

KAJIAN SIFAT OPTIK FILM TIPIS BST DIDADAH NIOBIUM DAN TANTALUM

Farida Huriawati¹, Irzaman²

¹ Progam Studi Pendidikan Fisika FP MIPA
IKIP PGRI Madiun

Email: wicaknima@gmail.com

² Departemen Fisika FMIPA

Intitut Pertanian Bogor

Email: wicaknima@gmail.com

ABSTRACT

In this research thin films of Barium Strontium Titanate (BST) has been synthesis with different compositions $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ and $Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO_3$ which doped by Nb_2O_5 (Niobium) and Ta_2O_5 (Tantalum) on Si (100) type-p substrate. Thin films were produced by chemical solution deposition technique (CSD) and spin coating technique with annealing temperature at $850^\circ C$, $900^\circ C$ dan $950^\circ C$. Rotation velocity at 3000 rpm and time of rotation is 30 seconds. Characterization of Films is optic Characterization (absorbance ana reflectance). From the Characterizations were obtained BNST thin film with 5% doping and annealing temperature at $850^\circ C$ as photodiode light sensor which applied in electronic circuit.

Keywords : *Thin Film, $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$, $Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO_3$, doping, Nb_2O_5 (Niobium), Ta_2O_5 (Tantalum), Si (100) type-p substrate, Chemical Solution Deposition (CSD), spin coating, annealing temperature, absorbance, reflectance, light intensity.*

PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini, terdapat peningkatan penggunaan ferroelektrik material yang diaplikasikan dalam berbagai hal diantaranya : sensor dengan detektornya menggunakan sifat pizoelektrik, multilayer kapasitor dengan memanfaatkan nilai konstanta dielektrik yang tinggi, *infra red detector* yang memanfaatkan prinsip piroelektrik (Saha, 2000). Beberapa jenis material ferroelektrik yang sering dipergunakan antara lain : *Barium Strontium Titanate* (BST), *Lead Zirconium Titanate* (PZT), *Strontium Titanate* (STO). *Barium Strontium Titanate* (BST) *thin film* telah lama dipelajari sebagai salah satu material yang dapat diaplikasikan untuk *Non Volatile Memory Device*, *Dynamic Random Access Memory* (DRAM), *voltage tunable device*, *Infra Red* (IR) dan sensor kelembaban. Karakteristik sifat kelistrikan dan material (mikrostruktur) dari lapisan tipis BST

banyak dipengaruhi oleh metode pembuatan film, jenis material *doping*, suhu *annealing*, dan ukuran *grain* (Tae Gon, 2006). Dalam proses pembuatan BST *thin film*, ada beberapa metode yang dipergunakan diantaranya *Pulsed Laser Deposition* (PLD), *Metal Organic Solution Deposition* (MOSD), *Sol-Gel Process* (Tae Gon, 2006) dan *RF Magnetron Sputtering*. Metode *Chemical Solution Deposition* (CSD) telah lama dikembangkan untuk penumbuhan *perovskite thin film* semenjak tahun 1980-an dan dipublikasikan oleh Fukushima et al (Schwartz, 1997).

Dalam penelitian ini BST, BNST dan BSTT dibuat dengan metode *chemical solution deposition* (CSD) dan spin coating diatas substrat Si tipe-p. Dari *film* tipis BST, BNST dan BSTT yang telah dihasilkan akan dikarakterisasi, optik, dan kepekaan setiap *film* tipis sebagai sensor cahaya dilakukan dengan menggunakan multimeter.

