

PENGARUH ALUR SUHU TERHADAP KUALITAS KRISTAL $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ HASIL PREPARASI DENGAN TEKNIK BRIDGMAN UNTUK APLIKASI SEL SURYA

STREAM OF TEMPERATURE CRYSTAL $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ QUALITY EFFECT ON PREPARATION OUTCOME THROUGH BRIDGMAN TECHNIQUE FOR SOLAR CELL

Oleh:

Anggraeni Kumala Dewi, Dr. Ariswan

anggraenikumala@gmail.com, ariswan@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh alur suhu terhadap kualitas struktur kristal, morfologi permukaan, dan komposisi kimia kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ yang terbentuk. Penumbuhan kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ diperoleh dari hasil preparasi dengan Teknik Bridgman. Pada keempat sampel kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ dilakukan variasi alur suhu. Alur suhu sampel I pada suhu 350°C dikonstankan selama 3 jam kemudian suhu 600°C dikonstankan selama 3 jam. Alur suhu sampel II pada suhu 350°C dikonstankan selama 2 jam kemudian suhu 600°C dikonstankan selama 4,5 jam. Alur suhu sampel III pada suhu 350°C dikonstankan selama 6 jam kemudian suhu 600°C dikonstankan selama 1 jam. Alur suhu sampel IV pada suhu 350°C dikonstankan selama 5 jam kemudian suhu 600°C dikonstankan selama 6 jam. Selanjutnya dikarakterisasi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk mengetahui struktur kristal, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk mengetahui morfologi permukaan, dan EDAX (*Energy Dispersive Analysis of X-ray*) untuk mengetahui komposisi kimia. Hasil karakterisasi XRD pada keempat sampel menunjukkan kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ memiliki struktur orthorombik, dengan sampel I dan III memiliki intensitas yang paling tinggi. Hasil karakterisasi SEM pada sampel I dan III menunjukkan bahwa terbentuknya kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ ditandai dengan adanya butiran-butiran atau *grain*. Berdasarkan hasil EDAX, diketahui bahwa kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ mengandung unsur Sn, Se, dan Te dengan persentase komposisi kimia pada sampel I Sn = 39,85 %, Se = 36,09 %, dan Te = 2,57 %. Perbandingan molaritas pada sampel I Sn : Se : Te adalah 1 : 0,90 : 0,10.

Kata kunci: Alur Suhu, Semikonduktor, Kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$, Teknik Bridgman

Abstract

*This study aims determine stream of temperature crystal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ quality effect, morphology surface, and chemical composition of crystal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$. The growth of crystal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ is obtained by preparation outcome through Bridgman Technique. In the fourth crystalline samples $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ are variated by stream of temperature. Stream of temperature on the sample I is heated at 350°C which is constanted for 3 hours then 600°C is constanted for 3 hours. Stream of temperature on the sample II is heated at 350°C which is constanted for 2 hours then 600°C is constanted for 4.5 hours. Stream of temperature on the sample III is heated 350°C which is constanted for 6 hours then 600°C is constanted for 1 hour. Stream of temperature on the sample IV is heated at 350°C which is constanted for 5 hours then 600°C is constanted for 6 hours. Hence, characterized by using XRD (*X-Ray Diffraction*) for to determine the crystal structure, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) to determine the surface morphology, and EDAX (*Energy Dispersive Analysis of X-ray*) to determine the chemical composition. The four samples are characterized results indicate that crystal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ has orthorhombic structure with the results of the samples I and III have the highest intensity. SEM characterization result for sampel I and III indicate that the formation of crystalline $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ is characterized by the presence of grains. Based on the results of EDAX, it is known that the crystal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ contains elements of Sn, Se, and Te with a percentage of the chemical composition of the sample I is Sn = 39.85%, Se = 36.09%, and Te = 2,57 %. Comparison the molarity of the sample I is Sn: Se: Te is 1: 0.90: 0.10.*

Keywords: Stream of Temperature, Semiconductor, Crystal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$, Bridgman Technique

PENDAHULUAN

Indonesia masih menghadapi permasalahan dalam pembangunan di bidang energi hingga saat ini. Ketergantungan terhadap energi fosil terutama pada minyak bumi dalam memenuhi konsumsi dalam negeri dapat dikatakan masih tinggi. Hal ini ditunjukkan dalam bentuk presentase, yaitu sebesar 96% dengan proporsi minyak bumi sebesar 48%, gas bumi sebesar 18%, dan batu bara sebesar 30% dari total konsumsi dan upaya dalam memaksimalkan pemanfaatan energi terbarukan pun masih belum dapat berjalan dengan maksimal. Selain itu, Indonesia juga menghadapi penurunan cadangan energi fosil dan belum diimbangi dengan penemuan cadangan baru (Dewan Energi Nasional, 2014).

Munculnya permasalahan energi serta lingkungan maupun kesehatan, memicu para peneliti untuk melakukan riset terhadap energi terbarukan. Pemanfaatan energi terbarukan sebagai bahan bakar pembangkit listrik dengan *green technology* dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu energi terbarukan yang cukup besar dimiliki oleh Indonesia adalah energi surya.

