

**PEMBUATAN FILM TIPIS BARIUM STRONTIUM TITANAT
(Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO₃) MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL
DAN KARAKTERISASI MENGGUNAKAN
SPEKTROSKOPI IMPEDANSI**

Rahmi Dewi, Satri Siswanto, Krisman
Prodi S1 Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Riau Kampus Bina Widya
Jl. Prof. Mughtar Luthfi Pekanbaru, 28293, Indonesia
drahmi2002@yahoo.com
van_satri17@yahoo.co.id

ABSTRACT

Fabrication of thin film from material barium strontium titanat (Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO₃) that is annealing at a temperature of 600⁰C and 650⁰C has been carried out. Samples are made by using the sol-gel method, then characterized by using Field Emission Scanning Microscopy (FESEM) and Impedance Spectroscopy. Results of FESEM for samples at temperature 600⁰C and 650⁰C have thickness of 102,7 nm and 245,7 nm. The impedance spectroscopy characterization uses frequency at 100 Hz up to 1 MHz to get real impedance value and imaginer value for determining complex impedance, complex capacitance, dielectric constant. The complex impedance values for both temperature 600⁰C and 650⁰C is 2061,4 Ω dan 4684,3 Ω. The complex capacitance values for both temperature of 600⁰C and 650⁰C are 7,72x10⁻⁷ Farad and 3,4x10⁻⁷ Farad. The value of the relative dielectric constant at temperature of 600⁰C and 650⁰C are 52,9 and 55,6 respectively.

Keywords : Characterization, Thin Film, Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO₃, Sol-Gel Method, Impedance Spectroscopy.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pembuatan film tipis dari bahan Barium Strontium Titanat (Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO₃) yang diannealing pada temperatur 600⁰C dan 650⁰C. Sampel dibuat dengan menggunakan metode Sol-Gel kemudian dikarakterisasi menggunakan FESEM dan Spektroskopi Impedansi. Hasil karakterisasi menggunakan FESEM untuk sampel 600⁰C dan 650⁰C masing-masing ketebalannya adalah 102,7 nm dan 245,7 nm. Karakterisasi spektroskopi impedansi menggunakan frekuensi sebesar 100 Hz sampai 1 MHz untuk memperoleh nilai impedansi real dan nilai impedansi imajiner yang digunakan untuk menentukan nilai impedansi kompleks, Kapasitansi kompleks dan konstanta dielektrik. Nilai impedansi kompleks pada suhu 600⁰C dan 650⁰C masing-masing adalah 2061,4 Ω dan 4684,3 Ω. Nilai kapasitansi kompleks pada suhu 600⁰C dan 650⁰C masing-masing adalah 7,72x10⁻⁷ F dan 3,4x10⁻⁷ F dan Nilai konstanta dielektrik pada suhu 600⁰C dan 650⁰C masing-masing adalah 52,9 dan 55,6.

Kata Kunci : Karakterisasi, Film Tipis, Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO₃, Metode Sol-Gel, Spektroskopi Impedansi.

PENDAHULUAN

Material ferroelektrik merupakan salah satu bukti dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya bidang material yang telah dikembangkan sejak tahun 1960-an. Upaya-upaya untuk meningkatkan ilmu pengetahuan dan teknologi disegala bidang material terus dilakukan sampai saat ini. Para peneliti termotivasi untuk melakukan penelitian dalam pembuatan alat-alat dan komponen-komponen elektronika yang diharapkan memiliki sifat dan karakteristik tertentu. Penelitian tersebut yaitu penelitian dibidang material ferroelektrik. Ferroelektrik merupakan material elektronik khususnya dielektrik yang terpolarisasi secara spontan dan memiliki kemampuan untuk mengubah arah listrik internalnya (**Shirane and Jona,1993**).

Penelitian ini menggunakan bahan ferroelektrik yaitu Barium Strontium Titanat. Bahan ini dibentuk dari Barium titanat yang didoping dengan strontium. Ferroelektrik BST telah banyak diteliti sebagai bahan potensial untuk perangkat mikro elektronik. Bahan ini memiliki konstanta dielektrik yang tinggi, loss dielektrik rendah, densitas kebocoran arus rendah. Konstanta dielektrik yang tinggi akan meningkatkan kapasitansi muatan lebih tinggi sehingga penyimpanan muatan juga lebih banyak (**Uchino, 2000**), sehingga film tipis BST sangat sesuai dikembangkan sebagai bahan pembuatan kapasitor.

