

PROSIDING LINO

ISSN: 2502-5279

LOKAKARYA ILMIAH NASIONAL APLIKASI OPTIK DAN FOTONIK (LINO 2015)



Pusat Penelitian Fisika LIPI, Puspiptek Serpong
Tangerang Selatan, 9 – 10 Juni 2015

Dewan Editor:

Dr. Diah Intani (LIPI)
Dr. Maria Margaretha Suliyanti (LIPI)
Dr. Isnaeni (LIPI)
Dr. Yuliati Herbani (LIPI)
Dr. Muhammad Danang Birowosuto (LIPI)
Dr. Husin Alatas (IPB)
Dr. Henri P. Uranus (UPH)

Penyelenggara: 
Pusat Penelitian Fisika – LIPI

Didukung Oleh:



HORIBA
Scientific



PROSIDING LINO
LOKAKARYA ILMIAH NASIONAL APLIKASI OPTIK DAN FOTONIK
(LINO 2015)

9 – 10 Juni 2015

Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Gedung 442, Komplek Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan, Banten

Dewan Editor:

Dr. Diah Intani (LIPI)
Dr. Maria Margaretha Suliyanti (LIPI)
Dr. Yulianti Herbani (LIPI)
Dr. Isnaeni (LIPI)
Dr. Muhammad Danang Birowosuto (LIPI)
Dr. Husin Alatas (IPB)
Dr. Henri P. Uranus (UPH)

Desain Sampul: Isnaeni

Editor Teknis dan Tata Letak: Kirana Yuniati Putri

Hak cipta © 2016 oleh Pusat Penelitian Fisika – LIPI

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin, memproduksi dalam segala bentuk, termasuk mem-*fotocopy*, merekam, atau menyimpan informasi, sebagian atau seluruh isi dari buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Diterbitkan oleh:



Pusat Penelitian Fisika
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Gedung 440-442 Kawasan PUSPIPTEK Tangerang Selatan 15314
Telp. (021) 7560570, 7560556 Fax. (021) 7560554
Website : <http://fisika.lipi.go.id>

DAFTAR ISI

Susunan Panitia Lokakarya Ilmiah Nasional Aplikasi Optik dan Fotonik (LINO 2015)	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Makalah LINO 2015	
I02 Karakterisasi Emisi Unsur Karbon C I 247,8 nm dengan <i>Laser-Induced Breakdown Spectroscopy</i> (LIBS) <i>Hery Suyanto, Nyoman Wendri, Ni Wayan Sariasih, Ni Nyoman Ratini</i>	1
L01 Deteksi Gas Amonia (NH ₃) Pernafasan sebagai <i>Bio-Marker</i> Penyakit Gagal Ginjal dan Sirosis Menggunakan Spektrometer Fotoakustik Laser Berkepekaan Tinggi <i>Mitrayana, M. A. J. Wasono, M. R. Ikhsan</i>	8
L02 Kristal Fotonik Kupu-Kupu <i>P. Ulysses</i> dan Pengaplikasiannya sebagai Sensor Optik <i>Ahmad Novi Muslimin, Isnaeni, Muhammad Danang Birowosuto</i>	16
L04 Pengukuran Pelemahan Daya Gelombang Terahertz di dalam Pandu Gelombang Pipa Plastik Berongga <i>Nurfin Yudasari, Parasian Simbolon</i>	22
L05 Aspek-Aspek Penting pada Penyambungan Fiber Optik Menggunakan <i>Fusion Splicer</i> <i>Tomi Budi Waluyo, Dwi Bayuwati</i>	29
L06 Desain dan Instalasi Pengukur Jarak Antar Kendaraan dengan Laser <i>Sugiono</i>	36
L07 Karakterisasi Elektrik Laser DFB terhadap Arus dan Temperatur <i>Nursidik Yulianto, Bambang Widiyatmoko, Isnaeni, Purnomo Sidi Priambodo</i>	46
L08 Rancang Bangun Sensor Fiber Optik dengan Laser Dioda <i>Ahmad Suaif, Wildan Panji Tresna</i>	55
L09 Pemodelan Generasi Harmonik Tinggi Menggunakan Model Ikal Hiperpolarisasi Non-Linier <i>Hendradi Hardhienata, Husin Alatas</i>	62
L10 Sintesis Nanofosfor dari Tulang Ikan Tuna Teraktivasi Unsur Tanah Jarang dengan Metode Hidrotermal <i>Hisyam, Dinda Yuansa, Aisyah WH, Kurnia Ilah Rahmi, Akhiruddin Maddu</i>	68
L11 Formulasi Matematis untuk Perancangan Sistem Alat Ukur Kendaraan Berjalan (<i>WIM Device</i>) <i>Rini Khamimatul Ula, Thomas Budi Waluyo, Dwi Hanto</i>	74
L13 Analisa Performa EDFA sebagai Penguat Pembangkit Sumber Gelombang Mikro Berbasis <i>Mixing Laser Dioda</i> <i>Iyon Titok Sugiarto, Nursidik Yulianto, Wildan Panji Tresna, Bambang Widiyatmoko</i>	79