Energi surya dapat dimanfaatkan sebagai thermal atau pun dikonversi (diubah) secara langsung menjadi energi listrik (Dewan Energi Nasional, 2014). Rahmat Adiprasetya Al Hasibi, (tahun 2011 berdasarkan Morthy *et al*, 2008) menyatakan bahwa teknologi yang dapat digunakan langsung untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik adalah teknologi *photovoltaic* (PV) atau biasa disebut juga dengan teknologi surya. Teknologi *Photovoltaic* (PV) mempunyai emisi CO₂ yang rendah serta struktur modular yang fleksibel.

Teknologi *Photovoltaic* (PV) yang terdiri dari sel-sel *photovoltaic* atau sel-sel surya adalah sebuah semikonduktor yang terdiri dari sambungan p-n. Apabila terkena cahaya matahari, maka akan menciptakan energi listrik. Perubahan energi surya menjadi

energi listrik ini disebut dengan efek *photovoltaic* (Rois A.R. *et al*, 2014).

Tin Selenide (SnSe) adalah semikonduktor tipe-p dari perpaduan unsur golongan IV (Sn) dan golongan VI (Se), dengan faktor daya yang tinggi serta konduktivitas termal *ultralow* (sangat rendah) sehingga struktur kristal berbentuk orthorombik dan sangat sesuai untuk bahan material dengan efisiensi tinggi (Wuhan, 2015). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kumar *et al* (2012) diketahui bahwa SnSe memiliki energi gap sebesar 1,3 eV. Oleh karena itu, hal ini semakin menunjukkan bahwa paduan SnSe cocok digunakan sebagai bahan semikonduktor untuk bahan sel surya.

Menurut Vasudeva R. M. R. *et al* (2016), bahwa besar energi gap dari SnSe juga 1,3 eV sedangkan besar energi SnTe adalah 0,18 eV. Hasil dari perbandingan semikonduktor Sn(Se_{0,8} Te_{0,2}) nantinya dapat menurunkan energi gap pada SnSe sehingga mendekati energi gap sebesar 1,1 eV yang dapat diaplikasikan untuk sel surya. Oleh karena itu bahan paduan semikonduktor Sn(Se_{0,8} Te_{0,2}) patut diteliti untuk mengetahui pengaplikasiannya terhadap teknologi fotovoltaiik atau sel surya. Selain itu, belum adanya pula penelitian terhadap bahan semikonduktor Sn(Se_{0,8} Te_{0,2}).

Penelitian mengenai pengaruh alur suhu terhadap kualitas kristal Sn(Se_{0,8} Te_{0,2}) hasil preparasi dengan Teknik Bridgman, dilakukan penumbuhan kristal menggunakan Teknik Bridgman yang kemudian akan diberikan perlakuan terhadap kristal tersebut guna mengetahui kualitas kristal yang dihasilkan. Kristal Sn(Se_{0,8} Te_{0,2}) memiliki kecenderungan mengarah ke sifat semikonduktor SnSe karena besarnya kandungan Se dibandingkan dengan Te. SnSe merupakan senyawa yang stabil dan sederhana terdiri dari unsur-unsur yang berlimpah di bumi, hal ini ditunjukkan secara intrinsik dengan konduktivitas termal *ultralow* (sangat rendah). Selain itu, SnSe yang berlapis-lapis dan memiliki struktur kristal anisotropik dengan grup ruang (*space group*)

dari data JCPDS adalah Pnma (62). SnSe mengadopsi struktur kristal orthorombik berlapis pada suhu kamar yang dapat diturunkan dari distorsi tiga dimensi struktur NaCl (Li-Dong Zhao *et al*, 2014).

Setelah proses penumbuhan kristal, selanjutnya dilakukan karakterisasi kristal Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$) dengan menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*), dan EDAX (*Energy Dispersive Analysis X-Ray*). Tujuan menggunakan XRD adalah untuk mengetahui parameter kisi kristal. SEM digunakan untuk mengetahui struktur serta morfologi permukaan kristal, dan EDAX digunakan untuk mengetahui komposisi kimia secara kuantitatif dengan memanfaatkan interaksi tumbukan elektron dengan material tersebut. Hasil penelitian ini nantinya diharapkan dapat digunakan sebagai referensi serta memberikan informasi mengenai penelitian di bidang teknologi surya terutama pemahaman terhadap preparasi dan karakterisasi bahan semikonduktor Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$) dengan menggunakan Teknik Bridgman.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada September 2016 sampai dengan Februari 2017. Preparasi penumbuhan kristal Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$) dengan Teknik Bridgman dilakukan di Laboratorium Fisika Material FMIPA UNY, sedangkan karakterisasi kristal Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$) dengan menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) dilakukan di Laboratorium Kimia Organik FMIPA UNY. Karakteristik kristal Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$) dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan EDAX (*Energy Dispersive Analysis of X-Ray*) dilaksanakan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) Unit 1 Universitas Gadjah Mada.

