

Uji Sifat Optik Film Tipis $Ba_{0.55}Sr_{0.45}TiO_3$ di Atas Substrat Corning Glass 7059

Johansah Liman¹, Budi Harsono¹, Tantan Taopik Rohman², Umi Trimukti², Muhammad Khalid², Eti Roharti³, Irzaman⁴

¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Kristen Krida Wacana Jakarta

²Mahasiswa Program Sarjana Departemen Fisika FMIPA IPB, Bogor

³Staf Pengajar Departemen Kimia FMIPA IPB, Bogor

⁴Staf Pengajar Departemen Fisika FMIPA IPB, Bogor

Johansah@ukrida.ac.id

Abstrak - Telah berhasil dibuat film tipis $Ba_{0.55}Sr_{0.45}TiO_3$ di atas substrat Corning Glass 7059 dengan metode Chemical Solution Deposition (CSD) berbantuan spin coating berkecepatan putar 3000 rpm selama 30 detik dalam kelarutan 1 M. Film tipis di annealing pada suhu 550 °C, 575 °C, selama 22 jam. Sifat optik dilakukan dengan alat Ocean Optic USB 4000 pada rentang gelombang cahaya tampak (350-790 nm) diperoleh energi bandgap sebesar 1.888 eV dan 1.712 eV.

Kata Kunci: $Ba_{0.55}Sr_{0.45}TiO_3$, CSD, energi bandgap, film tipis

Abstract - Have been successfully created a thin film $Ba_{0.55}Sr_{0.45}TiO_3$ above the substrate of Corning Glass 7059 by the method of Chemical Solution Deposition (CSD) assisted with spin coating's turning speed 3000 rpm for 30 seconds in the solubility of 1 M. Thin film was annealed at temperature of 550 °C, 575 °C for 22 hours. Optical characterization was carried out by Ocean Optic USB 4000 device on wave range Visible (350-790 nm) that was obtained the energy bandgap of 1.888 eV dan 1.712 eV.

Key words: bandgap energy, $Ba_{0.55}Sr_{0.45}TiO_3$, CSD, thin film

I. PENDAHULUAN

Lapisan film tipis *ferroelectric* telah digunakan untuk berbagai macam aplikasi dalam bidang elektronik dan listrik optik. Sifat *ferroelectric* adalah golongan bahan elektronik utamanya bahan dielektrik yang terpolarisasi secara spontan dan memiliki kemampuan untuk merubah polarisasi internal. Salah satu materi yang dapat digunakan dalam memproduksi film tipis ini adalah Barium stronsium titanat (BST) merupakan bahan dielektrik yang memiliki konstanta dielektrik tinggi, serta kapasitas penyimpanan muatan yang tinggi pula. Pembuatan BST dapat menggunakan peralatan yang cukup sederhana, dengan biaya yang murah dan mampu dilakukan dengan waktu yang relatif singkat. Bahan dari BST ini memiliki potensi untuk menggantikan SiO₂ pada sirkuit metal oxide semikonduktor (MOS)[1, 2].

Diantara bahan *ferroelectric* tersebut, Barium Stronsium Titanate (BST) adalah bahan *ferroelectric* yang sangat menarik karena memiliki rugi optik yang rendah, konstanta dielektrik dan kapasitas penyimpanan muatan yang tinggi [1], sehingga dapat digunakan sebagai *Dynamic Ferroelectric Random Acces Memory* (DRAM) dengan kapasitas *piezoelectric* dan *pyroelectric* dengan kapasitas penyimpanan mencapai 1 Gbit [1,2,3,4]. Sifat *piezoelectric* dan *pyroelectric* memungkinkan BST digunakan untuk aplikasi sensor [5]. Sedangkan sifat elektro optiknya dapat diterapkan pada switch termal infra merah [1]. Kelebihan-kelebihan BST tersebut menyebabkan BST menjadi puast penelitian untuk dikembangkan menjadi devais generasi baru[6].

