

ARTIKEL RISET

Karakterisasi Mikrostruktur Material Feroelektrik $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ (BST) dengan Variasi Suhu Annealing

Rahma Dewi* and Krisman

Ringkasan

Telah dilakukan pembuatan sampel dari bahan Barium Strontium Titanat (BST) dengan komposisi $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ dengan menggunakan metode sol gel dan di *annealing* pada suhu $600^\circ C$, $650^\circ C$ dan $700^\circ C$. Ukuran butiran dan ketebalan sampel dikarakterisasi menggunakan *Field Emission Scanning Microscopy* (FESEM). Ukuran butiran meningkat dengan meningkatnya suhu *annealing*. Nilai rata-rata ukuran butiran dari temperatur $600^\circ C$, $650^\circ C$ dan $700^\circ C$ adalah : 21,20 nm; 22,30 nm dan 26,8 nm. Nilai ketebalan sampel masing-masing adalah 31,28 nm; 37,5nm dan 39,08nm.

Kata Kunci : $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$, temperatur *annealing*, FESEM, ukuran butiran, ketebalan

Abstract

Sampling has been made from Barium Strontium Titanate (BST) with composition of $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ by sol gel method and at annealing at temperature $600^\circ C$, $650^\circ C$ and $700^\circ C$. Grain size and sample thickness were characterized using Field Emission Scanning Microscopy (FESEM). Grain size and sample thickness increase with increasing annealing temperature. The average values of grain size from temperatures of $600^\circ C$, $650^\circ C$ and $700^\circ C$ are: 21.20 nm; 22.30 nm and 26.8 nm. The sample thickness values were 31.28 nm, 37.5 nm and 39.08 nm, respectively.

Keywords: $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$; annealing temperature; FESEM; grain size; thickness

1 Pendahuluan

Material feroelektrik merupakan material elektronik khususnya dielektrik yang terpolarisasi spontan dan memiliki kemampuan untuk mengubah arah listrik internalnya. Polarisasi yang terjadi merupakan hasil dari penerapan medan yang mengakibatkan adanya ketidaksimetrisan struktur kristal pada suatu material feroelektrik.

Aplikasi elektronik yang paling utama dari film tipis feroelektrik diantaranya, *non-volatile memory* yang menggunakan kemampuan polarisasi yang tinggi, kapasitor film tipis yang menggunakan sifat dielektrik, dan sensor piroelektrik yang menggunakan perubahan konstanta dielektrik karena suhu, aktuator piezoelektrik yang menggunakan efek piezoelektrik [1].

Barium Stronsium Titanat (BST) merupakan semikonduktor lapisan tipis yang memiliki konstanta dielektrik tinggi, kebocoran arus rendah, dan tahan terhadap tegangan *breakdown* yang tinggi digunakan pada devais sebagai kapasitor. Daerah serapan dari lapisan tipis BST (absorbansi) pada rentang ultraviolet, *visible*, sampai pada *infrared*. Hal tersebut menjelaskan lapisan tipis dapat dipakai sebagai sensor suhu dan cahaya. Lapisan tipis BST telah difabrikasi dengan beberapa teknik seperti *sputtering*, *laser ablation*, dan *sol-gel process* [2].

2 Dasar Teori

Barium Titanat ($BaTiO_3$), pertama kali diteliti pada awal tahun 1940-an oleh peneliti asal Amerika, Jepang, dan Rusia. Barium Titanat merupakan salah satu bahan feroelektrik yang sangat sering diteliti dalam bentuk bulk keramiknya. Barium Titanat mudah diaplikasikan karena dalam segi kimia maupun mekanik lebih stabil dan mempunyai temperatur

*Correspondence: drahmi2002@yahoo.com

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau Kampus Bina Widya, 28293 Pekanbaru, Indonesia

Full list of author information is available at the end of the article

†Equal contributor

curie yang mendekati temperatur kamar dibandingkan dengan bahan feroelektrik lainnya [3].

Barium Stronsium Titanat (BST) juga didefinisikan sebagai semikonduktor lapisan tipis yang memiliki konstanta dielektrik tinggi, kebocoran arus rendah, dan tahan terhadap tegangan breakdown yang tinggi digunakan pada devais sebagai kapasitor. Daerah serapannya dari lapisan tipis BST (absorbansi) yaitu pada rentang *ultraviolet*, *visible*, sampai pada *infrared*. Hal tersebut menjelaskan lapisan tipis dapat dipakai sebagai sensor suhu dan cahaya. Lapisan tipis BST telah difabrikasi dengan beberapa teknik seperti *sputtering*, *laser ablation*, dan *sol-gel process* [2].