Barium Strontium Titanat (BST) merupakan semikonduktor lapisan tipis. Daerah serapan dari lapisan tipis BST berada pada rentang ultraviolet, *visible*, sampai pada *infrared*. Pemanfaatan bahan Ferroelektrik sangat luas dalam aplikasi dielektrik, salah satunya sebagai dielektrik pada *Dynamic Random Access Memory (DRAM)* dan *Ferroelektrik Random Access Memory (FRAM)*, karena memiliki

konstanta dielektrik dan kapasitas penyimpan muatan yang tinggi (**Seo dan Park, 2004**).

Penulis ingin mengeksplor lebih dalam mengenai nilai konstanta dielektrik dari BST yang telah diteliti. Pembuatan BST dengan komposisi $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ akan menggunakan substrat kaca sebagai bahan dasar. Pengaruh *annealing* terhadap nilai konstanta dielektrik, kapasitansi kompleks dari bahan BST yang dibuat akan dipelajari lebih lanjut.

METODE PENELITIAN

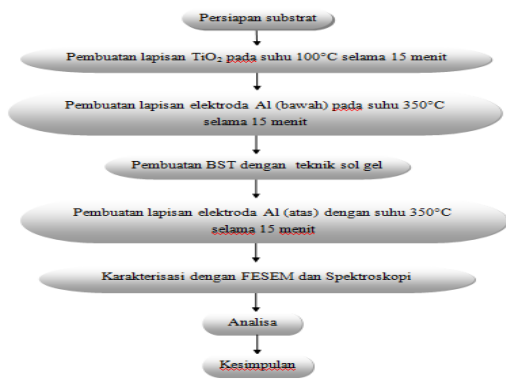
1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa timbangan digital, *hot plate stirrer*, bola magnetik, *spin coating*, *furnace*, *Field Emission Scanning Microscopy (FESEM)*, dan spektroskopi impedansi, larutan *acetil acid*, larutan asetil aseton, larutan HCl, bubuk barium karbonat, bubuk strontium karbonat, titanium *isopropoxide*, bubuk aluminium dan substrat kaca.

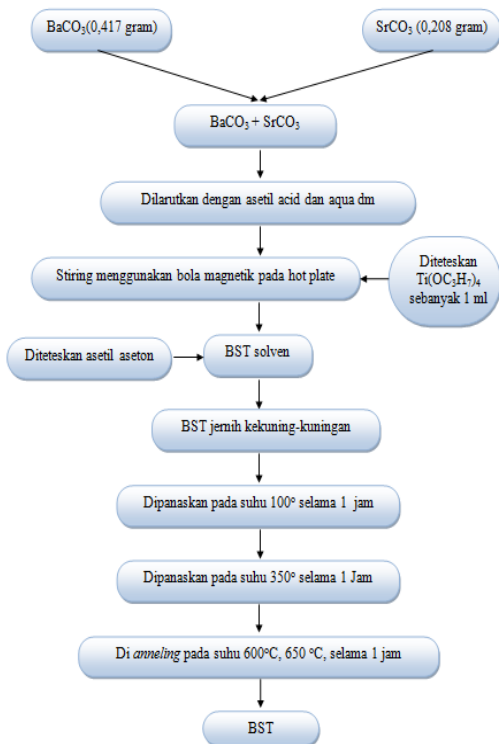
2. Skema Penelitian

Pembuatan film tipis BST menggunakan metode sol-gel yang ditempatkan di atas substrat kaca dengan menggunakan *spin coating* pada kecepatan putar 3500 rpm selama 30 detik untuk meratakan setiap lapisan dan di *annealing* pada temperatur $700^{\circ}C$ selama 1 jam untuk mendapatkan struktur kristalnya. Sampel di karakterisasi menggunakan alat karakterisasi FESEM untuk mendapatkan ketebalannya dan menggunakan alat karakterisasi spektroskopi impedansi untuk mendapatkan nilai impedansi

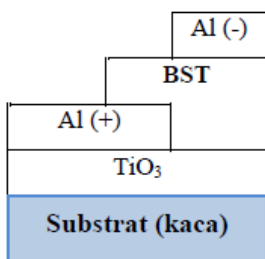
Gambar 1 dan Gambar 2 merupakan skema pembuatan kapasitor BST yang dibuat dengan struktur devive seperti pada gambar berikut