TINJAUAN PUSTAKA

Ferroelektrik adalah material yang memiliki polarisasi listrik akibat medan listrik eksternal, polarisasi ini dapat dihilangkan oleh medan listrik eksternal yang arahnya berlawanan. Film tipis Barium stronsium titanat (BST) memiliki konstanta dielektrik tinggi, kebocoran arus rendah dan tahan terhadap tegangan *breakdown* yang tinggi pada temperatur *Curie*. Temperatur *Curie* pada barium titanat adalah 130°C dengan adanya *doping* stronsium temperatur *Curie* menurun menjadi suhu kamar. Film tipis BST telah difabrikasi dengan beberapa teknik seperti *sputtering*, *laser ablation*, dan *sol-gel process* (N. V. Giridharan et al, 2005). Penambahan sedikit pendadah dapat menjadikan perubahan parameter kisi, konstanta dielektrik, sifat elektro-kimia, sifat elektro-optik dan sifat pyroelektrik dari keramik pada film tipis (A. C. W. Utami, 2007). Penambahan tantalum dan niobium akan mendapatkan bahan pyroelektrik bersifat menyerupai semikonduktor tipe-*n* (donor doping).

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bubuk Barium Asetat [Ba(CH₃COO)₂, 99%], Stronsium Asetat [Sr(CH₃COO)₂, 99%] Titanium Isopropoksida [Ti(C₁₂O₄H₂₈), 99.999%], Tantalum Pentoksida [(Ta₂O₅)], Niobium Oksida [(Nb₂O₅)], pelarut 2-metoksietanol [H₃COCH₂CH₂OH, 99%], substrat Si (100) tipe-*p*.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah proses sintesis *film* tipis BST, BNST dan BSTT menggunakan metode *Chemical Solution Deposition* (CSD) dan *spin coating*. Proses pada tahap pertama ini meliputi : persiapan Substrat Si Type-*p*, pembuatan larutan BST, BNST dan BSTT, proses penumbuhan *film* tipis, proses *annealing*, pembuatan kontak pada prototipe *film* tipis.

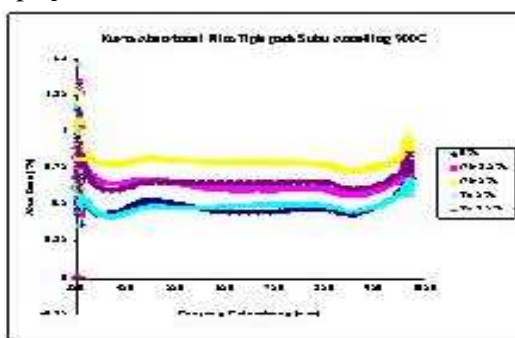
Tahap kedua adalah proses karakterisasi *film* tipis BST, BNST dan BSTT yang mencakup karakterisasi sifat optik (absorbansi dan reflektansi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

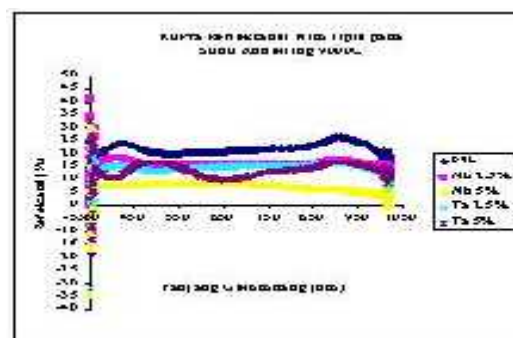
Karakterisasi Sifat Optik Film Tipis

Pengukuran sifat optik film tipis ini menggunakan serat optik dengan metode refleksi dan suatu program *Oceanoptic*. Panjang gelombang yang digunakan dalam penelitian ini adalah panjang gelombang pada rentang panjang gelombang 339 nm sampai 1022 nm. Rentang panjang gelombang tersebut mencakup cahaya ultraviolet visibel dan infrared (Douglas et al, 1998).

Dari kurva yang dihasilkan menunjukkan bahwa daerah serapan dari *film* tipis mulai dari panjang gelombang 400 nm seterusnya atau pada rentang cahaya ultraviolet visibel sampai infrared. Hal tersebut menjelaskan bahwa film tipis dapat diaplikasikan juga sebagai sensor suhu. Dari hasil pengukuran diperoleh data persen absorbansi dan persen reflektansi.



