambar 5. Difraktogram Lapisan Tipis Sampel 4 (400°C)

### Analisis Parameter Kisi

Penentuan parameter kisi  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  dilakukan dengan metode *Le Bail* dan metode Analitik. Berdasarkan puncak-puncak dominan yang muncul pada difraktogram hasil XRD, kemudian dilakukan pencocokan (*search match analysis*) dengan menggunakan *database* JCPDS (*Joint Committee on Powder Diffraction Standard*). Data yang paling cocok dengan sampel, yaitu JCPDS nomor 46-1210, pada grup ruang (*space grup*) FM3M, dan terkrystalisasi dalam struktur kubik. Hasil perbandingan data difraktogram tiap sampel dengan JCPDS nomor 46-1210 disajikan dalam Tabel 1, 2, 3, dan 4.

Tabel 1. Perbandingan Hasil XRD  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  Sampel 1 dengan JCPDS

Peak	$\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$		JCPDS		h k l
	$2\theta$ (°)	I (%)	$2\theta$ (°)	I (%)	
1	28,537	100	28,190	100	2 0 0
2	40,72	53	40,283	50	2 2 0
3	51,83	10	49,884	14	2 2 2
4	66,29	9	65,968	13	4 2 0

Tabel 2. Perbandingan Hasil XRD  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  Sampel 2 dengan JCPDS

Peak	$\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$		JCPDS		h k l
	$2\theta$ (°)	I (%)	$2\theta$ (°)	I (%)	
1	27,959	100	28,190	100	2 0 0
2	40,21	31	40,283	14	2 2 0
3	49,90	17	49,884	13	2 2 2
4	66,07	12	65,968	13	4 2 0

Tabel 3. Perbandingan Hasil XRD Sn(S<sub>0,2</sub>Te<sub>0,8</sub>) Sampel 3 dengan JCPDS

Peak	Sn(S <sub>0,2</sub> Te <sub>0,8</sub> )		JCPDS		h k l
	2θ (°)	I (%)	2θ (°)	I (%)	
1	28,499	100	28,190	100	2 0 0
2	40,667	46	40,283	50	2 2 0
3	50,36	19	49,884	14	2 2 2
4	58,687	9	58,278	7	4 0 0
5	66,39	22	65,968	13	4 2 0
6	73,821	26	73,222	8	4 2 2

Tabel 4. Perbandingan Hasil XRD Sn(S<sub>0,2</sub>Te<sub>0,8</sub>) Sampel 4 dengan JCPDS

Peak	Sn(S <sub>0,2</sub> Te <sub>0,8</sub> )		JCPDS		h k l
	2θ (°)	I (%)	2θ (°)	I (%)	
1	27,669	4866	28,190	100	2 0 0
2	58,11	1	58,278	7	4 0 0

Penentuan parameter kisi dengan metode Analitik menggunakan persamaan Bragg, sebagai berikut:

$$n \lambda = 2 d \sin \theta \tag{1}$$

Jarak antar bidang struktur kubik dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\frac{1}{d^2} = \left( \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2} \right) \tag{2}$$

Dengan menerapkan persamaan hukum Bragg (1) dan mensubstitusikan persamaan (2), maka didapatkan persamaan:

$$\frac{4 \sin^2 \theta}{\lambda^2} = \left( \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2} \right) \tag{3}$$

Maka,

$$\sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4a^2} (h^2 + k^2 + l^2) \tag{4}$$

Untuk mendapatkan nilai parameter kisi *a*, dari persamaan (4) diperoleh:

$$\sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4a^2} (h^2 + k^2 + l^2) \tag{5}$$

Misal:  $A = \frac{\lambda^2}{4a^2}$ ,  $B = \frac{\lambda^2}{4b^2}$ ,  $C = \frac{\lambda^2}{4c^2}$  (6)