Gambar 1. Skema penelitian



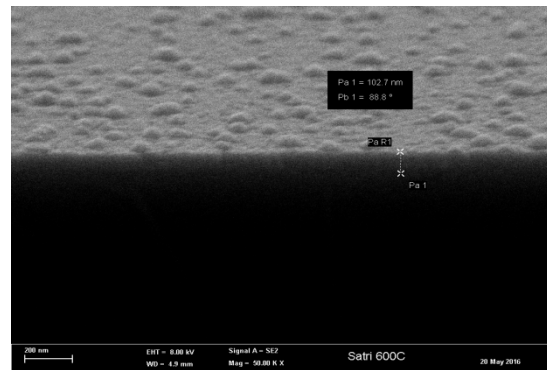
Gambar 2. Pembuatan Kapasitor BST



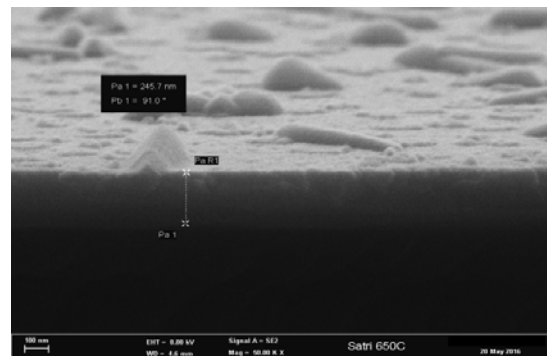
Gambar 3. Struktur Device BST

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan pada bab ini menampilkan hasil foto FESEM yang menunjukkan ketebalan sampel dan membahas sifat dielektrik sampel dengan melihat hubungan antara impedansi kompleks (Z^*), kapasitansi kompleks (C^*), dan konstanta dielektrik (k)



Gambar 1. Ketebalan film tipis $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ pada suhu $600^\circ C$.

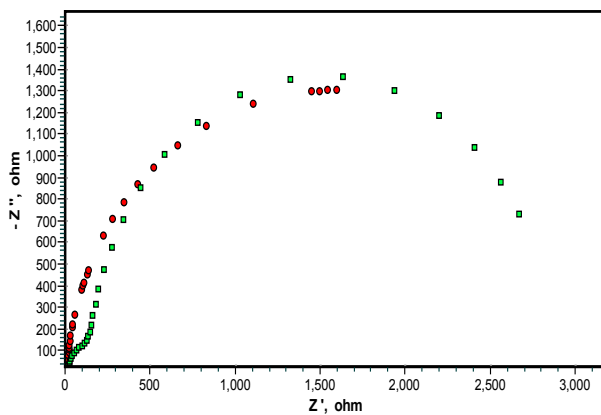


Gambar 2. Ketebalan film tipis $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ pada suhu $650^\circ C$.

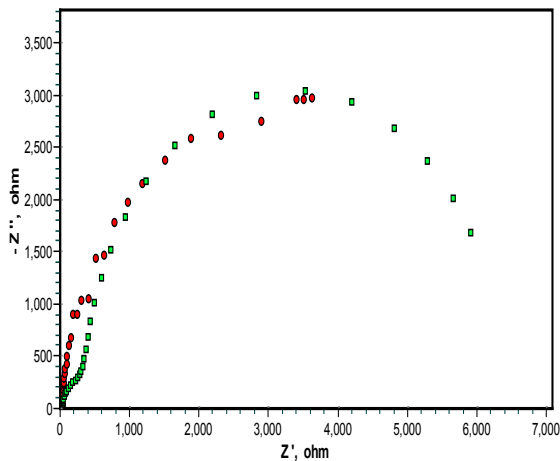
Gambar 1, memperlihatkan ukuran ketebalan dari film tipis BST yaitu 102,7 nm, sampel ini ditumbuhkan di atas substrat kaca dengan komposisi massa barium karbonat 0,417 gram dan strontium karbonat 0,208 gram.

Gambar 2, memperlihatkan ukuran ketebalan dari film tipis BST yaitu 245,7 nm, sampel ini ditumbuhkan di atas substrat kaca dengan komposisi massa barium karbonat 0,417 gram dan strontium karbonat 0,208 gram.