(a)

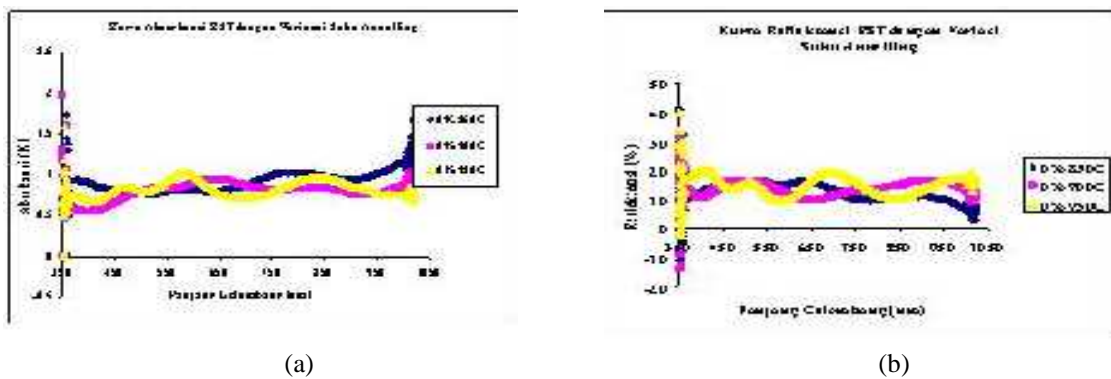


(b)

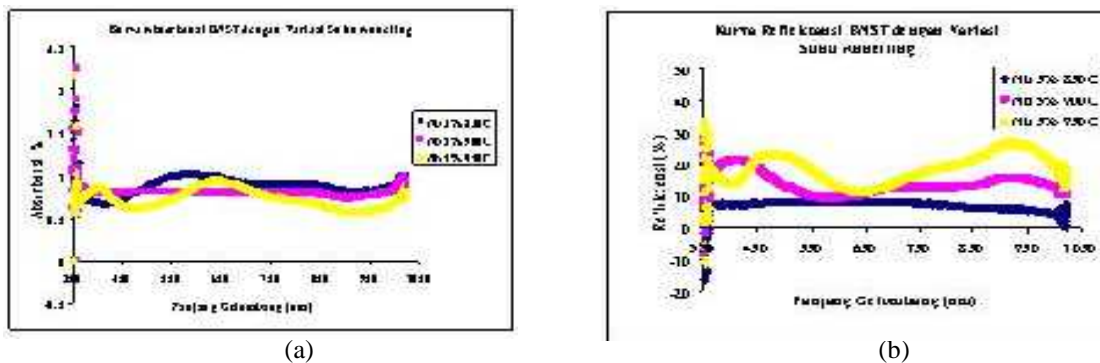
Gambar 1 (a) Kurva absorbansi *film* tipis pada suhu *annealing* 900°C.
(b) Kurva reflektansi *film* tipis pada suhu *annealing* 9000°C.

Pada gambar 1(a) terlihat bahwa pada suhu *annealing* yang sama film tipis dengan jenis dan persentase pendadah yang berbeda memiliki persen absorpsi yang berbeda pula. Semakin besar persentase pendadah semakin besar pula nilai persen absorpsi dari film tipis. Sedangkan dari gambar 1(b) diperoleh juga persen reflektansi dengan analisis sebaliknya. Pada penelitian ini diperoleh bahwa *film* tipis dengan *doping* Niobium 5% memiliki persentase absorpsi terbesar dan selanjutnya film tipis dengan *doping* Tantalum 5%, sedangkan film tipis tanpa *doping* memiliki persentase absorpsi

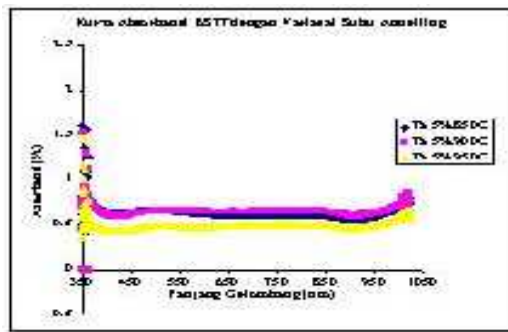
paling kecil. Data sebaliknya dapat dilihat pada persentase refleksi film tipis. Berarti data absorpsi dan reflektansi saling mendukung, karena absorpsi adalah kebalikan dari reflektansi. Hal tersebut disebabkan oleh pengaruh persentase doping yang dapat menurunkan energi *bandgap* masing-masing film tipis yang di *annealing* pada 900°C. Apabila atom donor ditambahkan pada suatu semikonduktor, tingkat energi yang diperkenankan akan berada sedikit di bawah pita konduksi (Cari, A. Supriyanto, 2004).



