

DOI: doi.org/10.21009/0305020220

PENENTUAN CELAH PITA ENERGI FILM TIPIS BARIUM STRONSIUM TITANAT ($Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$) UNTUK $x= 0,4 ; 0,5$ DAN $0,6$

Rahmi Dewi*, Krisman, Taufiq Hidayat

Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

*drahmi2002@yahoo.com

Abstrak

Pembuatan bahan BST berbentuk lapisan tipis diatas substrat kaca telah berhasil dilakukan dengan menggunakan metode sol-gel. Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai celah pita energi optik (absorbansi, transmitansi, nilai indeks bias, ketebalan lapisan, dan koefisien lapisan) menggunakan metode *Tauc plot* dengan komposisi dan suhu yang berbeda. Karakterisasi dilakukan menggunakan spektrofotometer Ultraviolet-Visible dengan lapisan tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ dimana $x= 0,4; 0,5; 0,6$ pada suhu $650^\circ C$. Lebar celah pita energi optik lapisan tipis $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ yaitu rentang dari 2,0 eV, untuk $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ rentang dari 1,55 eV dan untuk $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ rentang dari 2,0 eV.

Kata Kunci : *Lapisan tipis BST, Komposisi, Suhu, Celah pita energi*

Abstract

Barium Strontium Titanate (BST) thin film on the substrate glass was successfully fabricated by using sol-gel method. The purpose of this research is to obtain optical energy band gap value by adopting Tauc plot method with various composition and temperature. Obtaining of such information could be through identifying the degree of absorbance, degree of transmittance, the extent of refractive index, the usage of thin film and its quantified coefficients. Subsequently, the optical properties of thin film are characterized by using Ultraviolet-Visible Spectrophotometer with a thin film of $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ subjected to temperatures of $650^\circ C$. Upon subjected to temperature stated above, the wide energy band gap optical thin film $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ is in the range of 2.0 eV for $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ is in the range of 1.55 eV and for $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ is in the range of 2.0 eV.

Keywords: *Thin Film BST, Composition, Temperature, Energy Band Gap*

1. Pendahuluan

Material feroelektrik terutama yang didasari oleh campuran $BaSrTiO_3$ diharapkan dapat memberikan manfaat yang baik dalam kehidupan sebagai bahan dasar dalam pembuatan film tipis.

$BaSrTiO_3$ merupakan suatu bahan yang bersifat feroelektrik dan mempunyai struktur kristal *perovskite* yang sampai saat ini banyak diteliti secara luas [1].

Feroelektrik merupakan material elektronik khususnya dielektrik yang terpolarisasi spontan dan memiliki kemampuan untuk mengubah arah listrik internalnya [2]. Salah satu kegunaan film tipis BST yaitu

material feroelektrik memiliki konstanta dielektrik yang tinggi dengan stabilitas termal yang baik dan tidak mudah rusak pada temperatur curie [3]. Merupakan bahan yang menarik untuk aplikasi seperti kapasitor keramik multilayer, piezoelektrik dan sensor pyroelektrik atau DRAM dan NVRAM [4].

Pembuatan BST film tipis perlu memperhatikan parameter-parameter yang berkaitan dengan proses fabrikasi film tipis pada saat ini memungkinkan kegunaannya yang begitu luas, mengingat sifat-sifat bahan dari film tipis dapat dimodifikasi sesuai dengan divais yang diinginkan [5].

Lapisan tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ditumbuhkan dengan metode sol-gel kemudian diproses lebih lanjut dengan teknik *spin coating*. Dimana x

