

## KARAKTERISASI DAN PEMBUATAN FILM TIPIS BARIUM STRONTIUM TITANAT $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$ (BST) MENGUNAKAN METODE SOL-GEL

**Rahmi Dewi**

*Prodi Fisika*

*Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*

*Kampus Bina Widya, Jl. Prof. Dr. Mughtar Luthfi*

*Pekanbaru 28293*

Email : drahmi2002@yahoo.com

### **Abstrak**

Telah dilakukan penelitian film tipis Barium Strontium Titanat (BST) dengan komposisi  $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$  menggunakan metode sol-gel dan di *annealing* pada suhu  $600^{\circ}C$  dan  $650^{\circ}C$  selama 1 jam. Film tipis BST tersebut dikarakterisasi menggunakan *Field Emission Scanning Electron Microscopy* (FESEM) dan Spektroskopi Impedansi. Hasil dari karakterisasi FESEM untuk sampel pada suhu  $600^{\circ}C$  dan  $650^{\circ}C$  masing-masing ketebalannya sebesar 46 nm dan 141 nm. Hasil dari karakterisasi Spektroskopi Impedansi yang diberikan nilai frekuensi, diperoleh nilai impedansi real dan impedansi imajiner. Nilai kapasitansi dari film tipis BST pada suhu  $600^{\circ}C$  dan  $650^{\circ}C$  masing-masing sebesar 75,46 F dan 154,69 F. Nilai konstanta dielektrik dari film tipis BST pada suhu  $600^{\circ}C$  dan  $650^{\circ}C$  masing-masing sebesar 23,98 dan 148,40.

Kata Kunci :  $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$ , FESEM, Spektroskopi Impedansi

### **Abstract**

*The thin film of Barium Strontium Titanate (BST) has been studied with composition of  $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$  by using sol-gel method that annealed in temperature of  $600^{\circ}C$  and  $650^{\circ}C$ . The thin film of BST is characterized by using Field Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM) and an impedance spectroscopy. The result samples in temperature of  $600^{\circ}C$  and  $650^{\circ}C$  are 46 nm and 141 nm in thickness respectively. The result of impedance spectroscopy characterization given frequency values obtained by the impedance value of real and imaginary. The capacitance of the thin film of BST in temperature of  $600^{\circ}C$  and  $650^{\circ}C$  are 75.46 F dan 154.69 F. The dielectric constant of the thin film of BST in temperature of  $600^{\circ}C$  and  $650^{\circ}C$  are 23.98 and 148.40 respectively.*

*Keywords :  $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$ , FESEM, Impedance Spectroscopy*

## 1. PENDAHULUAN

Ferroelektrik merupakan bahan dielektrik yang mempunyai polarisasi spontan serta mempunyai kemampuan mengubah polarisasi internalnya dengan menggunakan medan listrik yang sesuai [1]. Penelitian ini menggunakan bahan ferroelektrik yaitu Barium Strontium Titanat (BST). BST merupakan bahan ferroelektrik yang sangat menarik karena memiliki Konstanta dielektrik yang tinggi, kapasitas penyimpanan muatan yang tinggi, serta memiliki stabilitas suhu yang baik, menyebabkan film tipis BST sangat sesuai sebagai bahan pembuat kapasitor [2]. Aplikasi dari film tipis BST yaitu sebagai Ferroelectric Random Access Memory (FRAM) selain itu sifat histeresis dan konstanta dielektrik yang tinggi dapat diterapkan pada sel memori Dynamic Random Access Memory (DRAM) dengan kapasitas penyimpanan melampaui 1 Gbit [3].

Kapasitor adalah komponen listrik yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik, kapasitor ini terdiri dari dua plat konduktor yang ditempatkan berdekatan tapi tidak bersentuhan. Kemampuan dari dua sistem plat pada kapasitor untuk menyimpan muatan dinyatakan sebagai kapasitansi listrik. Nilai kapasitansi listrik suatu kapasitor bergantung pada ukuran, bentuk dan posisi relatif dari dua plat konduktor serta bahan penyekat antara dua konduktor tersebut yang dikenal dengan dielektrik [4]. Kapasitor yang baik adalah kapasitor yang berkapasitas besar, tetapi berdimensi kecil. Terkait dengan hal itu, maka untuk mendapatkan kapasitansi yang besar jarak antar pelat harus setipis mungkin. Film tipis BST terbuat dari larutan, hal ini menjadi salah satu alternatif yang tepat untuk memperkecil jarak antar pelat [5].