Pembuatan BST dapat dilakukan dengan teknik, diantaranya Chemical Solution Deposition (CSD), Pulsed Laser Deposition (PLD), sputtering dan Metallo Organic Chemical Vapour Deposition(MOCVD) [2,4,6]. Chemical Solution Deposition dikenal sebagai suatu

metode deposisi film semikonduktor sejak tahun 1869. Metode ini merupakan cara pembuatan film tipis dengan mendeposisikan larutan kimia diatas susbstrat dan kemudian dipreparasi dengan menggunakan spin coating pada kecepatan tertentu. Kelebihan dari metode ini adalah lebih murah, sederhana, suhu rendah, dan proses yang lebih cepat [2,4]. Masalah utama pada metode ini adalah kestabilan larutan, dimana terkadang terjadi endapan selama penyimpanan.

Apikasi bahan *ferroelectric* untuk peralatan optoelectronika seperti sel surya, fotosensor, sensor warna memerlukan informasi tentang karakteristik optik dari material tersebut, seperti sifat absorbsansi dan sifat transmitansi [2]. Pada makalah ini disampaikan hasil penelitian tentang pembuatan lapisan tipis $Ba_{0.55}Sr_{0.45}TiO_3$ (BST) yang ditetaskan diatas substrat Corning Glass dengan menggunakan metode chemical solution deposition (CSD) yang diikuti dengan proses spin coating pada kecepatan 3000 rpm dan proses anealing pada suhu 550°C dan 575°C selama 22 jam. Film tipis yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi sifat optiknya melalui pengukuran nilai absorbsansi dan transmitansinya.

II. TUJUAN PENELITIAN

Menguji sifat optik film tipis BST diatas subtrat *corning glass* 7059, dalam menentukan : absorbsansi, energi gap dan indeks bias.

III. METODE PENELITIAN

A. Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini berupa neraca analitik model Sartorius BL6100, spin coating, Spektroskopi UV-Vis Ocean Optics USB4000. Furnace merk Vulcan^{TM-3000}, dan Ultrasonik model Branson 2510.

Sedangkan bahan yang digunakan berupa bubuk barium asetat $[\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2, 99\%]$, strontium asetat $[\text{Sr}(\text{CH}_3\text{COO})_2, 99\%]$, titanium isopropoksida $[\text{Ti}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4, 97.999\%]$, 2-metoksietanol $[\text{H}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{OH}, 99\%]$, etanol 96%, aquades, substrat *Corning Glass 7059*.

B. Preparasi Film Tipis

Pada penelitian ini digunakan substrat *Corning Glass 7059* yang dipotong dengan menggunakan pemotong kaca dengan ukuran 1 cm^2 . Substrat tersebut kemudian dicuci lagi dengan menggunakan aquades selama 30 detik.

C. Pembuatan Larutan $\text{Ba}_{0.55}\text{Sr}_{0.45}\text{TiO}_3$

Pembuatan larutan BST yang ditumbuhkan pada permukaan substrat Si dilakukan dengan menggunakan metode *Chemical Solution Deposition* (CSD), yaitu dengan mencampurkan barium asetat, strontium asetat dan titanium isopropoksida dengan menggunakan 2-metoksietanol $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$ sebagai pelarut. Fraksi molar Ba adalah 0.55 dan Sr 0.45. Selanjutnya larutan yang sudah dibuat akan diberikan perlakuan ultrasonikasi selama 90 menit untuk mendapatkan campuran BST yang homogen.

D. Penumbuhan Film Tipis

Campuran BST selanjutnya diteteskan pada substrat *Corning Glass 7059* dan diputar dengan menggunakan *spin coating* selama 30 detik dengan kecepatan 3000 rpm. Proses pelapisan BST pada substrat *Corning Glass 7059* dilakukan 3 kali dengan waktu jeda selama 30 detik.