Prosedur Penelitian

Tahap pertama penelitian adalah dilakukan penumbuhan paduan semikonduktor kristal Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$). Pada tahap penumbuhan kristal, pertama-tama membersihkan tabung *pyrex* bertujuan untuk menghindari bahan *massif* hasil preparasi terkontaminasi dengan unsur lain. Selanjutnya, menyiapkan bahan dasar dari semikonduktor Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$) yaitu Sn, Se, dan Te untuk ditimbang menggunakan timbangan digital. Proses penimbangan bahan dilakukan untuk masing-masing unsur dari kristal Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$) dengan menggunakan perbandingan mol 1 : 0,8 : 0,2. Pada penelitian ini dibuat empat buah sampel kristal dengan massa bahan hasil penimbangan untuk setiap sampel bersifat tetap dan tidak memvariasikan massa untuk keempat sampel tersebut.

Massa Sn sebagai acuan untuk menentukan massa Se dan Te dari hasil analisis karena unsur Sn adalah bahan dasar dalam pembuatan semikonduktor Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$). Besar massa Sn yang ditentukan sebesar 1 gram. Menentukan massa Se dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Massa Se} = \left(\left[\frac{\text{mass Sn}}{(\text{BA}) \text{ Sn}} \times (\text{BA}) \text{ Se} \right] \times \frac{\text{koefisien Se}}{\text{Koefisien Sn}} \right) \text{ gram}$$

$$\text{Massa Se} = \left(\left[\frac{1}{118,710} \times 78,96 \right] \times \frac{0,8}{0,1} \right) \text{ gram}$$

$$\text{Massa Se} = 0,5321 \text{ gram}$$

Selanjutnya menentukan massa Te dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Massa Te} = \left(\left[\frac{\text{mass Sn}}{(\text{BA}) \text{ Sn}} \times (\text{BA}) \text{ Te} \right] \times \frac{\text{koefisien Te}}{\text{Koefisien Sn}} \right) \text{ gram}$$

$$\text{Massa Te} = \left(\left[\frac{1}{118,710} \times 127,60 \right] \times \frac{0,2}{0,1} \right) \text{ gram}$$

$$\text{Massa Te} = 0,2149 \text{ gram}$$

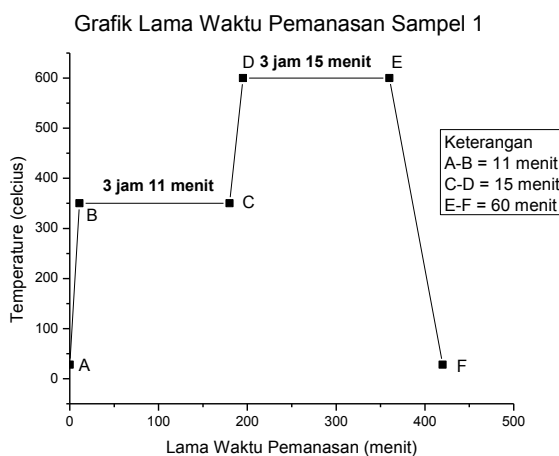
Kemudian memasukkan ketiga bahan yang sudah ditimbang ke dalam tabung *pyrex* yang sudah difurnace. Tabung *pyrex* yang telah diisi bahan dasar dari semikonduktor Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$) yaitu Sn, Se, dan Te kemudian divakumkan hingga tekanan sebesar 4×10^{-5} mbar selama sekitar 2 jam. Proses pemvakuman ini bertujuan agar gas-gas

yang berada di dalam tabung dapat dikeluarkan, sehingga ketika proses penumbuhan kristal gas-gas yang semula ada di dalam tabung tidak bereaksi. Setelah divakumkan, maka siap untuk dilakukan pengelasan. Pengelasan merupakan proses terakhir dari pengapsulan tabung *pyrex* yang berisi bahan-bahan dasar penelitian.

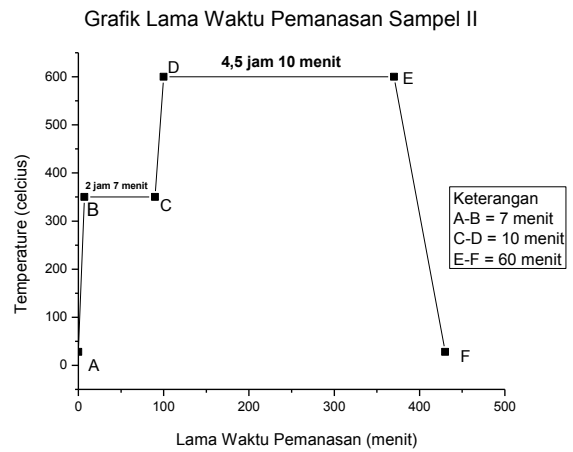
Tahapan kedua adalah tahap pemanasan bahan. Pada tahap ini, bahan dipanaskan pada suhu 350°C dan dikonstakan selama beberapa jam, kemudian dinaikkan suhu dinaikkan pada 600°C dan dikonstakan lagi selama beberapa jam. Lama waktu pemanasan dari keempat sampel kristal tersebut yang akan divariasi. Langkah-langkah dalam tahap preparasi pemanasan sampel bahan sebagai berikut :