Semakin besar suhu sintering, maka sampel BST yang dihasilkan memiliki tingkat kekristalan yang semakin tinggi pula. Hal ini menunjukkan BST semakin tebal pada suhu sintering yang lebih tinggi.

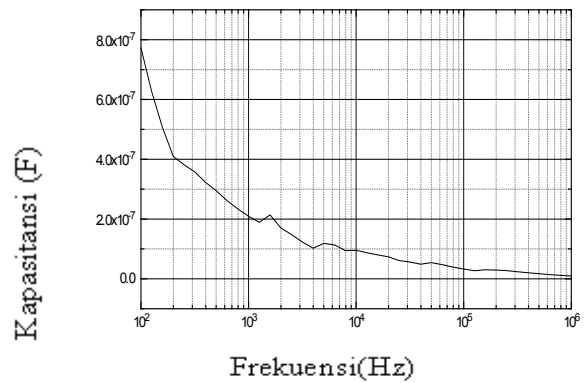


Gambar 3. Grafik impedansi real dan impedansi imajiner *annealing* 600°C

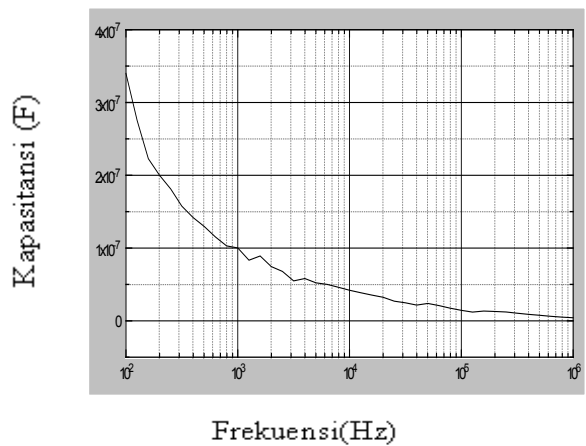


Gambar 4. Grafik impedansi real dan impedansi imajiner *annealing* 650°C

Gambar 3 dan Gambar 4 menjelaskan spektrum impedansi untuk sampel BST. Pada suhu 600°C terdiri dari satu lengkung dengan bulatan seperempat lingkaran pada frekuensi 100 Hz sampai 7,94 KHz dan pada suhu 650°C terdiri dari satu lengkung dengan bulatan seperempat lingkaran pada frekuensi 100 Hz sampai 7,94 KHz. Lengkung seperempat lingkaran yang terdeteksi menunjukkan adanya hubungan sifat listrik dan konstanta dielektrik daerah antara kontak dengan sampel (*Interface*). (Tukimin, 2012).



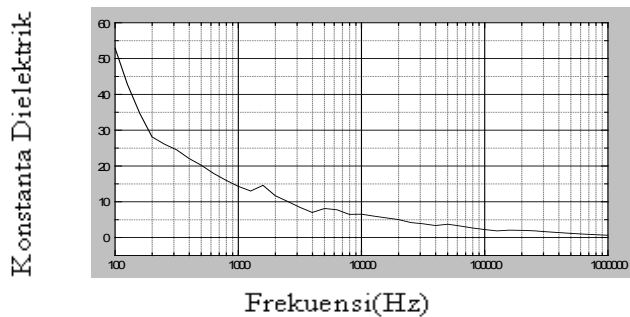
Gambar 5. Grafik analisis antara Frekuensi dan nilai Kapasitansi Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO₃ pada suhu 600°C



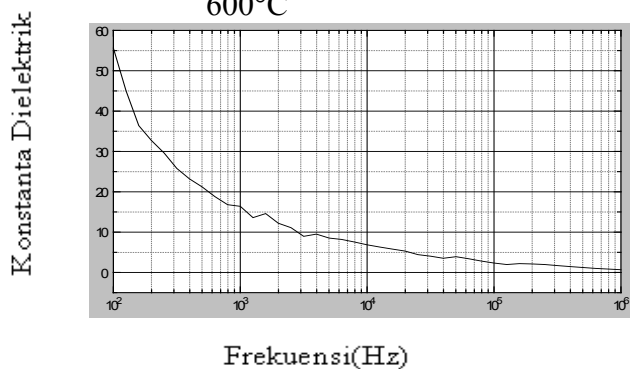
Gambar 6. Grafik analisis antara Frekuensi dan nilai Kapasitansi Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO₃ pada suhu 650°C