E. Proses Annealing

Proses *annealing* dilakukan dengan menggunakan furnace model vulcan^{TM-3000} yang bertujuan untuk mendifusikan larutan BST pada substrat secara fisika dengan pemberian perlakuan panas. Proses *annealing* pada suhu yang berbeda akan menghasilkan karakterisasi film tipis BST yang berbeda dalam hal struktur kristal, ketebalan dan ukuran butir. *Annealing* substrat *Corning Glass 7059* yang telah ditumbuhi lapisan BST dilakukan pada suhu 550°C dan 575°C , selama 22 jam dengan kenaikan temperatur $1.67^\circ\text{C}/\text{menit}$.

F. Karakterisasi Optik Film Tipis BST

Pengujian absorbansi dilakukan untuk melihat spektrum serapan film tipis BST. Sumber cahaya yang digunakan adalah cahaya tampak, sedangkan alat yang digunakan dalam karakterisasi ini adalah spektroskopi optik UV-Vis *Ocean Optics USB4000*. Spektroskopi yang digunakan dapat mendeteksi sifat absorbansi, transmitansi dan reflektansi film tipis BST. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran ini selanjutnya diolah untuk mendapatkan karakteristik absorbansi dari BST. Absorpsi di dalam film terjadi melalui eksitasi elektron dari keadaan-keadaan terisi atau valensi ke keadaan-keadaan kosong (konduksi).

Nilai koefisien Absorbansi merupakan fungsi dari panjang gelombang dan fungsi energi foton yang dituliskan dalam bentuk persamaan [7]:

$$ah\nu = A(h\nu - E_G)^m$$

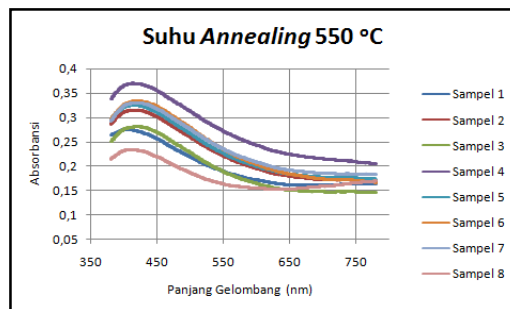
Dimana A adalah sebuah konstanta, $h\nu$ merupakan energi foton nilai m bisa $\frac{1}{2}$ untuk transisi langsung dan 2 untuk transisi tidak langsung dan E_G adalah celah pita optik.

Energi gap diperoleh dengan membuat plotting hubungan antara $(ah\nu)^{1/n}$ terhadap $h\nu$. Ekstrapolasi dilakukan pada kurva yang memiliki gradien tertinggi dan memotong sumbu $h\nu$, nilai yang memotong sumbu $h\nu$ itu disebut energi gap. Metode ini dikenal dengan Metode Plot Tauc [7,8].

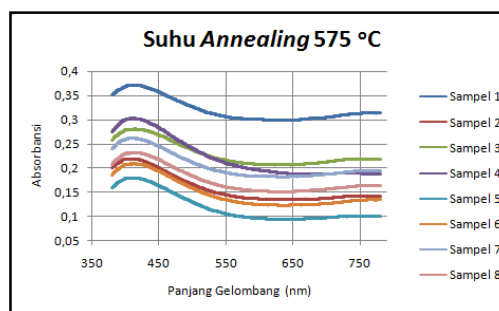
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Absorbansi

Uji absorbansi dilakukan untuk melihat spektrum serapan BST, yang selanjutnya dijadikan dasar untuk memilih sumber cahaya yang akan digunakan ketika film BST dijadikan sensor, terutama sensor cahaya.



Gambar 1. Karakteristik absorbansi film tipis BST pada suhu 550°C



Gambar 2. Karakteristik absorbansi film tipis BST pada suhu 575°C

Hasil karakteristik absorbansi pada gambar 1 menunjukkan bahwa 8 sampel (8 kali ulangan) dengan suhu *annealing* 550°C maksimum menyerap cahaya pada rentang 370 nm sampai 390 nm dan minimum menyerap pada 730 nm hingga 780 nm. Sedangkan gambar menunjukkan bahwa sampel dengan suhu *annealing* 575°C memiliki maksimum menyerap cahaya pada rentang 370 nm sampai 390 nm dan minimum pada 600 hingga 660 nm. Kedelapan sampel menunjukkan nilai absorbansi yang berbeda, diduga kedelapan sampel tersebut belum homogen.

