

KARAKTERISASI KAPASITOR BARIUM STRONTIUM TITANAT (BST) $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$ YANG DIBUAT MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL

Rahmi Dewi², Tiara Pertiwi^{1,*}, Krisman²

¹Mahasiswa Jurusan Fisika

²Bidang Fisika Instrumentasi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

*E-mail korespondensi: drahmi2002@yahoo.com; tiarapertiwi2506@gmail.com

ABSTRACT

The thin film of Barium Strontium Titanate (BST) has been studied with composition of $B_{0.7}S_{0.2}T_3$ 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 results of FESEM characterization for samples in temperature of $600^{\circ}C$ and $650^{\circ}C$ are 55.83 nm and 84.88 nm in thickness respectively. The result of impedance spectroscopy characterization given frequency values obtained by the impedance value of real and imaginary. The capacitance value at a frequency of 20 Hz from a thin film of BST in temperature of $600^{\circ}C$ and $650^{\circ}C$ are 69.36F and 138.70F. The dielectric constant of the thin film of BST in temperature of $600^{\circ}C$ and $650^{\circ}C$ are 22.17 dan 131.56 respectively.

Keywords: Barium Strontium Titanate, FESEM, Impedance Spectroscopy

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian film tipis Barium Strontium Titanat (BST) dengan komposisi $B_{0.7}S_{0.2}T_3$ menggunakan metode sol-gel dan di annealing pada suhu $600^{\circ}C$ dan $650^{\circ}C$. 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 55.83 nm dan 84.88 nm. Hasil dari karakterisasi Spektroskopi Impedansi yang diberikan nilai frekuensi, diperoleh nilai impedansi real dan impedansi imajiner. Nilai kapasitansi pada frekuensi 20 Hz dari film tipis BST pada suhu $600^{\circ}C$ dan $650^{\circ}C$ masing-masing sebesar 69.36 F dan 138.70 F. Nilai konstanta dielektrik dari film tipis BST pada suhu $600^{\circ}C$ dan $650^{\circ}C$ masing-masing sebesar 22.17 dan 131.56.

Kata kunci: Barium Strontium Titanate, FESEM, Impedance Spectroscopy

PENDAHULUAN

Kebutuhan dunia akan energi menyebabkan penelitian pada bidang fisika material beberapa tahun terakhir ini semakin gencar dilakukan. Salah satu penelitian yang belakangan ini menarik perhatian yaitu penelitian terhadap material ferroelektrik karena material ini sangat menjanjikan terhadap perkembangan devais generasi baru sehubungan dengan sifat-sifat unik yang dimilikinya [1].

Ferroelektrik merupakan bahan dielektrik yang mempunyai polarisasi spontan serta mempunyai kemampuan mengubah polarisasi

internalnya dengan menggunakan medan listrik yang sesuai [2]. Barium Strontium Titanat dengan rumus kimia $BaSrTiO_3$ atau lebih dikenal dengan istilah BST adalah salah satu material keramik yang menarik untuk diteliti. BST merupakan material ferroelektrik yang termasuk ke dalam jenis perovskite. Bahan ini dibentuk dari Barium Titanat ($BaTiO_3$) yang didoping dengan Strontium (Sr) [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].

Penelitian ini merupakan studi pembuatan film tipis kapasitor BST dari campuran barium karbonat, strontium karbonat, dan titanium isopropoksida dengan perbandingan Ba dan Sr 0,75 : 0,25 menjadi Barium Strontium Titanat ($Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$) yang pengukurannya akan dilakukan pada suhu 600°C dan 650°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 diperoleh ini maka dapat dihitung berapa besar nilai kapasitansi dan kebocoran arus dalam film tipis kapasitor BST.

BAHAN DAN METODE

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 Electron Microscopy* (FESEM), dan spektroskopi impedansi, larutan acetyl acid, larutan acetyl aseton, larutan HCl, bubuk barium karbonat, bubuk strontium karbonat, titanium isopropoksida, bubuk aluminium dan substrat kaca.