Bahan *perovskite* BST memiliki permitivitas dielektrik yang tinggi, namun konstanta dielektriknya memiliki kebergantungan terhadap temperatur dan mencapai maksimum pada titik curie. Temperatur curie Barium Titanat (BT) murni sebesar 130°C. penambahan SrTiO₃ ke dalam barium titanat menyebabkan ion Sr²⁺ menggantikan ion Ba²⁺ mengakibatkan suhu curie bergeser ke suhu yang lebih rendah. Suhu curie pada barium titanat menurun sebanding dengan jumlah ion Sr yang menggantikan ion Ba [4]. Pergantian Ba²⁺ yang disebabkan oleh Sr²⁺ mengubah sifat listriknya dan dapat mengendalikan nilai konstanta dielektrik dengan mengatur komposisi larutan padatan materialnya [5].

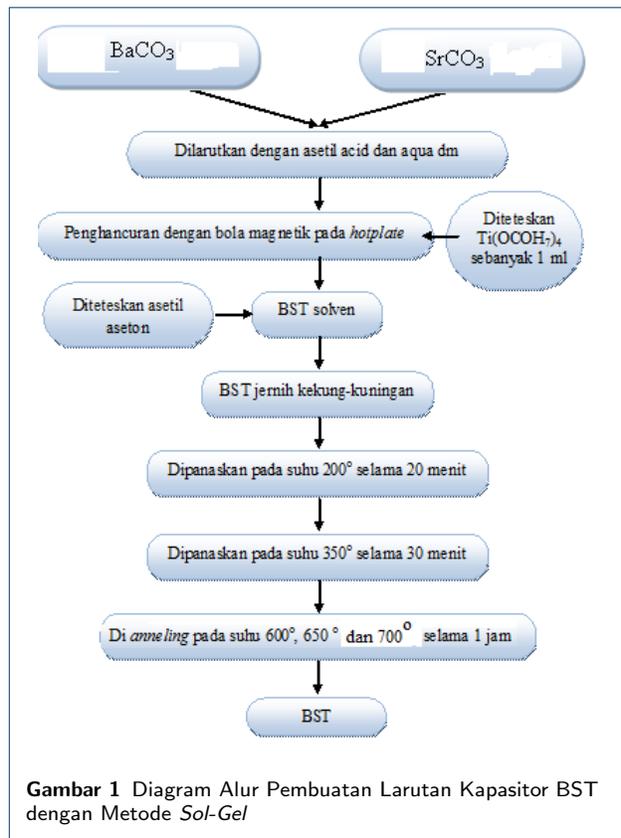
3 Metode Penelitian

Penelitian dalam pembuatan sampel film tipis pada BST dengan metode sol-gel. Pembuatan larutan BST pada penelitian ini menggunakan bahan-bahan kimia, dimana kapasitor BST ini merupakan bahan *perovskite* yang merupakan turunan dari BaTiO₃ yang diperoleh dengan mendoping Strontium pada Barium Titanat. Bahan yang digunakan dalam pembuatan BST adalah Barium Karbonat, Strontium Karbonat dan Titanium Isopropoksida. Formulasi yang digunakan yaitu $BaCO_3 + SrCO_3 + Ti(OC_3H_7)_4 \longrightarrow Ba_{(1-x)}Sr_{(x)}TiO_3$ dengan komposisi $x = 0,7$.

Komposisi massa dari bahan BST dalam penelitian ini dihitung dan ditentukan dengan menggunakan persamaan stoikiometri (reaksi kimia). Persamaan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut: $0,3BaCO_3 + 0,7SrCO_3 + Ti(OC_3H_7)_4 + CH_3COOH \longrightarrow Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3 + C_{15}H_{32}O_6$ Diagram alir penelitian ini adalah seperti Gambar 1 dibawah ini

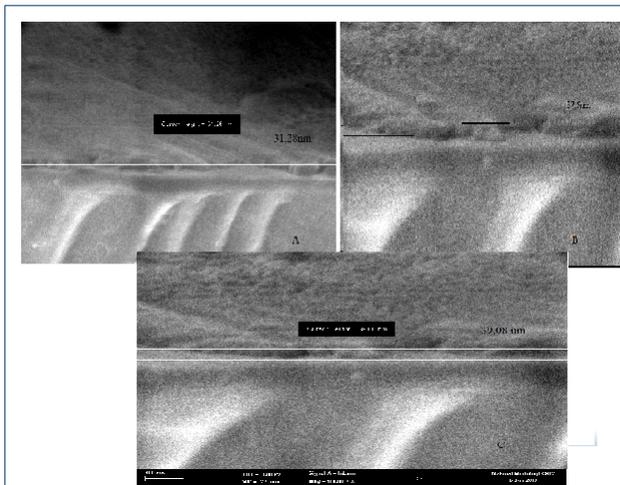
4 Hasil dan Pembahasan

Gambar 2 (a), (b) dan (c) menunjukkan hasil ketebalan yang berbeda pada sampel Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO₃