merupakan bilangan persentase untuk $Ba_{1-x}Sr_x$ dan untuk Ti 100%. Perbandingan Ba dan Sr adalah 60%:40% untuk $x=0,4$; 50%:50% untuk $x=0,5$ dan 40%:60% untuk $x=0,6$. Lapisan tipis dikarakterisasi sifat optik menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan data transmitansinya diolah menggunakan metode *Tauc Plot* untuk menentukan celah pita energi optik.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan tiga tahap yaitu sebagai berikut: Tahap pertama menyiapkan bahan yang digunakan yaitu $BaCO_3$ dengan kemurnian 99,99%, $SrCO_3$ dengan kemurnian 99,99%, TiO_2 dengan kemurnian 99,99%, Substrat Kaca FTO, Air suling (H_2O), *DI water*, *Alkohol*, *Acetyl acetone* ($C_5H_8O_2$), *Acetyl acid* (CH_3COOH). Sedangkan alat yang digunakan adalah Timbangan Sartorius GR200, *Magnetik stirrer*, *Spin Coating*, *Oven*, *Furnace*, *Drier*, *Spektrofotometer UV-Vis model/tipe 521304*, *UltrasonicBath*, *Hot Plate*, Botol sintesis.

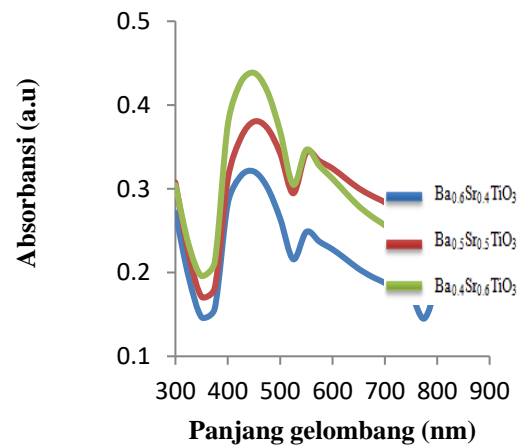
Tahap kedua adalah menyiapkan bahan $BaCO_3$, $SrCO_3$, TiO_2 yang telah ditimbang berapa gram dibutuhkan. Kemudian masing-masing bahan di larutkan 3 ml *Acetyl acid* dan 2 ml *Air suling* diaduk dengan *magnetic strier* diatas *hotplate* selama 2 jam hingga jernih dengan laju putaran 250 rpm dengan suhu $31,6^\circ C$. Lalu masing-masing bahan tersebut dicampurkan *Acetyl acetone* sebanyak 3 tetes sehingga menjadi BST solven.

Tahap ketiga pembuatan lapisan tipis. Substrat disonikasi kemudian dibersihkan menggunakan *etanol*, *Alkohol* dan *Di Water* dan selanjutnya dikeringkan menggunakan *Drier*. Proses pembuatan lapisan tipis dilakukan dengan cara mengambil 3 tetes larutan BST untuk diteteskan pada substrat yang sudah ditempatkan pada alat *Spin coating*. Kemudian substrat diputar dengan kecepatan 3500 rpm selama 30 detik. Langkah berikutnya adalah pemanasan suhu awal 150 dengan *Oven* dengan suhu $150^\circ C$ selama 30 menit bertujuan untuk menghilangkan zat-zat yang terkandung pada sampel seperti: Air (H_2O) dan gas (CO_2). Setelah itu di *pre annealing* suhu $300^\circ C$ menggunakan *Furnace* dan sampel di *annealing* pada suhu bervariasi $600^\circ C$, $650^\circ C$ dan $700^\circ C$.

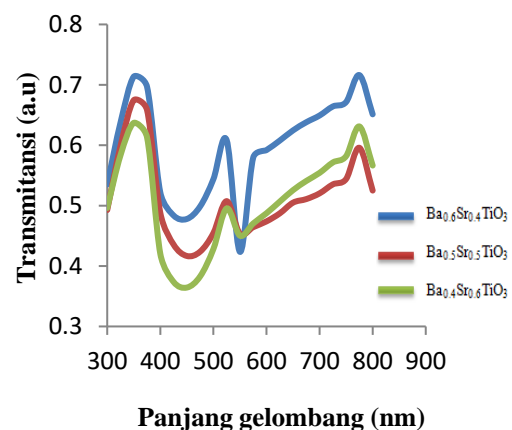
3. Hasil dan Pembahasan

Lapisan tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ telah berhasil ditumbuhkan dengan baik pada suhu $650^\circ C$ dengan komposisi yang berbeda-beda. Hasil UV-

Vis berupa Absorbansi dan Transmittansi dapat diperlihatkan Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Spektrum absorbansi optik lapisan tipis dari sampel $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$, $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ dan $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ pada suhu $650^\circ C$



Gambar 2. Spektrum transmittansi optik lapisan tipis dari sampel $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$, $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ dan $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ pada suhu $650^\circ C$.

