

KARAKTERISASI MATERIAL FEROELEKTROK $Ba_{(1-x)}Sr_xTiO_3$ (BST) UNTUK KOMPOSISI $x=0,1; 0,2$ dan $0,3$

Rahmi Dewi¹, Krisman¹, Zuhdi²

¹Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau Pekanbaru

²Jurusan Pendidikan Fisika FKIP Universitas Riau Pekanbaru

Email : drahmi2002@yahoo.com

ABSTRAK

Sampel Barium Strontium Titanate, $Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO_3$, $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$ dan $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$ (BST) telah disediakan dengan menggunakan reaksi kimia padatan. Mikrostruktur sampel telah dikarakterisasi dengan menggunakan teknik difraksi sinar-X (XRD) dan Scanning Electron Microscopy (SEM). Sampel disediakan dengan variasi komposisi yang berbeda pada suhu $700^\circ C$ selama 60 menit di udara. Karakterisasi XRD menunjukkan dengan bertambahnya unsur barium maka kristalinitas sampel semakin meningkat. Karakterisasi SEM menunjukkan sampel adalah homogen dengan ukuran butiran seragam. Ukuran butiran sampel akan bertambah dengan bertambahnya unsur strontium.

Kata kunci: $Ba_{(1-x)}Sr_xTiO_3$ (BST), variasi komposisi, difraksi sinar-X (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM)

ABSTRACT

Barium Strontium Titanate, $Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO_3$, $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$ and $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$ (BST) samples were prepared using solid state chemical reaction. The microstructure of these samples were characterisation using the X-ray Diffraction technique (XRD) and Scanning Electron Microscopy (SEM). Then the samples were composition variation different annealed at $700^\circ C$ for 60 minutes in air. The XRD characterization showed that the crystallization improved as the barium increased. The microstructure showed that the samples were homogeneity with the grain size were uniform. The grain size samples increases with the strontium increased.

Key words: $Ba_{(1-x)}Sr_xTiO_3$ (BST), composition variation, X-ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM)

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun belakangan ini, penelitian intensif telah dilakukan untuk mensintesis dan memahami film feroelektrik dalam struktur nano partikel. Penelitian mengenai ukuran butiran partikel menjadi semakin penting apabila teknologi pembuatan piranti mikro terus dikembangkan. Tetapi secara konvensional, pengaruh keferoelektrikan film elektrik akan hilang apabila ukuran butiran dikurangkan

dibawah 20nm (Ren, S.B.et.al.1996). Walau bagaimanapun kebanyakan penelitian ini adalah berdasarkan film $PbTiO_3$ dan $Pb(Zr,Ti)O_3$. Hasil penelitian keferoelektrikan bahan yang berdasarkan struktur perovskit bahan $Ba_{(1-x)}Sr_xTiO_3$ sangat kurang dilakukan sebagai sensor tekanan.

Dalam menghasilkan sampel BST, terdapat beberapa metode yang biasa digunakan seperti metode sputtering [1], e-gun, laser ablasi [2],

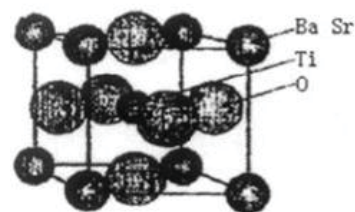
metode sol-gel dan metode reaksi kimia padatan. Penelitian ini menggunakan reaksi kimia padatan karena lebih mudah dan murah dilakukan.

Penelitian ini dilakukan pembuatan pelet BST dengan bahan dasar barium karbonat (BaCO_3), strontium karbonat (SrCO_3) dan titanium oksida (TiO_2) dengan perbandingan stoikiometri yang berbeda. Setelah terbentuk pelet BST yang diannealing pada suhu 700°C selama 1 jam. Karakterisasi material dilakukan dengan menggunakan difraksi sinar-X (XRD) dan Scanning Electron Microscopy (SEM).