Penelitian ini merupakan studi pembuatan film tipis kapasitor BST dari campuran barium karbonat, strontium karbonat, dan titanium isopropoksida

dengan perbandingan Ba dan Sr 0,7 : 0,3 menjadi Barium Strontium Titanat ( $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ ). Pembuatan kapasitor dilakukan dengan variasi yang berbeda yaitu pada suhu  $600^\circ C$  dan  $650^\circ C$ . Perbedaan suhu dengan komposisi yang sama akan dikarakterisasi dengan FESEM (*Field Emission Scanning Electron Microscopy*) untuk mendapatkan berapa ketebalan dari sampel dan spektroskopi impedansi untuk mendapatkan nilai impedansinya. Nilai impedansi yang di peroleh ini maka dapat dihitung berapa besar nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik pada film tipis kapasitor BST dengan struktur kapasitornya kaca/Al/BST/Al.

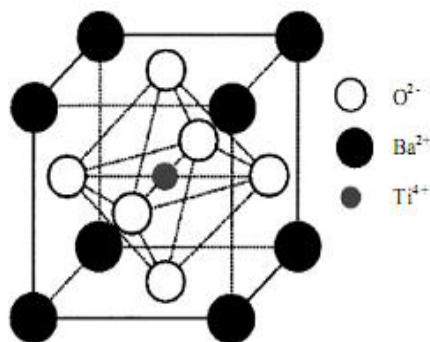
## 2. KAJIAN LITERATUR

Ferroelektrik adalah suatu bahan dielektrik yang mempunyai sifat polarisasi spontan tanpa adanya gangguan medan listrik dari luar (E). Polarisasi yang terjadi dari penerapan medan dikarenakan ketidaksimetrisan struktur Kristal pada bahan material ferroelektrik. Selain sifat histeresis, ferroelektrik juga memiliki sifat piroelektrik dan piezoelektrik [1].

Film tipis ferroelektrik banyak digunakan dalam aplikasi untuk piranti elektrooptik dan elektronik. Beberapa material film tipis ferroelektrik yang penting antara lain  $BaSrTiO_3$ ,  $PbTiO_3$ ,  $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ ,  $SrBiTaO_3$ ,  $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$  dan  $Bi_4Ti_3O_{12}$ . Aplikasi- aplikasi film tipis ferroelektrik menggunakan sifat dielektrik, piroelektrik, dan elektrooptik yang khas dari bahan ferroelektrik. Sebagian dari aplikasi elektronik yang paling utama dari film tipis ferroelektrik di antaranya: *non-volatile* memori yang menggunakan kemampuan polarisasi (*polarizability*) yang tinggi, kapasitor film tipis yang menggunakan sifat dielektrik, dan sensor piroelektrik yang menggunakan perubahan konstanta dielektrik karena

suhu dan aktuator piezoelektrik yang menggunakan efek piezoelektrik yaitu timbulnya polarisasi akibat perubahan tekanan [6].

Barium Strontium Titanat (BST) merupakan campuran dua senyawa yaitu Barium Titanat ( $BaTiO_3$ ) dan Strontium Titanat ( $SrTiO_3$ ). Barium Titanat ( $BaTiO_3$ ) merupakan bahan keramik yang mengandung dua jenis atom logam dan mempunyai struktur perovskite  $ABO_3$ . A dapat berupa logam monovalen, divalen dan trivalen dan B dapat berupa unsur pentavalen, tetravalen dan trivalen sedangkan O adalah unsur oksigen. Gambar 1 memperlihatkan struktur kristal perovskite material ferroelektrik BST. Ciri khas perovskite ini menunjukkan sifat-sifat ferroelektrik, piroelektrik, piezoelektrik dan memiliki konstanta dielektrik yang tinggi pada suhu kamar [7].



**Gambar 1** Struktur kristal perovskite material ferroelektrik BST [7].

BST banyak diaplikasikan sebagai media penyimpanan data pada memori dinamik (DRAM). Lapisan tipis BST juga dapat diaplikasikan sebagai Ferroelektrik Random Acces Memory (FRAM) karena konstanta dielektrik yang tinggi dan kapasitas penyimpanan muatan yang tinggi. Sifat piezoelektrik dan piroelektrik memungkinkan BST digunakan untuk aplikasi sensor.