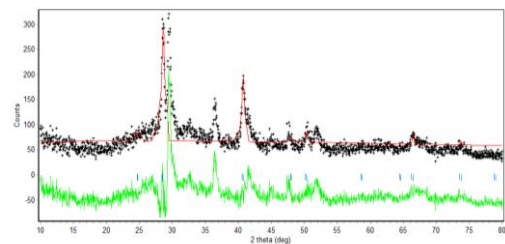
Dengan mensubstitusikan persamaan (6) ke dalam persamaan (5), didapatkan:

$$\sin^2 \theta = A(h^2 + k^2 + l^2) \tag{7}$$

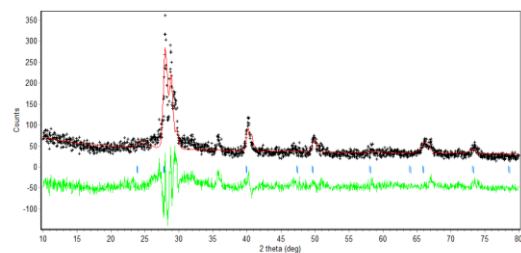
Maka parameter kisi *a* dapat ditulis:

$$a = \sqrt{\frac{\lambda^2}{4A}} \tag{8}$$

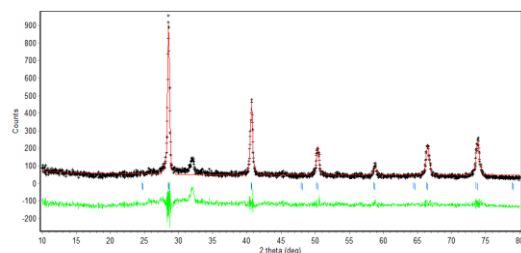
Dengan metode *Le Bail*, digunakan program komputer LPHM-Rietica. Metode ini digunakan untuk *refinement* atau penghalusan data difraktogram hasil XRD. Cara kerja program ini adalah menjadikan data difraktogram hasil XRD sebagai data *input* pada program komputer LPHM-Rietica. Penghalusan dilakukan dengan melakukan pergeseran nilai-nilai parameter yang lain (misalnya *peak shape*/bentuk puncak) sehingga dihasilkan kemiripan struktur yang maksimal antara difraksi sinar-X hasil penelitian dengan struktur model acuan yang digunakan. Kemiripan antara difraksi sinar-X hasil penelitian dengan model acuan ditandai dengan adanya grafik residu (selisih antara intensitas puncak difraksi hasil penelitian dengan kalkulasi) yang tergambar mendekati lurus.



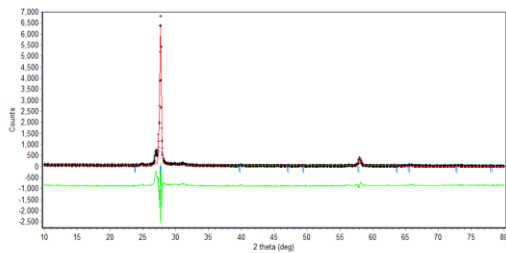
Gambar 6. Hasil *Refinement* Metode *Le Bail* Sampel 1 (250°C)



Gambar 7. Hasil *Refinement* Metode *Le Bail* Sampel 2 (300°C)



Gambar 8. Hasil *Refinement* Metode *Le Bail* Sampel 3 (350°C)



Gambar 9. Hasil *Refinement* Metode *Le Bail* Sampel 4 (400°C)

Hasil *refinement* pada Gambar 6, 7, 8, dan 9 memberikan *output* nilai parameter kisi untuk masing-masing sampel, kemudian nilai parameter kisi tersebut dan nilai parameter dengan metode Analitik dibandingkan terhadap data standar JCPDS.