LANDASAN TEORI

Barium titanat (BaTiO_3) adalah bahan dasar yang penting dalam kumpulan keramik feroelektrik. Strontium titanat (SrTiO_3) juga merupakan bahan paraelektrik. Barium Strontium Titanat (BST) adalah bahan keramik feroelektrik yang penting dan digunakan secara meluas sebagai bahan dielektrik. BST mempunyai konstanta dielektrik yang tinggi dan kebocoran listrik yang rendah [3]. BST akan bersifat paraelektrik pada suhu kamar untuk menghindari pengaruh domain feroelektrik [5]. Sifat paraelektrik BST adalah disebabkan bentuk kubus dengan a bersamaan dengan 3.951\AA . Keadaan ini bersamaan dengan struktur kristalin BaTiO_3 ($a = 3.991\text{\AA}$ dan $c = 4.018\text{\AA}$) dan SrTiO_3 ($a = 3.897\text{\AA}$) dengan Ba atau Sr berada pada titik nol. Ion Ti berada pada pusat dan tiga atom oksigen berada pada tiga pusat muka. Struktur ini akan menyebabkan ion Ba^{2+} dalam BaTiO_3 di ganti oleh ion Sr^{2+} dalam kedudukan

setara ($1/3$) per unit sel dasar. Ion Ti^{4+} dan ion O^{2-} dalam BaTiO_3 akan saling bertukar tempat di paksi-c manakala ion Ba^{2+} berada dalam posisi hampir simetri. Ion Sr^{2+} , ion Ti^{4+} dan ion O^{2-} dalam SrTiO_3 tidak berubah tempat dalam pengiraan struktur SrTiO_3 [6]. Gambar 1 menunjukkan struktur simetri bahan BST berstruktur kubus.



Gambar 1. Simetri kubus bahan BST [7]

XRD merupakan alat yang digunakan untuk mengkarakterisasi struktur kristal, ukuran kristal dari suatu bahan padat. Semua bahan yang mengandung kristal tertentu ketika dianalisa menggunakan XRD akan memunculkan puncak – puncak yang spesifik.

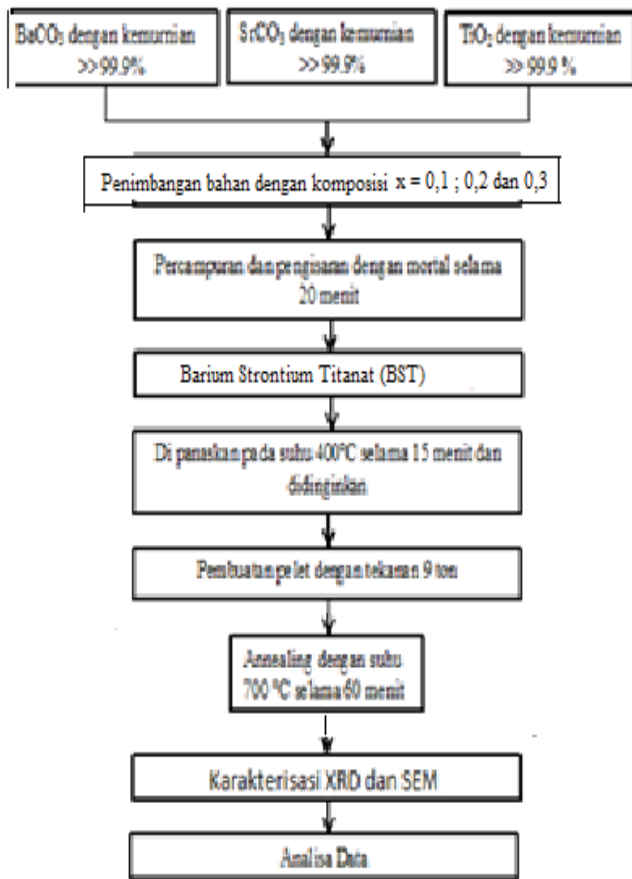
Metode difraksi umumnya digunakan untuk mengidentifikasi senyawa yang belum diketahui yang terkandung dalam suatu padatan dengan cara membandingkan dengan data difraksi dengan database yang dikeluarkan oleh International Centre for Diffraction Data berupa PDF Powder Diffraction File (PDF).