Karakterisasi dielektrik dilakukan dengan menggunakan teknik spektroskopi impedansi kompleks untuk mendapatkan nilai hambatan dan kapasitansi devais. Alat

yang digunakan adalah sistem Solartron-Schlumberger model 1255. Pengukuran dilakukan dalam range frekuensi 10 Hz hingga 1 MHz. Pengukuran ini memberikan nilai impedansi kompleks, yaitu impedansi real dan impedansi imajiner. Nilai konstanta dielektrik dapat dihitung menggunakan persamaan :

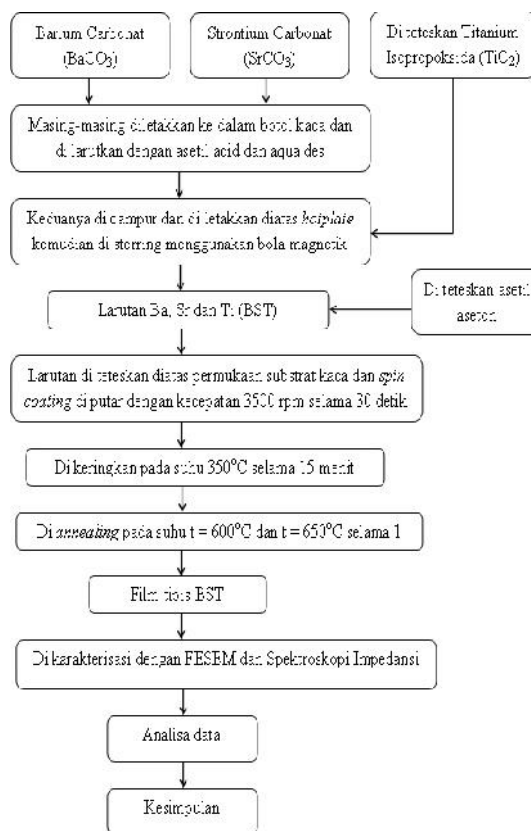
$$k' = \frac{C^* \cdot d}{\epsilon_0 \cdot A} \quad (1)$$

Konstanta dielektrik ( $k'$ ) merupakan ukuran kemampuan bahan menyimpan muatan relatif diruang vakum. Nilai kapasitansi kompleks ( $C^*$ ) pada frekuensi tertentu diperoleh melalui hubungan:

$$C^* = \frac{1}{j\omega Z^*} \quad (2)$$

### 3. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam pembuatan BST ini adalah metode Sol-gel dan diagram alir penelitian dapat dilihat seperti Gambar 2 dibawah ini



**Gambar 2** Diagram Alir Penelitian  $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$

Struktur dari film tipis BST ditunjukkan pada Gambar 3 yang akan diaplikasikan pada kapasitor dengan elektroda. Elektroda yang digunakan adalah aluminium, dimana terlebih dahulu aluminium dilarutkan dalam asetil acid, kemudian dilakukan proses di *coating* pada aluminium tersebut. Setelah kaca dan aluminium menyatu, barulah bagian kiri dan kanan dari silikon ditutupi dengan aluminium foil, dan bagian tengahnya yang akan ditetaskan dengan larutan BST. Selanjutnya dilakukan proses *spin coating*.

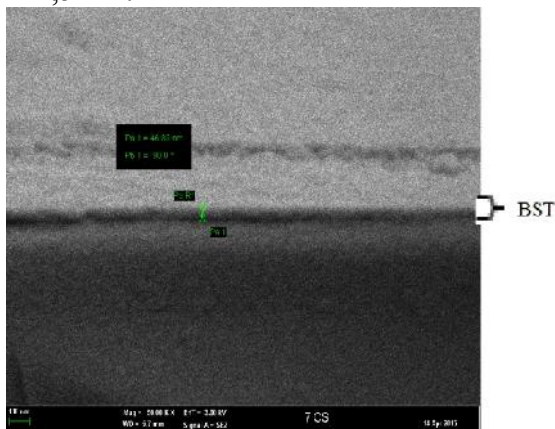
Bagian Al yang tidak ditutupi aluminium foil (ditetesi larutan BST)