1. Memasukkan kapsul yang sudah divakumkan ke dalam *furnace* dengan posisi horizontal.
2. Menghidupkan *furnace* dengan mengatur saklar pada posisi ON, kemudian mengatur temperatur dan lama pemanasan sesuai dengan pola pemanasan yang telah dikehendaki.
3. Mematikan *furnace* dengan mengatur saklar pada posisi OFF.

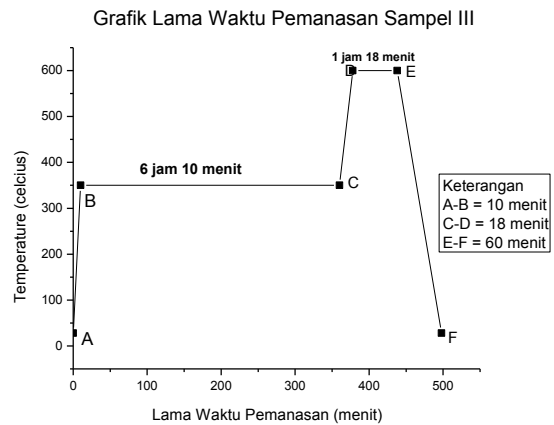
Dalam penelitian ini, lama waktu pemanasan bahan dari keempat sampel kristal tersebut divariasi. Adapun variasi alur suhu pada keempat sampel tersebut diperoleh hasil :



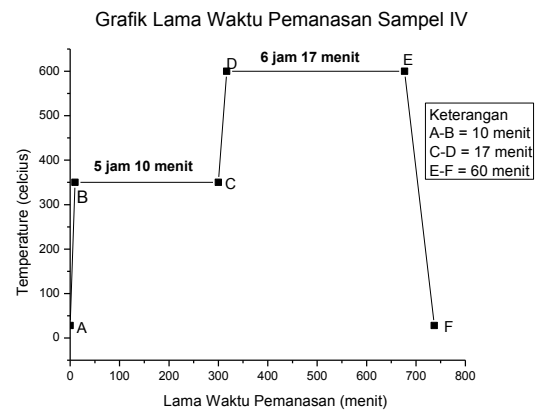
Gambar 1. Lama waktu pemanasan sampel I.



Gambar 2. Lama waktu pemanasan sampel II.



Gambar 3. Lama waktu pemanasan sampel III



Gambar 4. Lama waktu pemanasan sampel IV

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari analisis XRD berupa difraktogram dengan grafik hubungan antara intensitas (*I*) pada puncak spektrum dan sudut difraksi (2θ). Setelah dilakukan analisis XRD dengan dibandingkan menggunakan data standar JCPDS dapat diketahui jarak antar bidang (*hkl*). Nilai parameter kisi diperoleh dengan metode analitik.

Hasil karakteristik SEM berupa foto morfologi permukaan kristal yang terbentuk. Berdasarkan foto yang diperoleh diamati bentuk maupun ukuran butiran-butiran atau *grain* dari berbagai macam perbesaran. Perbesaran yang terlihat ukuran *grain* paling jelas adalah 40000x.

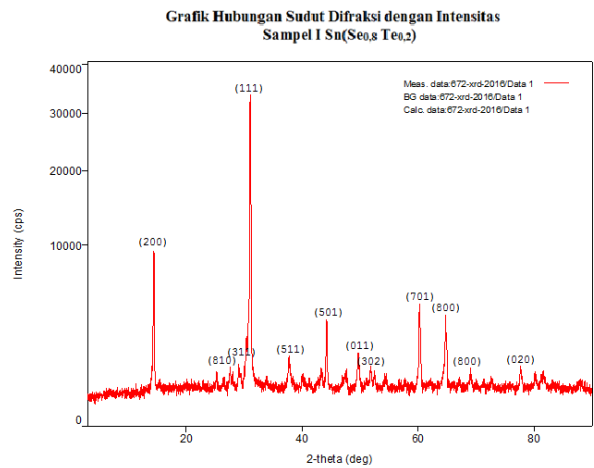
Hasil karakteristik EDAX berupa grafik spektrum hubungan antara intensitas dengan energi yang menyatakan hasil karakterisasi bahan sampel spektrum energi sinar-x. Selain itu, diketahui pula komposisi kimia yang terkandung dalam kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

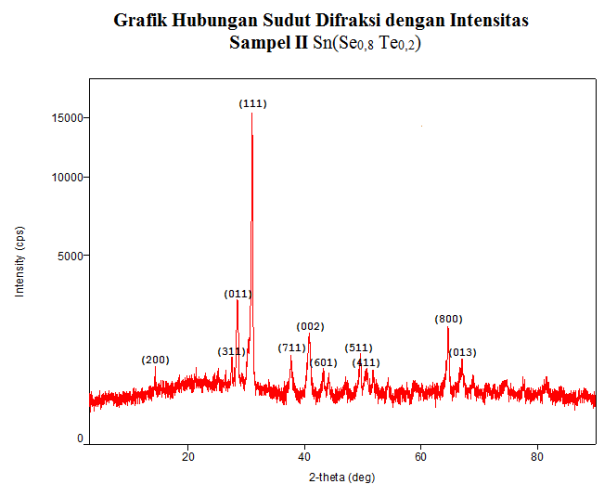
1. Pengaruh Alur Suhu terhadap Kualitas Kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$.