L14	Emisi Terstimulasi dari <i>Quantum Dots</i> CdSe yang Dibangkitkan oleh Laser Nd:YAG <i>Nizar Septian, Isnaeni</i>	84
L15	Analisis Rugi Lengkungan Serat Optik Ragam Tunggal (ITU-T G.652A) pada Panjang Gelombang 1600, 1550, 1310, 1050 dan 781 nm untuk Penggunaannya sebagai Sensor Berbasis Rugi Lengkungan <i>Dwi Bayuwati, Tomi Budi Waluyo</i>	90
L16	Kajian <i>Fiber Optic Ring Resonator</i> (FORR) <i>Single Mode Fiber</i> (SMF) Coupling Ratio $\kappa=0.01$ sebagai <i>Head Sensing Fiber Optic Gyroscope</i> <i>Erik Madyo Putro, Sasono Rahardjo, Jonathan Prabowo</i>	97
L17	Pembuatan Sistem Pengolah Data LIBD Akustik Menggunakan Bahasa Pemrograman Digital <i>Kirana Yuniati Putri, Intan Zahar, Isnaeni</i>	102
L18	Pemodelan dan Perhitungan Penguatan Optik pada Medium Gelas yang Di-doping dengan ion Nd^{3+} <i>Okky Fajar Tri Maryana, Rahmat Hidayat</i>	110
L19	Investigasi Porositas Lapisan ZnO Mesopori dengan Spektroskopi Resonansi Plasmon Permukaan <i>Siti Chalimah, Yono Hadi Pramono Herman, Rahmat Hidayat</i>	116
L20	Rancang Bangun <i>Micro Particle Image Velocimetry</i> Berbasis SciLAB <i>Grace Gita Redhyka, Gea Oswah Fatah Parikesit, Kutut Suryopratomo</i>	123
L21	Penumbuhan Film Tipis $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{TiO}_3$ di atas Substrat Si(100) <i>Type p</i> dengan Metode <i>Chemical Solution Deposition</i> (CSD) dan Analisis Sifat Optik <i>Johansah Liman, Budi Harsono, Ade Kurniawan, Johan Iskandar, Eti Rohaeti, Irzaman</i>	131
L22	Sintesis Kuantum Dot dari ZnO Menggunakan Metode Sederhana Sol-Gel <i>Sugianto, Akhiruddin Maddu</i>	136
L23	Penumbuhan Film Tipis $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{TiO}_3$ di atas Substrat <i>Corning Glass 7059</i> dengan Metode <i>Chemical Solution Deposition</i> (CSD) dan Analisis Sifat Optik <i>Budi Harsono, Johansah Liman, Ade Kurniawan, Johan Iskandar, Eti Rohaeti, Irzaman</i>	142
L26	Sifat Optik Kuantum Dot CdSe dan Aplikasinya Pada Lampu LED Berwarna <i>Theresia Okvitawati, Isnaeni</i>	148
L28	Pengaruh Aliran Gas Nitrogen terhadap Pemotongan Material Plastik dengan Laser CO_2 <i>Affi Nur Hidayah, Maria Margaretha Suliyanti</i>	155
L29	Pengaruh Suplai Daya pada Konverter Optik-Listrik terhadap Jangkauan Pembacaan <i>Dwi Hanto, Widodo, Thomas Budi Waluyo</i>	161
L30	Rancang Bangun Alat Ukur Viskositas Oli Sepeda Motor Bebek 4 Tak Menggunakan Laser <i>Qomaruddin, Gatot Budy Prasetyo</i>	168