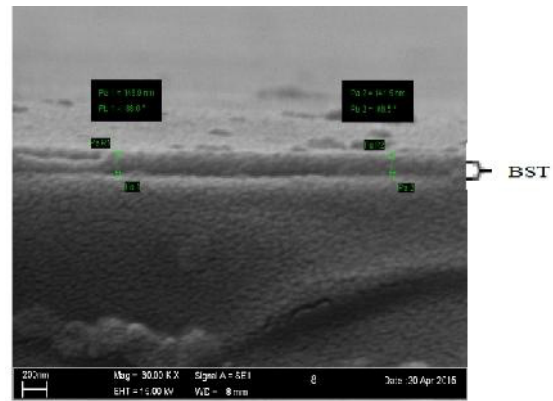
Gambar 3 Struktur Film Tipis BST

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dilihat ukuran ketebalan film tipis BST diatas permukaan substrat dengan ketebalan lapisan BST 46,89 nm dan 141,5 nm.



Gambar 4 Ketebalan dari lapisan film tipis BST pada suhu 600°C diatas substrat kaca.



Gambar 5 Ketebalan dari lapisan film tipis BST pada suhu 650°C diatas substrat kaca.

Sampel film tipis pada suhu 650°C lebih tebal dibandingkan sampel pada suhu 600°C, hal ini disebabkan karena pengaruh dari suhu *annealing* yang berbeda menyebabkan ukuran butiran lebih besar pada suhu yang lebih tinggi.

Pada suhu *annealing* 600°C di peroleh frekuensi sebesar 20 Hz, nilai kapasitansi kompleks mencapai nilai 75,46 F dan nilai konstanta dielektrik mencapai sebesar 23,98. Sedangkan pada suhu *annealing* 650°C pada frekuensi 20 Hz, nilai kapasitansi sebesar 154,69 F dan nilai konstanta dielektrik sebesar 148,40.

Menurut penelitian yang dilakukan X. Zhu at.al pada tahun 2003 dan menurut penelitian yang dilakukan Zheyao at.al pada tahun 2005 menyatakan bahwa nilai konstanta dielektrik berbanding terbalik dengan nilai frekuensi, semakin besar nilai frekuensi maka nilai konstanta dielektrik semakin kecil, dan semakin kecil nilai frekuensi maka nilai konstanta dielektrik semakin besar [8,9].

#### 5. KESIMPULAN

Karakterisasi FESEM, kedua suhu dari sampel BST menghasilkan ketebalan yang berbeda-beda. Nilai kapasitansi dipengaruhi oleh frekuensi, Pada frekuensi 20 Hz nilai kapasitansi yang di *annealing* pada suhu 600°C dan 650°C adalah 75,46 F dan 154,69 F. Nilai konstanta dielektrik pada suhu 600°C dan 650°C adalah 23,98 dan 148,40.

## 6. REFERENSI

- [1] Reitz J.R dkk, 1993. Dasar Teori Listrik-Magnet. Penerbit ITB Bandung
- [2] Jamaluddin, A., Anif, J., Iriani, Y., Yofertina, S., Sri, B. 2011. Pembuatan Prototipe Sensor Cahaya Menggunakan Bahan Ferroelektrik BST. *Jurnal Sains dan Materi Indonesia* ISSN: 1411-1098
- [3] Irzaman., Erviansyah, R., Syaputra, H., Maddu, A., Siswadi. 2010. Studi Konduktivitas Listrik Film Tipis Barium Strontium Titanat (BST) yang Didadah Ferium Oksida (BFST) Menggunakan Metode Chemical Solution Deposition (CSD). *Jurnal Berkala Fisika* ISSN: 33-38.
- [4] Jati, M.B. dan Priyambodo, T.K. 2010. *Fisika Dasar Listrik Magnet, Optika, dan Fisika Modern*. Yogyakarta: Andi.
- [5] Zhu,X at.al. 2003. Microstructure and Dielectric Prperties of Compositionally Graded ( $Ba_{1-x}Sr_x$ )  $TiO_3$  Thin Film Prepared by Pulsed Laser Deposition. *Journal of the Korean Physical Society*. Vol. 76 255-229
- [6] Zheyao, W, at.al. 2005. Fabrication of Organic PVP Doping-Based  $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$  Thin Film on Silicon Substrates for MEMS Application. *Journal of Science Direct*. Vol. 117 293-300