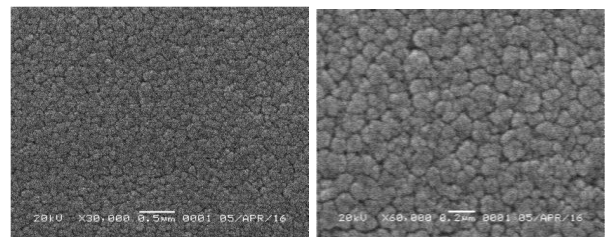
Tabel 5. Parameter Kisi Hasil Analisis Metode *Le Bail* dan Metode Analitik pada Keempat Sampel

Sampel	Parameter Kisi $a$ (Å)		
	JCPDS SnTe	Metode Analitik	Metode <i>Le Bail</i>
1	6,327	6,049	6,281
2		6,109	6,317
3		6,259	6,327
4		6,442	6,327

Berdasarkan data pada Tabel 5, variasi temperatur substrat tidak memengaruhi struktur kristal, namun relatif memengaruhi parameter kisi. Berdasarkan identifikasi puncak maksimum pada difraktogram hasil XRD sampel  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$ , temperatur substrat menyebabkan perbedaan kualitas sampel yang ditunjukkan intensitas relatif pada difraktogram sampel dengan temperatur substrat 400°C lebih tinggi daripada sampel dengan temperatur substrat 250°C, 300°C, dan 350°C. Intensitas yang tinggi menunjukkan keteraturan atom penyusun lapisan tipis juga tinggi.

### Morfologi Permukaan Hasil SEM

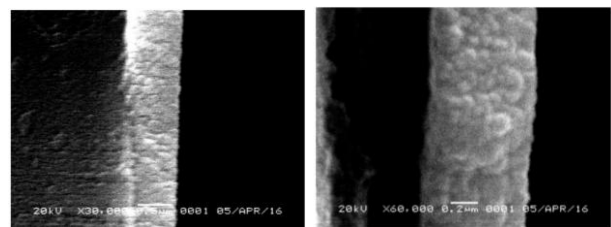
Karakterisasi SEM menghasilkan foto yang menunjukkan morfologi permukaan lapisan tipis yang terbentuk, sebagai berikut:



(a) (b)  
Gambar 10. Morfologi Permukaan Lapisan Tipis dengan Perbesaran (a) 30.000 kali (b) 60.000 kali

Morfologi permukaan lapisan tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  yang terdeposit pada permukaan substrat kaca dikarakterisasi menggunakan SEM dan hasil pengamatan SEM tersebut berupa foto-foto yang ditampilkan pada Gambar 10 dan 11. Hasil analisis SEM untuk lapisan tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  pada Gambar 10 (a) dengan perbesaran 30.000 kali, *grain* sudah terlihat, sedangkan hasil analisis SEM untuk lapisan tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  pada 10 (b) yaitu pada perbesaran 60.000 kali, memperlihatkan adanya keseragaman bentuk, struktur, dan warna butir kecil-kecil (*grain*) yang berukuran mendekati  $0,2 \mu\text{m}$  sehingga morfologi permukaan cukup merata dan terdistribusi secara homogen.

Ketebalan lapisan tipis didapatkan dengan mengambil foto SEM *cross section* (tampang melintang) dari lapisan. Hasil foto dari SEMampang melintang lapisan tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  yang terdeposit pada substrat kaca dengan ketebalan  $0,6 \mu\text{m}$ , lapisan ditampilkan pada Gambar 11.