Berdasarkan hasil karakteristik XRD dapat diketahui bahwa untuk keempat sampel kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ memiliki bentuk struktur kristal yang sama, yaitu merupakan polikristal berstruktur orthorombik. Terlihat pula bahwa kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ lebih mengarah ke arah data (JCPDS NO.48-1224) merupakan data JCPDS untuk SnSe. Menurut Nares Padha *et al* (2015), hal ini dapat dikarenakan jumlah bahan Se yang lebih mendominasi bahan Te. Oleh sebab itu, terjadi pergantian komposisi beberapa atom Te yang digantikan oleh Se.

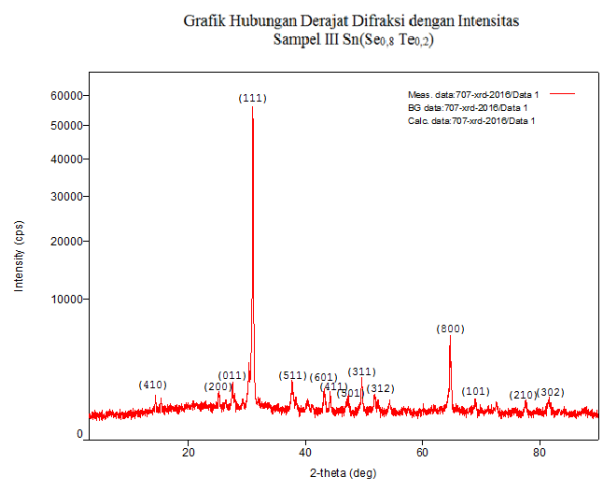
Adapun difraktogram keempat sampel yang sudah dicocokkan dengan data standar (JCPDS NO.48-1224) :



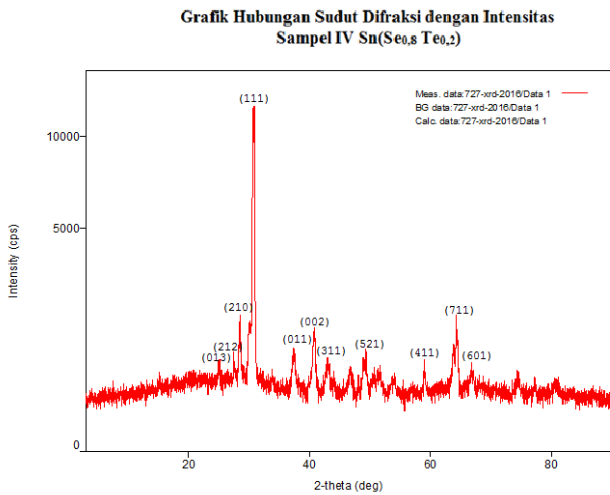
Gambar 5. Difraktogram kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ sampel I.



Gambar 6. Difraktogram kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ sampel II.



Gambar 7. Difraktogram kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ sampel III.



Gambar 8. Difraktogram kristal Sn(Se_{0,8} Te_{0,2}) sampel IV.

Nilai parameter kisi dari keempat sampel dapat diperoleh dari analisis menggunakan metode analitik. Hasilnya kemudian dapat dibandingkan dengan data standar (JCPDS NO.48-1224) dan diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Perbandingan harga parameter kisi data standar dengan hasil penelitian.

	Perbandingan Parameter Kisi		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>C</i>
JCPDS SnSe	11,49 Å	4,153 Å	4,440 Å
Sampel I	11,5143695 Å	4,138229215 Å	4,278323101 Å
Sampel II	11,52791604 Å	4,038601257 Å	4,414556059 Å
Sampel III	11,52040021 Å	4,039349262 Å	4,412551613 Å
Sampel IV	11,50736913 Å	4,067734607 Å	4,422745074 Å

Berdasarkan data hasil metode analitik, dapat diketahui pula bahwa adanya perbedaan nilai parameter kisi sampel I, II, III, dan IV dengan nilai parameter kisi data standar (JCPDS NO.48-1224). Hal ini dapat disebabkan karena paduan semikonduktor kristal Sn(Se_{0,8} Te_{0,2}) merupakan paduan dari semikonduktor SnSe yang *didopping* dengan unsur Te.