Scanning Electron Microscopy (SEM) dapat digunakan untuk mengetahui morfologi permukaan bahan. Karakterisasi bahan menggunakan SEM dimanfaatkan untuk melihat struktur morfologi permukaan, ukuran butiran,

cacat struktural dan komposisi pencemaran suatu bahan.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat seperti Gambar 2 dibawah ini.



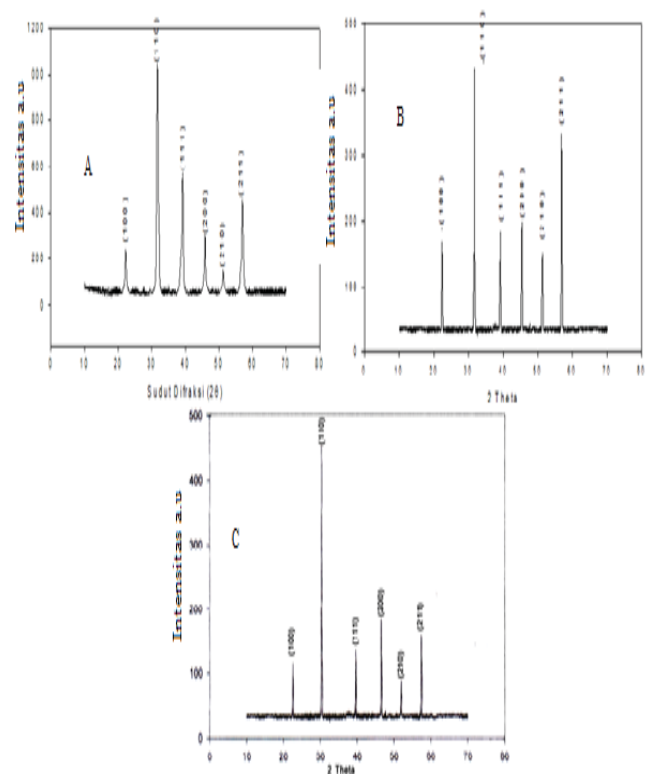
Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini sampel yang dikarakterisasi berbentuk pelet yang dibuat dengan menggunakan teknik reaksi kimia. Sebanyak tiga sampel material $Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO_3$, $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$ dan $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$ diannealing pada suhu $700^\circ C$ selama 1 jam. Kemudian dikarakterisasi dengan

menggunakan XRD dan SEM (Scanning Electron Microscopy)

Hasil analisa XRD di peroleh pola diffraksi dari pelet material $Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO_3$, $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$ dan $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$ diannealing pada suhu $700^\circ C$ selama 1 jam. Sudut pencacah (2θ) antara 20° hingga 60° dari interval tiap pencacah 0.025 , serta panjang gelombang (λ) = 1.5404 \AA . Gambar 3 menunjukkan pola XRD. Data hasil difraksi sinar-X ini kemudian dicocokkan dengan database ICDD (International Center for Diffraction Data)

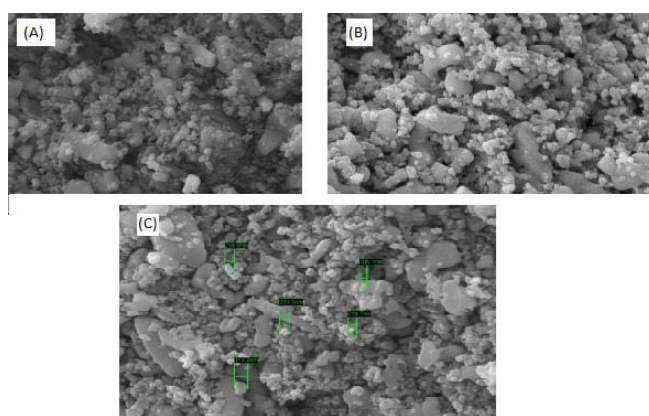


Gambar 3. Pola XRD diannealing $700^\circ C$ selama 60 menit, (A) $Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO_3$ (B) $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$ dan (C) $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$

$Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$ memiliki intensitas paling rendah dibandingkan dengan pelet $Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO_3$ yang

diannealing pada suhu 700°C selama 1 jam. Pengurangan unsur strontium menyebabkan atom mempunyai energi yang mencukupi untuk berpindah tempat sehingga kristalinitas juga semakin meningkat [8].