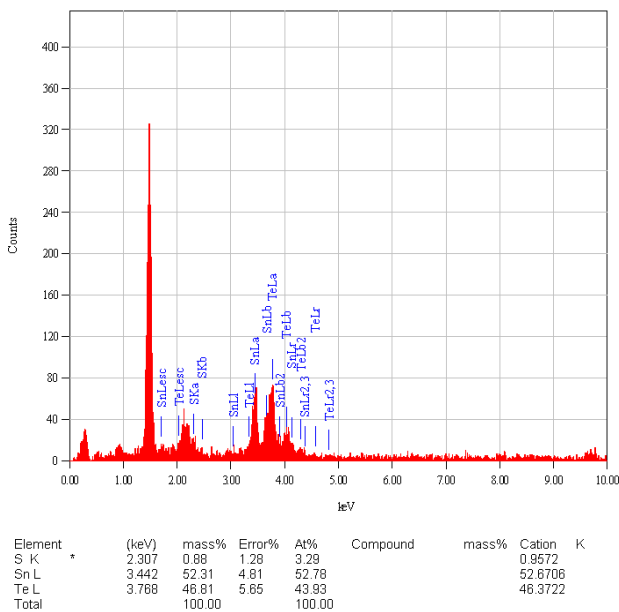


(a) (b)  
Gambar 11. Foto Morfologi Tampang Melintang (*Cross Section*) Permukaan Lapisan Tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  Sampel 4 dengan Perbesaran (a) 30.000 kali, dan (b) 60.000 kali



### Komposisi Kimia Hasil EDS

Hasil pengujian EDS menampilkan analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif digunakan untuk menentukan jenis unsur yang ada pada sampel. Pada analisis ini akan muncul puncak-puncak energi pada kurva yang telah dianalisis. Sedangkan analisis kuantitatif digunakan untuk mengetahui komposisi unsur-unsur penyusun material yang telah dianalisis. Dari analisis kuantitatif ini ditampilkan unsur-unsur yang teridentifikasi lengkap dengan persentase massa dan persentase atomik. Gambar 12 adalah tampilan hasil karakterisasi EDS lapisan tipis Sn(S<sub>0,2</sub>Te<sub>0,8</sub>) sampel 4 (temperatur substrat 400°C).



Gambar 12. Hasil Karakterisasi EDS pada Sampel 4 (400°C)

Berdasarkan hasil karakterisasi EDS diketahui bahwa preparasi kristal semikonduktor lapisan tipis Sn(S<sub>0,2</sub>Te<sub>0,8</sub>) sampel 4 mengandung unsur *Stannum* (Sn), *Sulfur* (S), dan *Tellurium* (Te), serta dapat diketahui perbandingan persentase komposisi kimia bahan dasarnya, yaitu unsur Sn = 52,31 %, S = 0,88 %, dan Te = 46,81 %. Perbandingan komposisi unsur kristal semikonduktor Sn(S<sub>0,2</sub>Te<sub>0,8</sub>) dengan hasil

karakterisasi EDS terhadap teori, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Molaritas Unsur Sn, S, dan Te pada Kristal Semikonduktor Sn(S<sub>0,2</sub>Te<sub>0,8</sub>) Hasil Karakterisasi EDS untuk Sampel 4

Pencocokan Data	Perbandingan Mol Unsur		
	Sn	S	Te
Konsentrasi unsur hasil penelitian EDS (%)	52,31	0,88	46,81
Perbandingan mol unsur secara penelitian	1,04	0,02	0,94
Perbandingan mol unsur secara teori	1	0,2	0,8

Berdasarkan Tabel 6, hasil karakterisasi EDS menunjukkan bahwa hasil komposisi kimia dari hasil EDS dibandingkan dengan teori hasilnya hampir sama. Tetapi ada perbedaan perbandingan molaritas pada unsur S yang hanya 0,02 sedangkan secara teori yakni 0,2. Hal ini menunjukkan bahwa bahan sangat *non stoichiometry*, yang artinya tidak menempelnya dengan sempurna uap pada substrat. Hal ini disebabkan diantaranya uap yang bergerak ke atas, sehingga tidak sampai menempel ke substrat, atau uap memiliki kecepatan yang tinggi yang akhirnya terpental dari substrat sehingga tidak menempel pada substrat, serta bahan paduan lapisan tipis Sn(S<sub>0,2</sub>Te<sub>0,8</sub>) miskin bahan *Sulfur* (S) dan kaya akan *Tellurium* (Te), sehingga pada hasil karakterisasi EDS, diketahui bahwa proses bahan yang dilakukan sudah berhasil, yaitu dengan terbentuknya unsur Sn, S, dan Te.