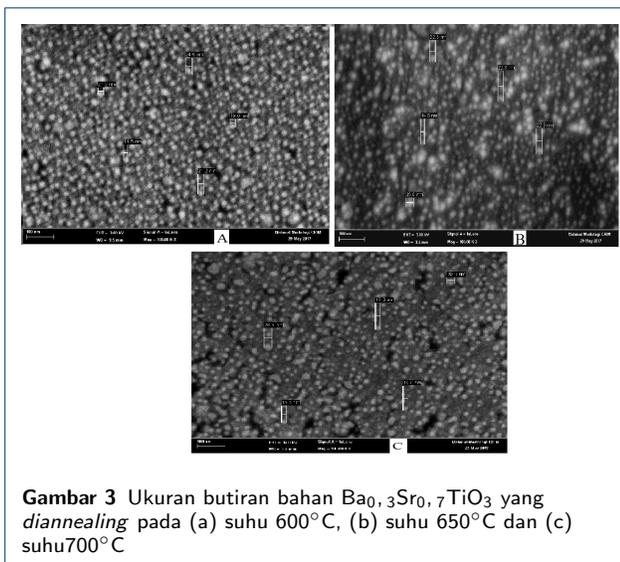


yang di *annealing* pada suhu 600°C, 650°C dan 700°C. Nilai ketebalan sampel masing-masing adalah 31,28 nm, 37,5 nm dan 39,08 nm. Hasil terlihat jelas bahwa semakin tinggi suhu yang di berikan maka hasil ketebalan semakin besar, hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Allison, M. 2007 bahwa semakin besar peningkatan suhu *annealing* menyebabkan semakin besar ukuran ketebalan lapisan BST [6].

Gambar 3 (a), (b) dan (c) menunjukkan bahwa bentuk butiran yang dihasilkan dari sampel Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO₃ yang di *annealing* pada suhu 600°C, 650°C dan 700°C berbeda dengan nilai butiran masing-masing adalah 21,20 nm, 22,30 nm dan 26.8 nm. Proses *annealing* sangat berpengaruh dalam proses pembentukan ukuran butiran dimana proses *annealing* menyebabkan terjadinya proses rekristalisasi dan nukleasi. Proses annealing menyebabkan energi vibrasi termal menjadi lebih besar dan dapat memperbesar atom-atom melintasi batas butir yang lebih kecil menuju butir yang besar. Energi vibrasi termal dapat menyebabkan butiran kecil menghilang dan menyatu dengan butiran yang lebih besar yang menyebabkan butiran semakin besar [7].



Gambar 2 Ukuran ketebalan sampel $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ yang *diannealing* pada (a) suhu $600^\circ C$, (b) suhu $650^\circ C$ dan (c) suhu $700^\circ C$



Gambar 3 Ukuran butiran bahan $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ yang *diannealing* pada (a) suhu $600^\circ C$, (b) suhu $650^\circ C$ dan (c) suhu $700^\circ C$

Pustaka

1. Uchino, K. : Ferroelectric Devices. Marcel Dekker, Inc., NewYork (2000)
2. Krisman, dan Rahmi, D. : Menentukan Konstanta Dielektrik Lapisan Tipis ($Ba_{0,6}Sr_{0,4}TiO_3$) dengan Menggunakan Impedansi Kompleks. Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Riau, Pekanbaru (2013)
3. Lestari, D. N. : Studi Preparasi dan Karakterisasi N-Doped TiO_2 dengan Metode Sol Gel Menggunakan Prekursor Titanium Iso Propoksida (TTIP) dan Diethylamine (DEA). Skripsi Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Indonesia, Depok (2009)
4. Dus, B. W., Czekaj, A. L., Orkisz, T., Adamczyk, M., Osinska, K., Kozielski, L., and Czekaj, D. : The Sol-Gel Synthesis of Barium Strontium Titanate Ceramics. *Material Science-Poland* **Vol. 25** No.3 (2007)
5. Vijatovic, M. M., Bobic, J. D., Stojanovic, B. D. : History and Challenges of Barium Titanate: Part II. *Science of Sintering* **Vol. 40**, 235-244 (2008)
6. Allison, M. : Metrology and Analysis of Nano-Particulate Barium Titanate Dielectric Material. Master of Science, Department of Electrical and Computer Engineering College of Engineering, Kansas State University, Manhattan, Kansas. (2007)
7. Vlcek, V. : Ilmu dan Teknologi Bahan Terjemahan : Sriati Djaprie. Universitas Indonesia ,Jakarta. (1992)

5 Kesimpulan

Hasil karakterisasi FESEM pada nilai ketebalan dan ukuran butiran sampel $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ yang di *annealing* pada suhu $600^\circ C$, $650^\circ C$ dan $700^\circ C$. Semakin meningkat suhu annealing membuat ketebalan dan ukuran partikel semakin besar, menyebabkan energi vibrasi termal menjadi lebih besar dan dapat memperbesar atom-atom melintasi batas butir yang lebih kecil menuju butir yang besar.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada DIKTI yang telah memberikan dana pada penelitian ini dan kepada teman-teman di jurusan Fisika FMIPA UR.