Hasil karakteristik absorbansi pada Gambar 1 menunjukkan bahwa sampel dengan komposisi berbeda dan suhu sama, terjadi nilai absorbansi yang berbeda karena bahan yang dipanaskan tersebut menjadi lebih rapat dan homogen. Jadi cahaya yang diteruskan ke bahan yang dipanaskan tidak seluruhnya diserap oleh bahan melainkan dihamburkan.

Gambar 2 memperlihatkan bahwa sampel dengan suhu $650^\circ C$ memiliki titik transmittansi maksimum (T_m) dan minimum (T_m) pada masing-masing lapisan tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$

dengan panjang gelombang 1 (λ_1) 775 nm dan panjang gelombang 2 (λ_2) 350 nm. Sampel $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ dengan nilai transmitansi maksimum diperoleh TM_1 0,716 dan TM_2 0,713, transmitansi minimum Tm_1 0,423 dan Tm_2 0,477. Sampel $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ dengan nilai transmitansi maksimum diperoleh TM_1 0,674 dan TM_2 0,595, nilai transmitansi minimum Tm_1 0,416 dan Tm_2 0,453. Sedangkan sampel $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ nilai transmitansi maksimum diperoleh TM_1 0,637 dan TM_2 0,631, nilai transmitansi minimum Tm_1 0,364 dan Tm_2 0,450.

Celah pita energi optik pada lapisan tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ dapat ditentukan dengan mengolah data transmitansi yang diperoleh dari Gambar 2. Pengukuran transmitansi dilakukan pada panjang gelombang 300 nm - 900 nm yaitu dimulai dari cahaya ultraviolet sampai cahaya tampak. Nilai indeks bias dan ketebalan lapisan tipis ditentukan dengan menggunakan rumus [6].

$$N_1 = 2n_s \frac{T_{M_1} - T_{m_2}}{T_{M_1} \cdot T_{m_2}} + \frac{n_s^2 + 1}{2} \quad (1)$$

$$N_2 = 2n_s \frac{T_{M_2} - T_{m_1}}{T_{M_2} \cdot T_{m_1}} + \frac{n_s^2 + 1}{2} \quad (2)$$

Diketahui n_s menyatakan indeks bias kaca (1,51), indeks bias lapisan tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (3)

$$n = \sqrt{N + \sqrt{N^2 - n_s^2}} \quad (3)$$

Hasil perhitungan indeks bias digunakan untuk menghitung nilai tebal film menggunakan persamaan 4.

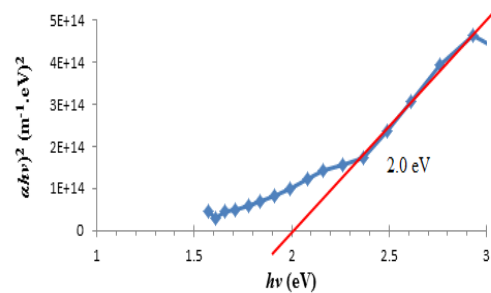
$$d = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{2(\lambda_1 n_2 - \lambda_2 n_1)} \quad (4)$$

Setelah ketebalan dari lapisan tipis didapat, maka koefisien serap lapisan tipis untuk masing-masing panjang gelombang dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 5.