2. Prosedur Penelitian

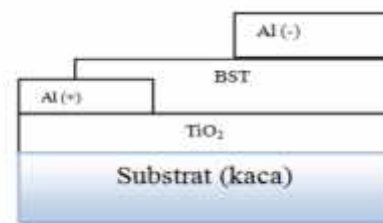
Pembuatan film tipis BST menggunakan metode sol-gel yang ditempatkan di atas substrat kaca dengan menggunakan *spin coating* diputar pada kecepatan 3500 rpm selama 30 detik untuk meratakan setiap lapisan dan di *annealing* pada suhu 600°C selama 1 jam untuk mendapatkan struktur kristalnya.

Sampel dikarakterisasi menggunakan alat karakterisasi FESEM untuk mendapatkan ketebalannya dan menggunakan alat karakterisasi spektroskopi impedansi untuk mendapatkan nilai impedansi, sehingga dapat dihitung berapa nilai kapasitansi dan nilai konstanta dielektriknya.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Gambar 1 merupakan skema pembuatan film tipis BST yang dibuat dengan struktur *device* seperti Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Struktur *device* BST

Gambar 2 menunjukkan struktur *device* BST dimana aluminium pada lapisan pertama digunakan sebagai konduktornya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pada penelitian ini menampilkan hasil foto FESEM yang menunjukkan ketebalan dari sampel. Data hasil spektroskopi impedansi menampilkan *Plot Nyquist* yang menyatakan hubungan antara impedansi real dan impedansi

imaginer serta dilengkapi dengan rangkaian ekivalen, serta *bode plot* yang menyatakan hubungan antara frekuensi dan kapasitansi atau frekuensi dan konstanta dielektrik dari sampel.



Gambar 3. Ketebalan dari lapisan film tipis pada suhu 600°C diatas substrat kaca.

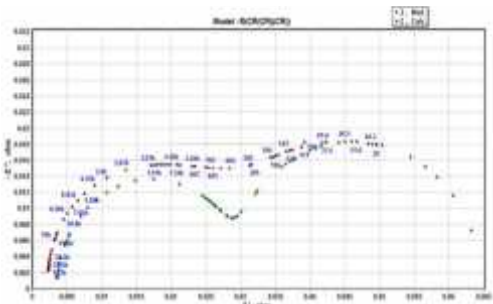


Gambar 4. Ketebalan dari lapisan film tipis pada suhu 650°C di atas substrat kaca.

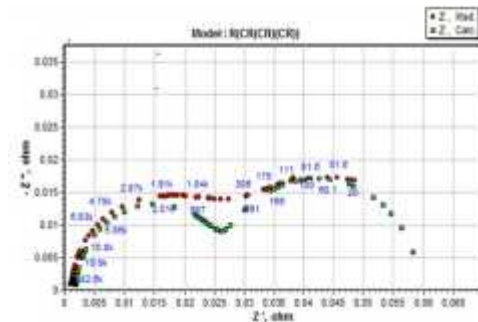
Gambar 3 menunjukkan ukuran ketebalan dari film tipis BST yaitu 55,83 nm, sampel ini ditumbuhkan di atas substrat kaca dengan komposisi massa barium karbonat 1,85 gram dan strontium karbonat 0,46 gram, serta di *annealing* pada suhu 600°C.

Gambar 4 menunjukkan ukuran ketebalan dari film tipis BST yaitu 84,88 nm, sampel ini ditumbuhkan di atas substrat kaca dengan komposisi massa barium karbonat 1,85 gram dan strontium karbonat 0,46 gram, serta di *annealing* pada suhu 650°C.

Perbedaan suhu *annealing* pada sampel menjadi penyebab ketebalan yang bervariasi.



Gambar 5. Grafik *Plot Nyquist* dari film tipis BST pada suhu 600°C.