Pada analisis dan pembahasan pada penelitian Anshori (2016) mengenai kristal Sn(S_{0,8} Te_{0,2}) dan Nuril (2016) kristal Sn(S_{0,6} Te_{0,4}), dimana terdapat perbedaan nilai parameter kisi hasil penelitian dengan data JCPDS yang diakibatkan karena bahan Te memberikan pengaruh serta adanya pergeseran sudut difraksi. Oleh karena itu, maka penelitian sebelumnya dapat dijadikan sebagai sumber referensi dalam menganalisa dan membahas struktur serta nilai parameter kisi dari kristal Sn(Se_{0,8} Te_{0,2}) hasil karakteristik XRD. Sebab, pada kristal Sn(Se_{0,8} Te_{0,2}) dalam penelitian ini dengan kristal Sn(S_{0,8} Te_{0,2}) dan Sn(S_{0,6} Te_{0,4}) termasuk dalam golongan IV-VI yang merupakan semikonduktor *chalcogenide*. Ini semakin memperjelas bahwa bahan Te rupanya memberikan pengaruh terhadap nilai parameter kisi kristal Sn(Se_{0,8} Te_{0,2}). Selain itu, pergeseran sudut difraksi juga mempengaruhi nilai parameter kisi yang diperoleh dengan data standar sehingga adanya perbedaan.

Dalam penelitian ini, alur suhu erat kaitannya dengan proses pemanasan dalam proses penumbuhan kristal Sn(Se_{0,8} Te_{0,2}). Menurut Smallman (2000), alur suhu atau pemanasan pada paduan kristal Sn(Se_{0,8} Te_{0,2}) di dalam *furnace* diindikasikan juga dapat menyebabkan getaran panas dari atom-atom yang berada dalam kristal. Hal ini mengakibatkan terjadinya proses pemulihan selama pemanasan berlangsung. Pemulihan struktur kristal yang terjadi bersamaan pula dengan penajaman garis difraksi yang

menyebabkan intensitas sinar-x yang terhambur meningkat tajam.

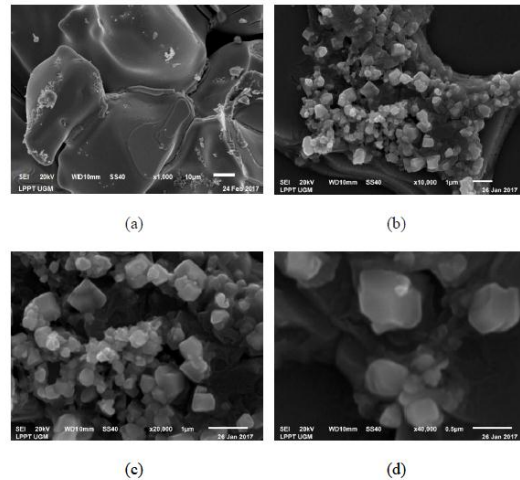
Diketahui pula pada variasi alur suhu dari keempat sampel, pada sampel I dengan lama waktu pemanasan yang dikonstankan selama 3 jam pada suhu 350°C kemudian dikonstankan lagi selama 3 jam pada suhu 600°C diperoleh hasil intensitas difraktogram sebesar 35000 cps. Sampel II dengan lama waktu pemanasan yang dikonstankan selama 2 jam pada suhu 350°C kemudian dikonstankan lagi selama 4,5 jam pada suhu 600°C diperoleh hasil intensitas difraktogram sebesar lebih dari 10000 cps.

Pada sampel III dengan lama waktu pemanasan yang dikonstankan selama 6 jam pada suhu 350°C kemudian dikonstankan lagi selama 1 jam pada suhu 600°C diperoleh hasil intensitas difraktogram sebesar hampir mendekati 60000 cps. Sampel IV dengan lama waktu pemanasan yang dikonstankan selama 6 jam pada suhu 350°C kemudian dikonstankan lagi selama 5 jam pada suhu 600°C diperoleh hasil intensitas difraktogram sebesar 15000 cps.

Ini menunjukkan bahwa alur suhu memberikan pengaruh pada kualitas kristal yang ditunjukkan dengan intensitas pada difraktogram hasil karakteristik XRD yang berarti itu berkaitan pula dengan ukuran *grain* hasil karakteristik SEM. Berdasarkan keempat sampel tersebut, alur suhu terbaik ditunjukkan oleh alur suhu ke III, yaitu dengan lama waktu pemanasan yang dikonstankan selama 6 jam pada suhu 350°C dan dikonstankan lagi selama 1 jam pada suhu 600°C. Oleh karena itu, ini berarti alur suhu yang dikonstankan lebih lama waktu pemanasannya pada suhu 350°C kemudian dinaikkan ke suhu 600°C dan lama waktu pemanasannya dikonstankan lebih singkat, baik daripada alur suhu lainnya dalam penelitian ini.