PENUMBUHAN FILM TIPIS $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ DI ATAS SUBSTRAT CORNING GLASS 7059 DENGAN METODE CHEMICAL SOLUTION DEPOSITION (CSD) DAN ANALISIS SIFAT OPTIK

Budi Harsono¹⁾, Johansah Liman¹⁾, Ade Kurniawan²⁾, Johan Iskandar²⁾,
Eti Rohaeti³⁾, Irzaman⁴⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, 11470
E-mail : budi.harsono@ukrida.ac.id

ABSTRAK

Barium Strontium Titanate ($Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$) adalah bahan *ferroelectric* yang sangat menarik karena memiliki rugi optik yang rendah, konstanta dielektrik dan kapasitas penyimpanan muatan yang tinggi. Pada penelitian ini telah berhasil dibuat film tipis $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ 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, selama 8 jam. Analisis sifat optik film tipis yang dilakukan berupa: absorbansi, reflektansi, *energy gap* dan indeks bias dengan alat *Ocean Optics USB 4000* pada rentang gelombang cahaya tampak (400-750 nm). Analisis *energy gap* menggunakan metode reflektansi dan *Tauc Plot* menghasilkan nilai *energy gap* yang sama yaitu sebesar 1.62 eV, sedangkan dari analisis nilai indeks bias diperoleh nilai indeks bias minimum adalah 2,05 pada panjang gelombang 680 nm dan indeks bias maksimum adalah 2,5 pada panjang gelombang 750 nm. Dari hasil analisis sifat optik menunjukkan bahwa film tipis BST di atas substrat *Corning Glass 7059* dapat digunakan sebagai sensor cahaya.

Kata Kunci: Film tipis, $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$, CSD, *Corning Glass 7059*, *energy gap*

PENDAHULUAN

Barium Strontium Titanate ($Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$) adalah bahan *ferroelectric* yang sangat menarik karena memiliki rugi optik yang rendah, konstanta dielektrik dan kapasitas penyimpanan muatan yang tinggi [1, 2]. *Barium Strontium Titanate* (BST) bersifat ramah lingkungan, memiliki faktor disipasi yang rendah dan koefisien listrik-optik yang besar [3]. BST merupakan bahan yang menjanjikan untuk digunakan sebagai penggeser fasa, resonator, *filter* dan kapasitor dalam sistem komunikasi [4,5]. Sifat BST yang luar biasa juga telah menarik minat yang besar berkaitan dengan aplikasi BST sebagai bahan fungsional untuk mengembangkan sensor kimia dan biosensor [6]. Beberapa aplikasi sensor kimia BST yang dikembangkan, seperti untuk mendeteksi kelembaban [7], untuk mendeteksi hidrogen [8], gas amonia [9], atau pengembangan sensor yang sensitif terhadap pH [10, 11]. BST juga memiliki aplikasi optik dalam perangkat optik non-linear seperti pandu gelombang planar atau saklar optik dikarenakan rugi propagasi optik yang rendah [12].