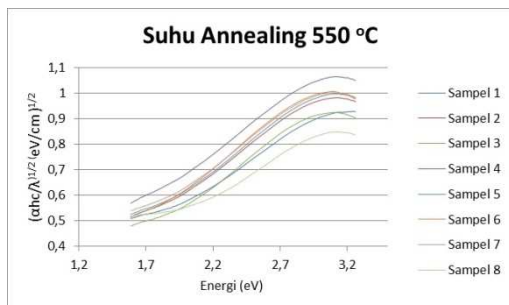
Pada titik absorbansi maksimum ini menunjukkan bahwa elektron tidak dapat menyerap energi pada panjang gelombang tersebut sehingga energi yang diberikan hanya dilewatkan saja.

Peningkatan suhu *annealing* menyebabkan semakin bertambah besarnya *grain sized* dan *strain mikro* film BST yang ditumbuhkan [6]. Hal ini menyebabkan kemampuan absorpsi cahaya oleh BST dengan suhu *annealing* juga meningkat seperti diperlihatkan gambar 1

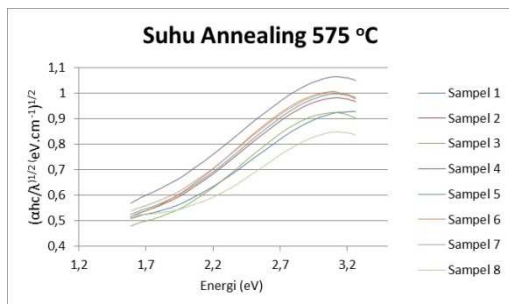
dan 2. Energi gap dianalisis untuk menentukan bahan tersebut bersifat konduktor, semikonduktor atau isolator

B. Energi Gap

Gambar 3 dan 4 menunjukkan hubungan $(ah\nu)^{0.5}$ sebagai fungsi $h\nu$. Nilai E_g diperoleh dengan melakukan ekstrapolasi pada 8 sampel (8 kali ulangan). Penurunan nilai rata-rata energi gap 1,888 eV (pada suhu 550 °C) menjadi 1,712 eV (pada suhu 575°C), diduga karena kenaikan suhu (energi termal) yang berakibat terjadi peningkatan absorptansi rata-rata pada film tipis BST. Semakin kecil nilai energi gap maka celah pita energi (antara pita konduksi dan pita valensi) semakin kecil, sehingga elektron pada pita konduksi lebih mudah melompat(eksitasi) ke pita valensi.



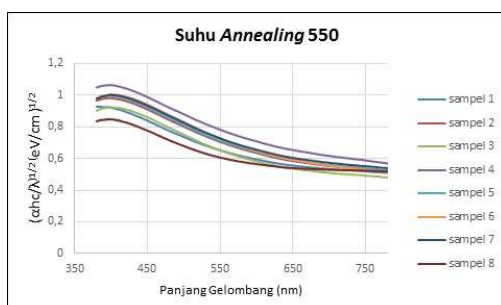
Gambar 3. Energi gap film tipis BST pada suhu 550 °C



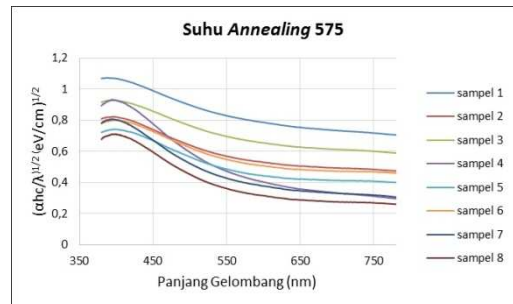
Gambar 4. Energi gap film tipis BST pada suhu 575 °C