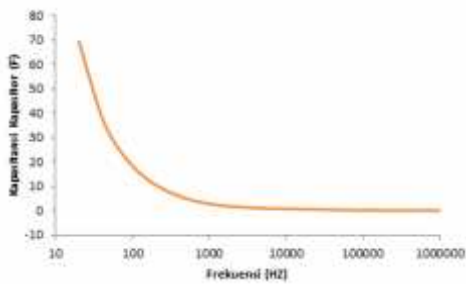
Gambar 6. Grafik *Plot Nyquist* dari film tipis BST pada suhu 650°C.

Gambar 5 menjelaskan spektrum impedansi untuk sampel $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$ pada suhu 600°C membentuk dua loop setengah lingkaran. Dimana lengkung I mewakili proses yang terjadi di antara muka elektroda dan substrat kacapada frekuensi rendah <10 KHz, serta lengkung II merupakan proses yang berlaku pada perbatasan butiran.

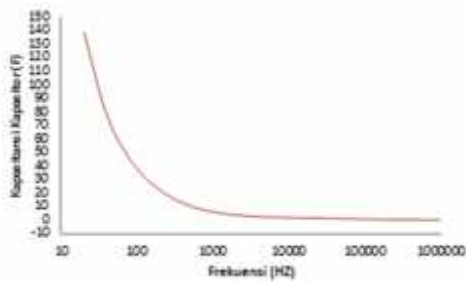
Gambar 6 menjelaskan spektrum impedansi untuk sampel $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$ pada suhu 650°C membentuk dua loop setengah lingkaran. Dimana lengkung I mewakili frekuensi 1-100 KHz yang mewakili proses pada perbatasan butir, serta lengkung II mewakili proses padatan sampel.

Daerah *interface* berada pada frekuensi rendah dan daerah *grain* berada pada frekuensi tinggi. Kedua grafik hubungan antara impedansi real dan impedansi imajiner pada sampel dalam penelitian ini menunjukkan nilai yang sama dimana ada dua loop setengah lingkaran yang didapatkan. Loop setengah lingkaran ini menunjukkan hubungan sifat listrik dan konstanta dielektrik daerah antara kontak dengan sampel (*Interface*).

Nilai impedansi real dan impedansi imajiner yang dihasilkan oleh spektroskopi impedansi dihitung berapa nilai impedansi kompleksnya sehingga nilai impedansi kompleks ini dapat digunakan untuk menghitung nilai kapasitansi dan nilai konstanta dielektrik dari masing-masing sampel.



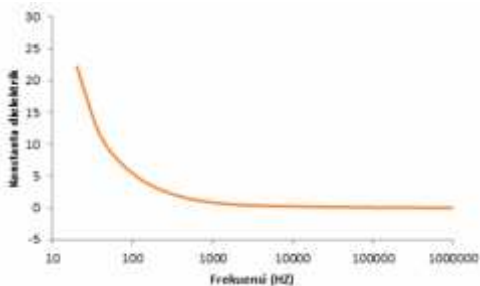
Gambar 7. Hubungan antara frekuensi dan nilai kapasitansi kompleks film tipis BST pada suhu 600°C.



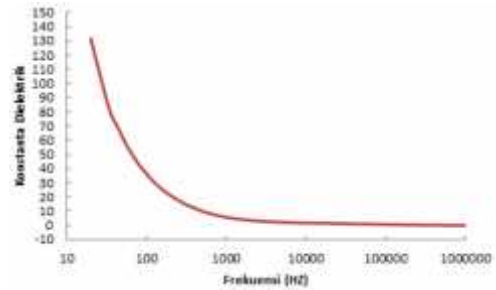
Gambar 8. Hubungan antara frekuensi dan nilai kapasitansi kompleks film tipis BST pada suhu 650°C.