Pembuatan BST dapat menggunakan peralatan yang cukup sederhana, dengan biaya yang murah dan mampu dilakukan dengan waktu yang relatif singkat [13]. Pembuatan BST dapat dilakukan dengan teknik, diantaranya *Chemical Solution Deposition* (CSD), *Pulsed Laser Deposition* (PLD), *sputtering* dan *Metallo Organic Chemical Vapour Deposition* (MOCVD) [14-16]. *Chemical Solution Deposition* dikenal sebagai suatu metode deposisi film semikonduktor sejak tahun 1869. Metode ini merupakan cara pembuatan film tipis dengan mendeposisikan larutan kimia di atas substrat 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 [14,15].

Aplikasi bahan *ferroelectric* untuk peralatan optoelektronika seperti sel surya, fotosensor, dan sensor warna memerlukan informasi tentang karakteristik optik dari material tersebut, seperti sifat absorbansi dan sifat transmitansi [14]. Pada makalah ini disampaikan hasil penelitian tentang pembuatan lapisan tipis $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{TiO}_3$ (BST) yang ditetaskan diatas substrat *Corning Glass 7059* menggunakan metode *Chemical Solution Deposition* (CSD) yang diikuti dengan proses *spin coating* pada kecepatan 3000 rpm selama 30 detik dan proses *annealing* pada suhu 550 °C selama 8 jam. Film tipis yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi sifat optiknya melalui pengukuran nilai absorbansi dan reflektansinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan sintesa dan uji sifat optik film tipis $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{TiO}_3$ (BST) di atas substrat *Corning Glass 7059*.

METODE PENELITIAN

Pembuatan Film Tipis BST

Pada penelitian ini, film tipis BST dibuat di atas substrat *Corning Glass 7059* menggunakan metode *Chemical Solution Deposition* (CSD). Bahan-bahan yang digunakan adalah bubuk barium asetat [$\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$] (99%), strontium asetat [$\text{Sr}(\text{CH}_3\text{COO})_2$] (99%), titanium dioksida [TiO_2] (97.999%), dan pelarut 2-metoksi etanol [$\text{H}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$] (99%). Semua bahan diperoleh dari Sigma Aldrich.

Pertama, substrat *Corning Glass 7059* dipotong dengan ukuran $1 \times 1 \text{ cm}^2$ menggunakan pemotong kaca. Substrat tersebut kemudian dicuci dengan aqua bidest selama 30 detik. Kemudian bahan-bahan yang diperlukan (Barium asetat, Strontium asetat, dan Titanium dioksida) ditimbang menggunakan neraca analitik model *Sartorius BL6100*. Fraksi molar Ba dan Sr adalah 0.5. Bahan-bahan tersebut kemudian dicampur dan dilarutkan dalam 2.5 ml 2-metoksi etanol. Selanjutnya larutan yang sudah dibuat dihomogenisasi dengan ultrasonikator model *Branson 2510* selama 90 menit untuk mendapatkan larutan BST yang homogen.

Larutan BST yang telah homogen kemudian ditetaskan di atas substrat *Corning Glass 7059* dan diputar menggunakan *spin coater* selama 30 detik dengan kecepatan 3000 rpm. Proses pelapisan BST pada substrat *Corning Glass 7059* diulang sebanyak 3 kali dengan waktu jeda selama satu menit.

Film tipis BST di atas substrat *Corning Glass 7059* selanjutnya di-*annealing* menggunakan furnace model *Vulcan*^{TM-3000} selama 8 jam pada suhu 550 °C.

Karakterisasi Optik Film Tipis BST

Karakterisasi optik film tipis BST dilakukan menggunakan spektroskopi optik *UV-Vis Ocean Optics USB4000* pada panjang gelombang cahaya tampak (400 nm – 750 nm). Parameter yang diukur adalah nilai absorbansi dan reflektansi film tipis BST. Nilai absorbansi dan reflektansi yang terukur kemudian digunakan untuk menghitung nilai *energy gap* dan indeks bias. Penghitungan nilai *energy gap* dilakukan menggunakan metode *Tauc Plot* dan Reflektansi. Metode *Tauc Plot* dilakukan dengan menggambarkan kurva hubungan antara $(\alpha hc/\lambda)^2$ terhadap $h\nu$, sedangkan metode Reflektansi dilakukan dengan menggambarkan kurva hubungan antara $[\ln((R_{max} - R_{min})/(R - R_{min}))]^2$ terhadap $h\nu$. Nilai *energy gap* kemudian diperoleh dengan menarik garis dari kurva dengan gradien tertinggi hingga memotong sumbu $h\nu$. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai indeks bias diberikan pada Persamaan (1).