C. Indeks Bias

Gambar 5 dan 6 menunjukkan hubungan antara indeks bias 8 sampel (8 kali ulangan) sebagai fungsi dari panjang gelombang. Dari gambar tersebut terlihat bahwa indeks bias 8 sampel (8 kali ulangan) dengan suhu *annealing* 575 °C lebih kecil dari indeks bias sampel dengan suhu *annealing* 550 °C. Ini diduga karena kenaikan suhu (energi termal)



Gambar 5. Indeks bias film tipis BST pada suhu 550 °C



Gambar 6. Indeks bias film tipis BST pada suhu 575 °C

V. KESIMPULAN

Telah berhasil membuat film tipis $\text{Ba}_{0.55}\text{Sr}_{0.45}\text{TiO}_3$ (BST) yang ditumbuhkan di atas substrat *Corning Glass7059* dengan metode CSD.

Peningkatan suhu *annealing* meningkatkan sifat absorptansi serta menurunkan energi gap dan indeks bias BST.

Hasil uji sifat BST ini sebagai cikal bakal sensor cahaya (aplikasi sebagai saklar).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah Pekerti, Koordinasi Perguruan Tinggi Swasta Wilayah III, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dengan surat perjanjian pelaksanaan nomor 095/K3/KM/2015.

REFERENSI

- [1] Ardian, A., Irzaman, Penerapan Film Tipis $\text{Ba}_{0.25}\text{Sr}_{0.75}\text{TiO}_3$ (BST) Yang Didadah Fermium Oksida Sebagai Sensor Suhu Berbentuk Mikrokontroler. Berkala Fisika Vol 13 No. 2, halaman C53-C64, 2010.
- [2] Y. Xin, R. Wei, S. Peng, W. Xiaoqing, and Y. Xi, "Enhanced Tunable Dielectric Properties Of $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3/\text{Bi}_{1.5}\text{Zn}_{1.0}\text{Nb}_{1.5}\text{O}_7$ Multilayer Thin Films By A Sol-Gel Process," *Thin Solid Films*, vol. 520, no. 2, pp. 789–792, 2011.
- [3] Irzaman, H. Syafutra, H. Darmasetiawan "Electrical Properties Of Photodiode $\text{Ba}_{0.25}\text{Sr}_{0.75}\text{TiO}_3$ (BST) Thin Film Doped With Ferric Oxide On P-Type Si (100) Substrate Using Chemical Solution Deposition Method," *Atom Indonesia*, vol. 37, pp. 133–138, 2011.
- [4] A. Wahidin Nuayi, H. Alatas, Irzaman, S. Husein, dan M. Rahmat, Enhancement of Photon Absorption on $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ Thin-Film Semiconductor Using Photonic Crystal. *International Journal of Optics*. Volume 2014.
- [5] M. Enhessari, synthesis and characterization of barium stronosium tintonate (BST) micro/nanostructures prepared by improved methodes, *journal letters*, vol 22. No 9, pp 693-701, 2008.
- [6] Umar, dan Faanzir, Uji Sifat Optik Pada Film Tipis $\text{Ba}_{0.55}\text{Sr}_{0.45}\text{TiO}_3$. Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains (SNIPS) ITB Bandung, 2013
- [7] Maddu, Akhiruddin. 2014. Pedoman Praktikum Eksperimen Fisika II. Departemen Fisika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor.

-
- [8] Irzaman, Heryanto Syahputra, Endang Rancasa, Abdul wahidin Nuay, Tb Gamma Nur Rahman , Nur Aisyah Nuzulia, The Effect of Ba/Sr ratio on Electrical and optical properties of $\text{Ba}_2\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ ($x=0.25; 0.35; 0.45; 0.55$) thin film semiconductor. *Ferroelectrics*. Vol. 445 No. 1, pp 4-7, 2013