### SIMPULAN DAN SARAN

#### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa karakterisasi XRD menunjukkan lapisan tipis Sn(S<sub>0,2</sub>Te<sub>0,8</sub>) hasil preparasi dengan metode evaporasi vakum mempunyai struktur kristal kubik dengan parameter kisi sampel 1, metode analitik:  $a = b = c = 6,049 \text{ \AA}$ , metode *Le Bail*:

$a = b = c = 6,281 \text{ \AA}$ , sampel 2 metode analitik:  $a = b = c = 6,109 \text{ \AA}$ , metode *Le Bail*:  $a = b = c = 6,317 \text{ \AA}$ , sampel 3 metode analitik:  $a = b = c = 6,259 \text{ \AA}$ , metode *Le Bail*:  $a = b = c = 6,327 \text{ \AA}$ , dan sampel 4 metode analitik:  $a = b = c = 6,442 \text{ \AA}$ , metode *Le Bail*:  $a = b = c = 6,327 \text{ \AA}$ . Semakin tinggi temperatur substrat (yang digunakan dalam penelitian, yaitu  $250^\circ\text{C}$  hingga  $400^\circ\text{C}$ ) akan dihasilkan lapisan tipis dengan kualitas kristal yang semakin baik. Hal ini ditunjukkan oleh difraktogram sampel 4 yang mempunyai intensitas lebih tinggi daripada sampel 1, 2, dan 3. Intensitas spektrum yang tinggi menunjukkan susunan atom penyusun lapisan tipis juga memiliki keteraturan yang semakin baik. Lapisan tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$  memiliki ketebalan ( $\sim 0,6$ )  $\mu\text{m}$  dan mempunyai morfologi permukaan yang tersusun atas *grain*/butiran-butiran berukuran ( $\sim 0,2$ )  $\mu\text{m}$  dengan persentase komposisi kimia  $\text{Sn} = 52,31\%$ ,  $\text{S} = 0,88\%$ , dan  $\text{Te} = 46,81\%$ , sehingga perbandingan molaritas  $\text{Sn} : \text{S} : \text{Te}$  adalah  $1,04 : 0,02 : 0,94$  sedangkan perbandingan secara teoritis adalah  $1 : 0,2 : 0,8$ .

### Saran

Pemvakuman dilakukan sampai tekanan lebih rendah lagi untuk meminimalisasi adanya oksidasi pada saat preparasi. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai sifat-sifat fotokonduktivitas, efek Hall, penentuan *energy gap*, resistivitas, mobilitas, dan lain-lain. Penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan sel surya berbasis lapisan tipis  $\text{Sn}(\text{S}_{0,2}\text{Te}_{0,8})$ .

### DAFTAR PUSTAKA

Avellaneda, D, G. Delgado, M.T.S. Nair, P.K. Nair. (2007). *Thin Solid Films*. 515 5771.  
Goetznerger, A & Hebling, C. (2000). *Solar Energy Material and Solae Cells*. 62 p.1.

Hanna, G, Jasenek, A, Rau, U, and Achock, H.W. (2001). *Thin Solid Films*. 387 p.71.  
Malaquias .J, P.A. Fernandes, P.M.P. Salome, A.F. da Cunha, *Thin Solid Films* 519 (2011) 7416e7420.  
Mathews, N.R., H.B.M. Anaya, M.A. Cortes-Jacome, C. Angeles-Chavez, J.A. Toledo-Antonio, J. *Electrochem. Soc.* 157 (2010) 337e341.  
Rio, Reka & Lida, M. (1982). *Fisika dan Teknologi Semikonduktor*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.  
Saini, R. et. Al. (2010). *Structural and Electrical Characterization of Sinters SnTe Films*. Jurnal, Department of Physics.  
Sheini, F. Jamali, R. Yousefi, N.A. Bakr, M. Cheraghizade, M. Sookhajian, N.M. Huang, *Mater. Sci. Semicond. Process* 32 (2015) 172e178.  
Yue, G.H., D.L. Peng, P.X. Yan, L.S. Wang, W. Wang, X.H. Luo, J. *Alloys Compd.* 468 (2009) 254e257.