$$n = \frac{(1 + \sqrt{R})}{(1 - \sqrt{R})} \quad (1)$$

n adalah indeks bias dan R adalah reflektansi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Absorbansi

Hasil pengukuran absorbansi ditunjukkan pada Gambar 1. Dari hasil pengukuran absorbansi terlihat bahwa film tipis BST yang dibuat menyerap cahaya pada rentang cahaya tampak (400 nm-750 nm). Serapan maksimum terjadi pada panjang gelombang 680 nm dan serapan minimum terjadi pada panjang gelombang 750 nm. Hal ini menunjukkan film tipis BST yang dibuat berpotensi sebagai sensor cahaya tampak.

Reflektansi

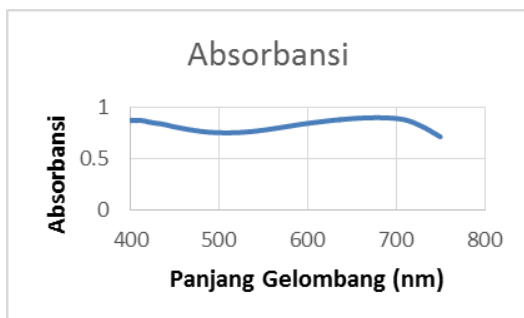
Hasil pengukuran reflektansi ditunjukkan pada Gambar 2. Dari hasil pengukuran, terlihat bahwa bentuk kurva reflektansi merupakan kebalikan kurva absorbansi. Hal ini menunjukkan bahwa pada panjang gelombang serapan maksimum, nilai reflektansi rendah dan pada panjang gelombang serapan minimum, nilai reflektansi tinggi.

Energy gap

Kurva hasil penghitungan nilai *energy gap* menggunakan metode *Tauc Plot* ditunjukkan pada Gambar 3, sedangkan kurva hasil penghitungan nilai *energy gap* menggunakan metode reflektansi ditunjukkan pada Gambar 4. Dari kurva hasil penghitungan nilai *energy gap* menggunakan metode *Tauc Plot* dan reflektansi diperoleh nilai *energy gap* yang sama, yaitu 1,62 eV. Hal ini menunjukkan bahwa film BST yang dibuat bersifat sebagai semikonduktor.

Indeks Bias

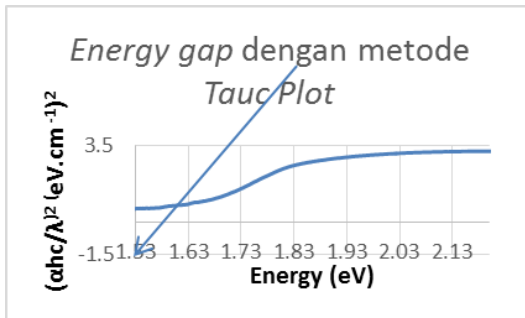
Kurva hubungan indeks bias sebagai fungsi panjang gelombang ditunjukkan Gambar 5.



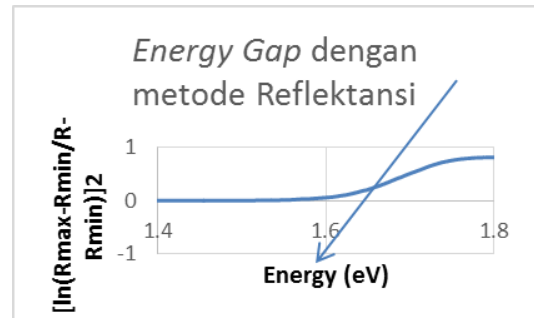
Gambar 1. Karakteristik absorbansi film tipis BST di atas substrat *Corning Glass 7059*.