Gambar 7 pada suhu *annealing* 600°C di peroleh frekuensi kecil sebesar 20 Hz, nilai kapasitansi kompleks mencapai nilai maksima yaitu sebesar 69,36 F. Sedangkan pada frekuensi tertinggi yaitu 1 MHz, nilai kapasitansi kompleks berada pada nilai minimum yaitu sebesar 0,028 F.

Gambar 8 pada suhu *annealing* 650°C di peroleh frekuensi kecil sebesar 20 Hz, nilai kapasitansi kompleks mencapai nilai maksimal yaitu sebesar 138,7 F. Sedangkan pada frekuensi tertinggi yaitu 1 MHz, nilai kapasitansi kompleks berada pada nilai minimum yaitu sebesar 0,057 F.



Gambar 9. Hubungan antara frekuensi dan nilai konstanta dielektrik film tipis BST pada suhu 600°C.



Gambar 10. Hubungan antara frekuensi dan nilai konstanta dielektrik film tipis BST pada suhu 650°C.

Gambar 9 menjelaskan bahwa hubungan antara frekuensi dan nilai konstanta dielektrik berbanding terbalik, pada frekuensi terendah 20Hz, nilai konstanta dielektriknya adalah 22,17. Sedangkan pada frekuensi 1 MHz, nilai konstanta dielektriknya adalah 0,007.

Gambar 10 menjelaskan bahwa hubungan antara frekuensi dan nilai konstanta dielektrik berbanding terbalik, pada frekuensi terendah 20Hz, nilai konstanta dielektriknya adalah 131,56. Sedangkan pada frekuensi 1 MHz, nilai konstanta dielektriknya adalah 0,010.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil karakterisasi FESEM, kedua suhu dari sampel BST menghasilkan ketebalan yang berbeda-beda. Pada suhu 600° C dan suhu 650° C dihasilkan ketebalan BST yaitu sebesar 55,83 nm dan 84,88 nm. Perbedaan suhu *annealing* pada sampel menjadi penyebab ketebalan yang bervariasi.
2. Nilai kapasitansi kompleks dari sampel film tipis $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$ dipengaruhi oleh frekuensi, semakin rendah frekuensi yang diberikan maka semakin besar nilai kapasitansi kompleksnya. Pada frekuensi terendah 20 Hz nilai kapasitansi kompleks dari bahan $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$ yang di *annealing* pada suhu 600°C dan 650°C adalah 69,36 F dan 138,70 F.
3. Nilai konstanta dielektrik dari sampel film tipis $Ba_{0,75}Sr_{0,25}TiO_3$ dipengaruhi oleh frekuensi, semakin rendah frekuensi yang diberikan maka semakin besar nilai

konstanta dielektriknya. Pada frekuensi terendah 20 Hz nilai konstanta dielektrik dari bahan $Ba_{0,7}Sr_{0,2}TiO_3$ yang di *annealing* pada suhu 600°C dan 650°C adalah 22,17 dan 131,56.

DAFTAR PUSTAKA

1. Irzaman, R., Erviansyah, H., Syafutra, A. M., & Siswadi. (2010). Studi Konduktivitas Listrik Film Tipis $Ba_{0,25}Sr_{0,75}TiO_3$ yang Didadah Ferium Oksida (BFST) Metode *Chemical Solution Deposition*. *Jurnal Sainstek*, ISSN : 1410 – 9662.
2. Detri, Y., Dewi, R., & Krisman. (2015). *Fabrikasi dan Karakterisasi Sifat Optik Dari $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ Menggunakan Spektrofotometer Ultraviolet Visible*. Jurnal Skripsi, Universitas Riau, Pekanbaru.
3. Rositawati, D. N. (2008). *Pengaruh Temperatur dan Waktu Sintering dan Annealing Terhadap Spektroskopi Impedansi $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$* . Tesis FMIPA, Universitas Indonesia, Jakarta.
4. Komisah, S. (2001). *Pembuatan Alat Uji Teknis Sifat Dielektrik Bahan Cair*. Skripsi Jurusan Fisika FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