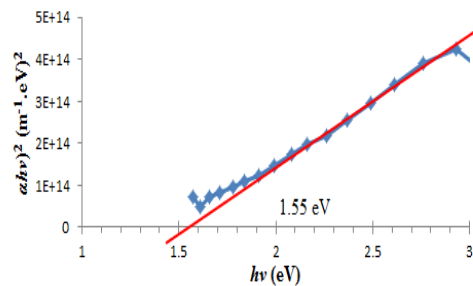
$$\alpha = -\frac{1}{d} \ln(T) \quad (5)$$

Setelah koefisien serap dari lapisan tipis diketahui, kemudian menentukan $h\nu$ dimana $h\nu = h \frac{c}{\lambda}$ dengan $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s, $c = 3 \times 10^8$ m/s dan $\lambda = 300 \times 10^{-9}$ m - 900×10^{-9} m. Kemudian menentukan celah pita optik menggunakan metode *Tauc plot* yaitu metode penentuan celah optik dengan cara melakukan ekstrapolasi dari grafik hubungan ($h\nu$) sebagai absis sumbu x dan $(\alpha h\nu)^n$ sebagai ordinat sumbu y dan dari kurva dapat ditentukan nilai energi gap dari masing-

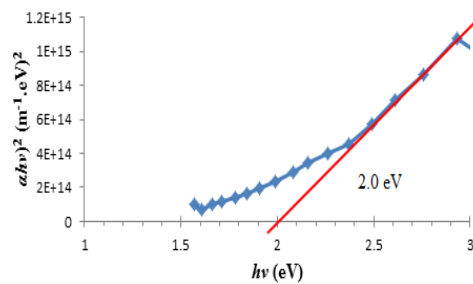
masing bahan $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ yang diukur. Nilai $(\alpha h\nu)^n$, $n = 1/2$ untuk proses transisi langsung (*direct transition*) dan $n = 2$ untuk proses transisi tidak langsung (*indirect transition*).



Gambar 3. Penentuan celah pita optik $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ menggunakan metode Tauc Plot suhu 650°C



Gambar 4. Penentuan celah pita optik $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ menggunakan metode Tauc Plot suhu 650°C .



Gambar 5. Penentuan celah pita optik $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ menggunakan metode Tauc Plot suhu 650°C .

4. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Lapisan tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ telah berhasil ditumbuhkan dengan metode sol-gel pada suhu 650°C . Pada suhu sama dan komposisi berbeda, terjadi nilai absorbansi yang berbeda karena bahan yang dipanaskan tersebut menjadi lebih rapat dan homogen. Lebar celah pita energi optik

lapisan tipis $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ dengan suhu $650^\circ C$ dihitung menggunakan metode *Tauc Plot* dimana celah pita energi yaitu $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ rentang dari 2,0 eV, untuk $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ rentang dari 1,55 eV dan untuk $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ rentang dari 2,0 eV.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada ketua Jurusan Fisika, kepada mahasiswa yang melakukan penelitian dan kepada teman-teman di jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau.

Daftar Acuan

- [1] Bishop, S. Sintesis bahan keramik ferroelektrik $BaTiO_3$ dengan variasi lama sintering dan pengaruhnya terhadap konstanta dielektrik. (2000) Skripsi. Program Studi Fisika FMIPA. Universitas Negeri Malang.
- [2] Candra, Uji Sifat Optik Film Tipis $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ Doping Fe_2O_3 Yang Ditumbuhkan Di Atas Subtrat Silikon. (2006) Skripsi, Jurusan Fisika. Fakultas MIPA, ITB. Bandung.
- [3] Halder, S. Crystallization temperature limit of (Ba,Sr) TiO_3 thin films prepared by a nonoxocarbonate phase forming CSD route. J. of sol gel science and technology (2005) 33, p. 299-306.
- [4] Iriani, Y., Hikam, M dan Irzaman. Analisa Struktur Kristal dan Komposisi Tipis $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ yang disiapkan dengan spin coating – 3th Kontingan Physics Forum. (2005).
- [5] Bilalodin,. Pembuatan Dan Penentuan Celah Pita Optik Film Tipis TiO_2 . Program Studi Fisika, (2012) Fakultas Sains dan Teknik. Purworejo.
- [6] Swanepoel, R. 1983. Determination of thickness and optical constants of amorphous silicon, Journal Physics E: Science and Instrument.