Gambar 5 dan Gambar 6 menjelaskan analisis nilai kapasitansi kompleks terhadap frekuensi. Pada suhu 600°C menggunakan frekuensi 100 Hz didapat nilai kapasitansi kompleks paling besar yaitu sebesar $7,72 \times 10^{-7}$ Farad dan pada suhu 650°C sebesar $3,4 \times 10^{-7}$ Farad. Pada suhu 600°C menggunakan frekuensi paling tinggi 1Mhz didapat nilai kapasitansi kompleks sebesar $9,34 \times 10^{-9}$ Farad dan pada suhu 650°C sebesar $4,1 \times 10^{-9}$ Farad.

Semakin besar nilai kapasitansi kompleks (C^*) maka $\log f$ semakin kecil begitu juga sebaliknya dan semakin tinggi suhunya maka nilai kapasitansi kompleks (C^*) akan semakin besar (Krisman dan Rahmi, 2013).



Gambar 7. Grafik analisis antara frekuensi dan konstanta dielektrik $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ pada suhu 600°C



Gambar 8 Grafik analisis antara frekuensi dan konstanta dielektrik $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ pada suhu 650°C

Gambar 7 dan Gambar 8 menjelaskan bahwa pada frekuensi paling rendah yaitu pada frekuensi 100 Hz, nilai konstanta dielektrik pada suhu 600°C mencapai nilai maksimum yaitu sebesar 52,9 dan pada suhu 650°C sebesar 55,6 . Pada frekuensi paling tinggi 1 MHz nilai konstanta dielektrik pada suhu 600°C didapat sebesar 0,639 dan pada suhu 650°C sebesar 0,672.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Maharsi dkk yang menyatakan frekuensi sangat mempengaruhi nilai dari konstanta dielektrik (Maharsi,dkk,2014), dimana semakin kecil frekuensi maka nilai konstanta dielektrik semakin besar (Zhu at.al, 2003). Semakin besar suhu *annealing* maka nilai konstanta dielektrik semakin besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dari penelitian dan analisa data dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil dari karakterisasi FESEM, masing-masing Film Tipis $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ yang di *annealing* pada 600°C dan 650°C didapat ketebalannya 245,7 nm dan 102,7 nm.
2. Nilai impedansi kompleks dari masing-masing Film Tipis $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ yang di *annealing* pada 600°C dan 650°C didapat sebesar 2061,4 Ω dan 4684,3 Ω .
3. Nilai kapasitansi kompleks dari Film Tipis $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ yang di *annealing* pada 600°C dan 650°C masing-masing sebesar $7,72 \times 10^{-7}$ F dan $3,4 \times 10^{-7}$ F.
4. Nilai konstanta dielektrik dari Film Tipis $Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$ yang di *annealing* pada suhu 600°C dan 650°C masing-masing sebesar 52,9 dan 55,6.

DAFTAR PUSTAKA

- Jona, F. and Shirane, G. 1993. *Ferroelectric Crystals*. Dover Publication, Inc. New York.
- Krisman, dan Rahmi, D., 2013. Menentukan Konstanta Dielektrik Lapisan Tipis ($\text{Ba}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{TiO}_3$) dengan Menggunakan Impedansi Kompleks. Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Maharsi, R., Jamaludin, A., Iriani, Y. 2014. *Karakterisasi Kekristalan dan konstanta dielektrik $\text{Ba}_{0,9}\text{Sr}_{0,1}\text{TiO}_3$ yang dibuat dengan Metode Solid State Reaction*. Skripsi Jurusan Pendidikan Fisika FKIP, Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Seo, Jin-Yong, Sung-Woo Park., 2004. Chemical Mechanical Planarization Characteristic of Ferroelectric Film for FRAM Application. *Journal of Korean*.
- Tukimin. 2012. Studi Spektroskopi Impedansi Bahan Perovskite (Ba,SrTiO_3) Pada Temperatur Tinggi. Magister Fisika, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Uchino, K. 2000. *Ferroelectric Devices*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Zhu, X., Lu, S., Chan, H.L.W., Choy, C.L. dan Wong, K.H. 2003. Microstructure and Dielectric Properties of Compositionally Graded ($\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x$) TiO_3 Thin Films Prepared by Pulsed Laser Deposition. *Journal of Materials Science and Processing* 76: 225-229.