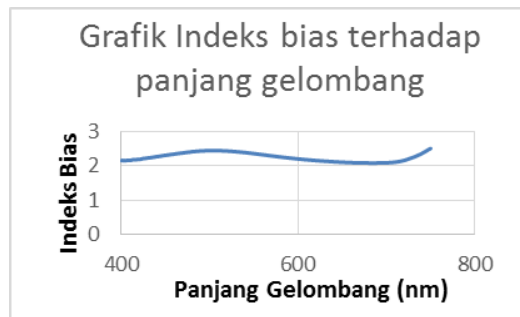
Gambar 2. Karakteristik reflektansi film tipis BST di atas substrat *Corning Glass 7059*.



Gambar 3. Nilai *energy gap* menggunakan metode *Tauc Plot*.



Gambar 4. Nilai *energy gap* menggunakan metode reflektansi.



Gambar 5. Kurva hubungan indeks bias terhadap panjang gelombang.

Dari kurva hubungan indeks bias dengan panjang gelombang terlihat bahwa indeks bias minimum sebesar 2,05 terjadi pada panjang gelombang 680 nm dan indeks bias maksimum sebesar 2,5 terjadi pada panjang gelombang 750 nm.

KESIMPULAN

Telah berhasil dibuat film tipis $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ (BST) yang ditumbuhkan di atas substrat *Corning Glass 7059* dengan metode CSD. Analisis *energy gap* menggunakan metode *Tauc plot* dan reflektansi menghasilkan nilai *energy gap* sebesar 1,62 eV. Dari analisis nilai indeks bias diperoleh nilai indeks bias minimum adalah 2,05 pada panjang gelombang 680 nm dan indeks bias maksimum adalah 2,5 pada panjang gelombang 750 nm. Hasil uji sifat optik film tipis BST ini menunjukkan potensi BST untuk diaplikasikan sebagai sensor cahaya.

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.