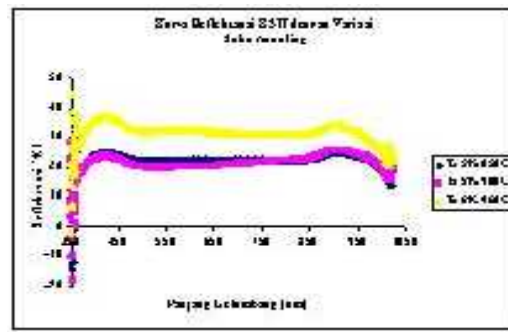
Gambar 2 (a) Kurva absorpsi BST dengan variasi suhu *annealing* 850°C, 900°C, dan 950°C.
 (b) Kurva reflektansi BST dengan variasi suhu *annealing* 850°C, 900°C, dan 950°C.



Gambar 3 (a) Kurva absorpsi BNST 5% dengan variasi suhu *annealing* 8500C, 9000C, dan 9500C.
 (b) Kurva reflektansi BNST 5% dengan variasi suhu *annealing* 8500C, 9000C, dan 9500C



(a)



(b)

Gambar 4 (a) Kurva absorpsi BSTT 5% dengan variasi suhu annealing 8500C, 9000C, dan 9500C.

(b) Kurva reflektansi BSTT 5% dengan variasi suhu annealing 8500C, 9000C, dan 9500C.

Dari Gambar 2(a), 3(a), dan 4(a) terlihat bahwa dengan peningkatan suhu *annealing* pada persentase dan jenis *doping* yang sama mengakibatkan penurunan nilai persen absorpsi dari film tipis. Data sebaliknya dapat dilihat pada gambar 2(a), 3(a), dan 4(a) yang memberikan nilai persen reflektansi. Suhu *annealing* berpengaruh terhadap pembentukan kristal *film* tipis, sehingga strukturnya bisa berbeda. Struktur *film* tipis tersebut, berpengaruh terhadap sifat optik dari *film* tipis. Dari karakterisasi yang telah dilakukan, suhu *annealing* 850°C merupakan suhu *annealing* yang paling baik.

KESIMPULAN

Telah berhasil dilakukan sintesis film tipis BST, BNST dan BSTT menggunakan metode *Chemical Solution Deposition* (CSD) dan *spin coating* pada suhu annealing 850°C, 900°C dan 950°C.

Kemerataan lapisan, proses penyolderan dan kekuatan kontak sangat mempengaruhi karakteristik film tipis. Variasi kombinasi kontak pada film yang sama memberikan karakteristik yang berbeda.

Penambahan doping pada film tipis BST memberikan karakteristik optik yang lebih baik pada film tipis tersebut. Dari karakterisasi yang dilakukan, film tipis dengan suhu *annealing* 850°C memberikan karakteristik yang lebih baik dari pada film tipis dengan suhu *annealing* yang lain.

Dari hasil karakterisasi yang dilakukan diperoleh bahwa film tipis BNST 5% dengan suhu annealing 850°C memberikan respon paling baik terhadap intensitas

cahaya yang mengenainya, sehingga diaplikasikan sebagai sensor cahaya pada rangkaian elektronika saklar otomatis.

BST dan BST dengan penambahan doping dalam penelitian ini telah menunjukkan sifat istimewanya yang peka terhadap cahaya atau sifat fotoelektrik, sehingga dapat diaplikasikan sebagai sensor cahaya fotodiode.