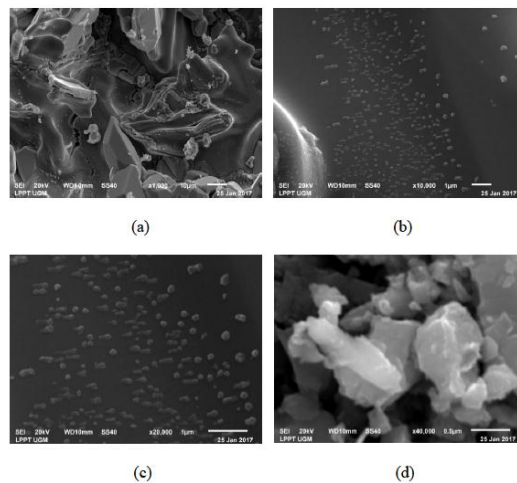
2. Pengaruh Alur Suhu terhadap Morfologi permukaan dan Komposisi Kimia Kristal Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$).

Pada penelitian ini, hanya sampel I dan III yang dikarakteristik menggunakan SEM karena kedua sampel tersebut memiliki intensitas yang paling tinggi dibandingkan sampel yang lain. Hasil karakteristik SEM berupa foto sebagai berikut :



Ga

mbar 9. Foto morfologi permukaan pada sampel I kristal Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$) dengan (a) perbesaran 1000 x, (b) perbesaran 10000x, (c) perbesaran 20000x, dan (d) perbesaran 40000x.

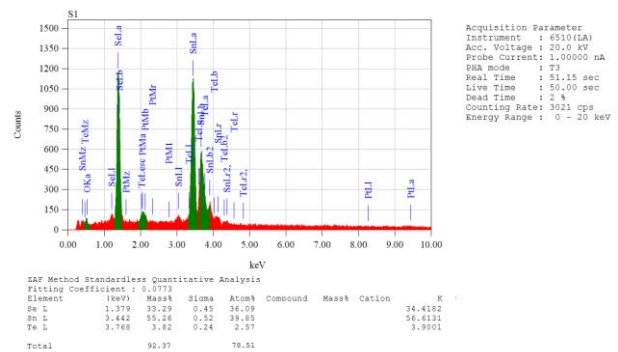


Gambar 10. Foto morfologi permukaan pada sampel III kristal Sn($\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2}$) dengan (a) perbesaran 1000 x, (b) perbesaran 10000x, (c) perbesaran 20000x, dan (d) perbesaran 40000x.

Berdasarkan foto sampel I dan III, terlihat bahwa morfologi permukaan kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ merupakan polikristal yang berstruktur orthorombik dan memiliki permukaan yang homogen yang terlihat dari bentuk serta warna kristal yang seragam. Menurut Nares Padha *et al* (2015), paduan semikonduktor $\text{Sn}(\text{Se}\text{Te})$ memiliki struktur orthorombik untuk perbandingan $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ karena jumlah bahan Se lebih mendominasi daripada bahan Te, sehingga terjadi penggantian komposisi beberapa atom Se dengan Te. Selain itu, pada foto hasil karakteristik SEM pada kedua sampel tersebut terlihat butiran-butiran atau *grain*. Pada perbesaran 40000x untuk sampel III terlihat *grain* lebih besar daripada sampel I, ini menunjukkan bahwa keteraturan atom pada sampel III lebih bagus daripada sampel I.

Dengan demikian, dapat diketahui bahwa pengaruh alur suhu rupanya juga mempengaruhi ukuran *grain* pada sampel I dan III. Nampak bahwa sampel III memiliki ukuran *grain* yang lebih besar daripada sampel I. Hal ini dapat dikarenakan, pada pemanasan suhu 350°C, bahan Sn dan Se sudah melebur lebih dahulu karena titik lebur Sn (231,93°C) dan Se (221°C) di bawah suhu 350°C. Selanjutnya, pada pemanasan suhu 600°C barulah bahan Te melebur karena titik lebur bahan Te sebesar 449,51°C.

Pada karakteristik EDAX juga hanya sampel I yang dikarakteristik. Hasil dari karakteristik EDAX kedua sampel tersebut :



Gambar 11. Grafik hubungan energi hasil karakteristik menggunakan EDAX dengan intensitas pada sampel I kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$.

Berdasarkan hasil karakteristik EDAX pada sampel I menunjukkan perbandingan persentase komposisi bahan kimia, yaitu Sn sebesar 39,85 %, Se sebesar 36,09 %, dan Te sebesar 2,57 %. Besar persentase pada sampel I tersebut menunjukkan perbandingan mol Sn : Se : Te yaitu 1 : 0,90 : 0,10. Dapat diketahui bahwa adanya perbedaan perbandingan komposisi kimia antara hasil penelitian dengan teori. Perbandingan mol secara teoritis untuk Sn : Se : Te adalah 1 : 0,8 : 0,2.