DAFTAR PUSTAKA

1. J. Wang, T. Zhang, J. Jiang, R. Pan, dan F. Zhan, "Microstructure and photoluminescence properties of Nd doped (Ba,Sr)TiO₃ thin films," *J. Phys.: Conf. Ser.* **152**, 012084 (2009).
2. A. Ardian dan Irzaman, "Penerapan film tipis Ba_{0.25}Sr_{0.75}TiO₃(BST) yang dididat fermium oksida sebagai sensor suhu berbentuk mikrokontroler," *Berkala Fisika* **13**(2), C53-C64 (2010).
3. K. Anumeet, S. Anupinder, K. Asokan, dan S. Lakhwant, "Structural and optical properties of iron doped barium strontium titanate," *IJEAR* **4**(2), Spl-1 (2014).
4. K. Ashok, G. M. Sriraj, G. Venkataramanan, J. Sathyaharish, dan W. Thomas, "Dielectric and structural properties of pulse laser deposited and sputtered barium strontium titanate thin films," *Mater. Sci. Eng. B* **139**, 177-185 (2007).
5. A. Rajamani, G. F. Dionne, D. Bono, dan C. A. Ross, "Faraday rotation, ferromagnetism, and optical properties in Fe-doped BaTiO₃," *J. Appl. Phys.* **98**, 063907 (2005).
6. C. Huck, A. Poghossian, M. Bäcker, S. Reiser, J. Schubert, W. Zander, V. K. Begoyan, V. V. Buniatyan, dan M. J. Schöning, "Chemical sensors based on a high-*k* perovskite oxide of barium strontium titanate," *Procedia Engineering* **87**, 28-31 (2014).
7. S. Agarwal dan G. L. Sharma, "Humidity sensing properties of (Ba,Sr)TiO₃ thin films grown by hydrothermal-electrochemical method," *Sens. Actuators B* **85**, pp. 205-211 (2002).
8. W. Zhu, O. K. Tan, Q. Yan, dan J. T. Oh, "Microstructure and hydrogen gas sensitivity of amorphous (Ba,Sr)TiO₃ thin film sensors," *Sens. Actuators B* **65**, 366-370 (2000).
9. S. C. Roy, G. L. Sharma, M. C. Bhatnagar, dan S. B. Samanta, "Novel ammonia-sensing phenomena in sol-gel derived Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO₃ thin films," *Sens. Actuators B* **110**, 299-303 (2005).
10. C.-Y. Chen, J.-C. Chou, dan H.-T. Chou, "pH-sensing of Ba_{0.7}Sr_{0.3}TiO₃/SiO₂ film for metal-oxide-semiconductor and ion-sensitive field-effect transistor devices," *J. Electrochem. Soc.* **156**, G59-G64 (2009).
11. V. V. Buniatyan, M. H. Abouzar, N. W. Martirosyan, J. Schubert, S. Gevorgian, M. J. Schöning, dan A. Poghossian, "pH-sensitive properties of barium strontium titanate (BST) thin films prepared by pulsed laser deposition technique," *Phys. Status Solidi A* **207**, 824-830 (2010).
12. Y. F. Kuo dan T. Y. Tseng, "Structural-related optical properties of rapid thermally annealed Ba_{0.7}Sr_{0.3}TiO₃ thin films," *Mater. Chem. Phys.* **61**, 244-250 (1999).
13. J. Liman, B. Harsono, T. T. Rohman, U. Trimukti, M. Khalid, E. Rohaeti, dan Irzaman, "Uji sifat optik film tipis Ba_{0.55}Sr_{0.45}TiO₃ di atas substrat corning glass 7059," *JFI*, **accepted** (2015).
14. Y. Xin, R. Wei, S. Peng, W. Xiaoqing, dan Y. Xi, "Enhanced tunable dielectric properties of Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO₃/ Bi_{1.5}Zn_{1.0}Nb_{1.5}O₇ multilayer thin films by a sol-gel process," *Thin Solid Films* **520**(2), 789-792 (2011).
15. A. W. Nuayi, H. Alatas, Irzaman, dan M. Rahmat, "Enhancement of photon absorption on Ba_xSr_{1-x}TiO₃ thin-film semiconductor using photonic crystal," *Int. J. Opt.* (2014).
16. F. Umar, A. W. Nuayi, R. Siskandar, H. Syafutra, H. Alatas, dan Irzaman, "Uji sifat optik pada film tipis Ba_{0.55}Sr_{0.45}TiO₃," *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains (SNIPS)*, pp. 280-284 (ITB Bandung, 2013).

TANYA JAWAB

1. **Pertanyaan dari Nizar Septian (UIN Syarif Hidayatullah):** Mengapa nilai *energy gap* yang diperoleh dari metode *Tauc Plot* dan Reflektansi berbeda?

Jawaban: Terdapat kesalahan dalam penggambaran kurva *energy gap* metode *Tauc Plot*, sehingga penarikan garis linear menghasilkan nilai *energy gap* yang berbeda. Kesalahan ini telah diperbaiki penulis dan diperoleh *nilai energy gap* yang sama, yaitu sebesar 1,62 eV.

2. **Pertanyaan dari Rini Khamimatul Ula (P2F LIPI):** Penelitian ini menggunakan pemanasan terhadap material selama 8 jam sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan SiO₂ dengan pemanasan selama 22 jam. Apakah kualitas BST yang dihasilkan sama dan aplikasinya apa?

Jawaban: BST yang dihasilkan dengan pemanasan selama 8 jam memiliki *gap* energi yang lebih tinggi daripada BST yang dihasilkan dari pemanasan SiO₂ selama 22 jam dan dapat diaplikasikan sebagai sensor cahaya.