Hasil SEM dapat dilihat pada Gambar 4 (A),(B) dan (C) yang menunjukkan bentuk, ukuran dan kerapatan dari material $Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO_3$, $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$ dan $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$ dengan suhu annealing 700°C selama 60 menit.



Gambar 4. Material BST yang diannealing pada suhu 700°C selama 60 menit (A) $Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO_3$ (B) $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$ dan (C) $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$

Hasil pengukuran ukuran rata-rata butiran untuk $Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO_3$ adalah 150 nm, $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$ adalah 195,65 nm dan $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$ adalah 2,27 μm .

Dari hasil penelitian semakin berkurang unsur strontiumnya maka ukuran butiran partikel makin kecil. Penambahan unsur strontium memperbesar energi vibrasi termal, yang kemudian mempercepat difusi atom melintasi batas butir

dari butir yang kecil menuju butir yang besar. Karena butir-butir kecil cenderung memiliki permukaan dan kecembungan yang lebih tajam dibandingkan butir-butir besar, sehingga butir-butir kecil menghilang dan menyatu dengan butir-butir yang lebih besar menyebabkan ukuran butir menjadi besar. Efek keseluruhan adalah pertumbuhan butir [9].

KESIMPULAN

Sampel Barium Strontium Titanate, $Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO_3$, $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$ dan $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$ (BST) telah berhasil disediakan dengan menggunakan reaksi kimia padatan. Karakterisasi XRD menunjukkan dengan meningkatnya unsur barium maka kristalinitas sampel semakin meningkat. Karakterisasi SEM menunjukkan sampel adalah homogen dengan ukuran butiran partikel masing-masing pada suhu annealing 700 °C selama 1 jam adalah 150nm, 195,65nm dan 2,27 μm . Ukuran butiran sampel akan bertambah dengan bertambahnya unsur strontium.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Riau atas bantuan dana desentralisasi tahun 2014.

PUSTAKA

- [1] Tanaka, T., Yamaguchi, T., Wakahara A and Yoshida, A.. Effect of substrate temperature on properties of thin films prepared by RF

- sputtering from CuInSe₂ target with Na₂Se. *Thin Solid Films* 343-344, 1999, pp. 320-323.
- [2] Zhu, H., Miao, J., Noda, M. and Okuyama, M. 2004. Preparation of BST ferroelectric thin film by metal organic decomposition for infrared sensor. *J. Sensors and Actuators A* 110, 2004, pp. 371-377.
- [3] Adikary, S.U. and Chan, H.L.W. Ferroelectric and dielectric properties of sol-gel derived Ba_xSr_{1-x}TiO₃ thin films. *J.Thin solid Films* 424, 2003, pp. 70-74.
- [4] Majed, S.M and Naik. R. Microstructure and ferroelectric properties of fine-grained Ba_xSr_{1-x}TiO₃ thin films prepared by metal organic decomposition. *J.Mater.Res.*, 10, 1996, pp. 2588-2593.
- [5] Miyasaka, Y and Matsubara, S. Proc. 7th International Symp. On the Applications of Ferroelectric, (IEEE, New York) 1991, pp.121.
- [6] Samantaray, C.B., Sim, H. and Hwang, H. First-principles study of electronic structure and optical properties of barium strontium titanates (Ba_xSr_{1-x}TiO₃). *Applied Surface Science* 250, 2005, pp. 146–151
- [7] Fu, X., Shan, L., Ding, B., Hiu, W., Fang, Z., and Fu, Z. Progress of (Sr, Ba)TiO₃ ferroelectric thin film and tunability. *Bull.Mate.Sci.* 27(5), 2004,pp. 433-439.
- [8] Paik,D.S., Rao.A.V.P., Komarneni. S.. Ba titanate and barium/strontium titanate thin films from hydroxide precursors: preparation and ferroelectric behavior. *J.Sol-Gel Sci and Tech.***10**, 1997. pp 213-220.
- [9] Van, V. L.H.Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material. Terjemahan Djaprie. Penerbit Erlangga, Jakarta.2004.