DAFTAR RUJUKAN

Azizahwati. 2002. *Studi Morfologi Permukaan Film Tipis PbZr_{0,525}Ti_{0,475}O₃ yang Ditumbuhkan Dengan Metode DC Unbalanced Magnetron Sputtering*. Jurnal Nasional Indonesia 5(1), Indonesia, hal 50-56

A. C. W. Utami. 2007. *Studi Efek Fotovoltaik Film Tipis Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO₃ yang Didadah Tantalum (BSTT) di Atas Substrat Si (100) Tipe-p*. Skripsi, Departemen Fisika, Institut Pertanian Bogor

A. P. Malvino. 1990. *Prinsip-prinsip Elektronika*. Edisi ke-2 diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan. Erlangga; Jakarta

Cari, A. Supriyanto, Suparmi, J.D. Malago, Irzaman, T. Sumardi, M. Hikam, I. Usman, A. Supu. 2004. *Optical*

- Properties of Gallium Oxide and Tantalum Oxide Doped BaTiO₃ Thin Film*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan 2004; Serpong <http://www.national.com> (*national semiconductor*. Oktober 2005)
- H. Darmasetiawan. 2005. *Optimal Penumbuhan Film Tipis BaTiO₃ yang didadah Indium dan Vanadium (BIVT) serta penerapannya sebagai Sel Surya*. Institut Pertanian Bogor; Bogor
- Irzaman, Y. Darvina, A. Fuad, P. Arifin, M. Budiman, and M. Barmawi. 2003. *Physical and Pyroelectric Properties of Tantalum Oxide Doped Lead Zirconium Titanate [Pb_{0.9950}(Zr_{0.525}Ti_{0.465}Ta_{0.010})O₃] Thin Films and Its Application for IR Sensor*. *Physica Status Solidi* (a), Germany, 199 (3), page 416 – 424.
- J. A. Blackburn. 2001. *Modern Instrumentation for Scientists and Engineers*. Springer-Verlag; New York. Inc
- K. Krane. 1992. *Fisika Modern*. Penerjemah Hans J. Universitas Indonesia. Depok
- P.A. Tipler. 1991. *Physic for Scientist and Engineers*. Worth Publisher. Inc
- M. A. Omar. 1993. *Elementary Solid State Physics*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc
- N. V. Giridharan, R. Jayavel, P. Ramasamy. 2001. *Structural, Morphological and Electrical Studies on Barium Strontium Titanate Thin Films Prepared by Sol-Gel Technique*. Crystal Growth Centre, Anna University, Chennai, India, **36**, 65-72
- R. E. Smallman. 1991. *Metalurgi Fisik Modern (Edisi ke-4)*. Gramedia Pustaka Utama; Jakarta
- S. Amiruddin, Usman, Mursal, T. Winata, dan Sukirno. 2005. *Optimasi Parameter Tekanan Deposisi pada Penumbuhan Lapisan Tipis Polykristal Silikon dengan Metode Hot Wire Cell PECVD*. *Jurnal Matematika dan Sains* Vol 10 No. 1 hal 27-30
- Saha Sanjib, 2000 “*Study of pulsed laser ablated Barium Strontium Titanate Thin films for dynamic Random Access Memory Application*”, Thesis, Material Research Centre, Indian Institute of Science, Bangalore India, August 2000.
- Schwartz, Robert W, 1997 “*Chemical Solution Deposition of Perovskite Thin Film*”, *Chem. Mater*, 2325-2340.
- Sutrisno. 1986. *Elektronika Teori dan Penerapannya*. ITB; Bandung
- Tae Gon Ha, 2006 “*Cu-Doping Effect on the Dielectric and Insulation Properties of Sol-Gel Derived Ba_{0.7}Sr_{0.3}TiO₃ Thin Film*”, *Journal of Korean Physical Society*, Vol 49, December 2006, pp.S571–S574
- Wu, N. J, Y. S. Chen, S. Dorderic, A. Ignatiev. 1997. *Pyroelectric IR Sensor Based on Oxide Heterostructures on Si (100) and LaAlO₃ (100) Substrates*. *Proceeding Third International Conference on Thin Film Physics and Applicatio*. SPIE Vol. 3175, hal 256-261