Adanya selisih perbandingan mol hasil penelitian dengan teoritis dapat diindikasikan bahwa paduan kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ mengalami peristiwa *non-stoichiometry*. Peristiwa ini dapat terjadi karena pencampuran bahan yang kurang maksimal yang disebabkan oleh pemilihan alur suhu atau pemanasan maupun pemilihan besar temperatur dan lama waktu pemanasan pada saat tahap pemanasan dalam *furnace* (P. Rudolf, 2003). Berdasarkan pernyataan P. Rudolf (2003) tersebut, menunjukkan bahwa alur suhu atau pemanasan, temperatur, maupun lama waktu pemanasan dapat memberikan pengaruh meskipun tidak terlalu signifikan pada pencampuran bahan ketika proses penumbuhan kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ dalam penelitian ini sehingga adanya selisih perbandingan mol antara penelitian dengan teori. Adanya fase lain yang ditunjukkan dengan penyimpangan atau pergeseran sudut

hasil karakteristik XRD juga menyebabkan hasil EDAX berbeda jauh dengan teori.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Variasi alur suhu rupanya tidak memberikan pengaruh dan perbedaan yang signifikan pada struktur dan parameter kisi paduan kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ serta hasil karakteristik SEM-EDAX untuk morfologi permukaan dan komposisi kimia. Akan tetapi, alur suhu mempengaruhi intensitas pada difraktogram yang berarti itu berkaitan dengan ukuran *grain* pada paduan kristal $\text{Sn}(\text{Se}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ hasil karakteristik SEM. Di sisi lain, sampel III merupakan sampel terbaik karena memiliki intensitas tertinggi serta ukuran *grain* yang lebih tinggi dari sampel I. Oleh karena itu, alur suhu terbaik ditunjukkan oleh alur suhu ke III, yaitu alur suhu yang dikonstantkan lebih lama waktu pemanasannya pada suhu 350°C kemudian dinaikkan ke suhu 600°C dengan lama waktu pemanasannya dikonstantkan lebih singkat, baik daripada alur suhu lainnya dalam penelitian ini.

Saran

Sebaiknya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut lagi untuk pemilihan alur suhu pada lama waktu pemanasan ketika tahap pemanasan dalam *furnace* karena dapat mempengaruhi kualitas kristal agar meningkat dan memperoleh intensitas yang tinggi, sebaiknya mempraktikkan kembali penggunaan alur suhu terbaik, yaitu lama waktu pemanasan untuk suhu 350° dikonstantkan lebih lama dan pada suhu 600° dikonstantkan lebih singkat. Sebaiknya pemvakuman ketika preparasi dengan menggunakan Teknik Bridgman

dilakukan sehingga mencapai tekanan yang lebih rendah lagi untuk meminimalisir terjadinya oksidasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Hasibi, Rahmat Adiprasetya. (2010). Peran Sumber Energi Terbarukan dalam Penyediaan Energi Listrik dan Penurunan Emisi CO_2 di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Volume 13* (No 2 tahun 2010). Hlm. 155.
- Anshori, Muhammad. (2016). *Pengaruh Temperatur Pemanasan pada Kualitas Kristal $\text{Sn}(\text{S}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ Hasil Preparasi dengan Metode Bridgman*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Dewan Energi Nasional. (2014). *Outlook Energi Indonesia 2014*. Hlm. 2.
- Hidayati, Nuril. (2016). *Studi Pengaruh Massa Bahan Terhadap Kualitas Kristal Bahan Semikonduktor $\text{Sn}(\text{S}_{0,8}\text{Te}_{0,2})$ Hasil Preparasi dengan Menggunakan Metode Bridgman*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Moorthy A.R et al. (2008). Control of Grid Connected PV Cell Distributed Generation Systems. *IEEE Region 10 Conferences, 18-21 November 2008*. Hyderabad, India.
- Naresh Padha et al. (2015). Effect of Changed Structure as Well as Composition on the Behaviour of $\text{Sn}(\text{Se},\text{Te})$ Compound Semiconductor Thin Films and Schottky Diodes for Solar Cell Applications. *The Electrochemical Society*.
- Rois A.R et. al. (2014). Analisa Performansi dan Monitoring *Solar Photovoltaic* (SPS) pada Pembangkit Listrik Tenaga

Surya di Tuban Jawa Timur. *Jurnal Teknik POMITS*. Hlm. 1.

Smallman, R.E., dan Bishop, R.J. (2000). *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering (Science, Process, and Application)*. 6th. ed. New York: Butterworth-Heinemann.

Vasudeva R. M. R et al. (2016). Perspective on SnSe-based Thin Film Solar Cells : a Comprehensive Review. *Journal of Materials Science : Materials in Electronics*, Volume 27, Issue 6.

Wuhan People's Republic of China Asia Science. (2015). High-Efficient Thermoelectric materials: The Case of Orthorombic IV-VI Compounds . *Science; Investigators at Huazong University of Science and Technology*. United States: Atlanta, NewsRx.

Zhao, Li-Dong et al. (2014). Ultralow Thermal Conductivity and High Thermoelectric Figure of Merit in SnSe Crystal. *Journal Nature*, Volume 508. *Maomillan Publishers Limited*