

# KARAKTERISASI BAHAN FERROELEKTRIK BARIUM STRONTIUM TITANAT ( $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ ) DENGAN MENGGUNAKAN DIFRAKSI SINAR-X (XRD)

Rahmad Efendi, Rahmi Dewi, Krisman

Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia  
*endievend@yahoo.com*

## ABSTRACT

Ferroelectric materials of Barium Strontium Titanate (BST) with its composition of  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  was successfully deposited by a solid solution method. The samples were prepared in the form of pellets and then were annealed at the temperature of 600, 700, 800°C. Characterisation of the samples was performed using X-Ray diffraction (XRD). The results of characterisation using XRD was described on a graph of the intensity vs.  $2\theta$ . The XRD patterns of  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  have peaks. It was confirmed that the material of  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  has cubic crystalline structure, and its lattice parameter was in average of 3,961 Å. The particle sizes (D) and lattice strains ( $\eta$ ) of the material that was annealed at temperature of 600, 700, 800°C for 1 hour were 42.60, 44.43, 46.89 nm and  $-4,49 \times 10^{-3}$ ,  $-4,05 \times 10^{-3}$ ,  $-2,96 \times 10^{-3}$ , respectively. The increase in annealed temperature will raise the particle size and lattice strain.

Keywords: Characterisation XRD, annealing, particle size, lattice strain

## ABSTRAK

Material ferroelektrik Barium Strontium Titanat dengan komposisi  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  telah berhasil dideposit menggunakan metode kimia padatan. Sampel dicetak dalam bentuk pelet dan kemudian diannealing pada temperatur 600°C, 700°C dan 800°C. Karakterisasi pada sampel dilakukan menggunakan XRD. Hasil karakterisasi XRD dari sampel memperoleh data dan diolah dalam bentuk grafik hubungan antara intensitas terhadap sudut  $2\theta$ . Pola difraksi XRD  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  diketahui memiliki beberapa puncak. Material  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  ini berbentuk kristalin dengan struktur kubus, dengan besar parameter kisi rata-rata adalah 3.961 Å. Ukuran partikel (D) dan regangan kisi ( $\eta$ ) dari material  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  yang diannealing pada suhu 600°C, 700°C dan 800°C selama 1 jam yaitu masing - masing sebesar 42,60 nm, 44,43 nm, 46,89 nm dan  $-4,49 \times 10^{-3}$ ,  $-4,05 \times 10^{-3}$ ,  $-2,96 \times 10^{-3}$ . Semakin besar ukuran partikel, rata-rata regangan kisi ( $\eta$ ) semakin besar seiring dengan meningkat suhu annealing.

Kata Kunci: Karakterisasi XRD, anealling, ukuran partikel, regangan kisi

## PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir ini, penelitian pada bidang fisika material semakin gencar dilakukan. Salah satunya adalah pemanfaatan bahan-bahan pyroelektrik dan ferroelektrik seperti  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{PbTiO}_3$ ,  $\text{PbZrO}_3$ ,  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$  (BST) yang digunakan untuk peralatan elektronik dan optoelektronik, seperti sel surya, fotoreseptor, sensor warna dan *Thin Film Light Emitting Diode* (TFLED). Material ferroelektrik yang sering digunakan diantaranya; *Barium Strontium Titanate* (BST), *Lead Zirconium Titanate* (PZT), *Strontium Titanate* (STO). Pembuatan BST dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya; Sol-Gel (Link, *et al*, 2002), *Chemical Solution Deposition* (CSD) (Sueta, 2008), *Pulsed Laser Deposition* (PLD) (Zhu, *et al*, 2003) dan *RF Magnetron Sputtering* (Pasierb, 1998). Komposisi dari elemen-elemen pembentuknya, tingkat kekristalan, stoikiometri, dan ketebalan sangat dipengaruhi oleh metode penumbuhannya. Dalam Penelitian ini dilakukan studi karakterisasi dengan XRD dari bahan BST yang dibuat dengan menggunakan metode reaksi padatan (*solid reaction*), dengan komposisi  $\text{Ba}_{0,3}\text{Sr}_{0,7}\text{TiO}_3$ . Keunggulan metode ini daripada metode yang lain adalah prosesnya tidak terlalu rumit, menggunakan peralatan yang sederhana dan membutuhkan biaya yang relatif murah.

## METODE PENELITIAN

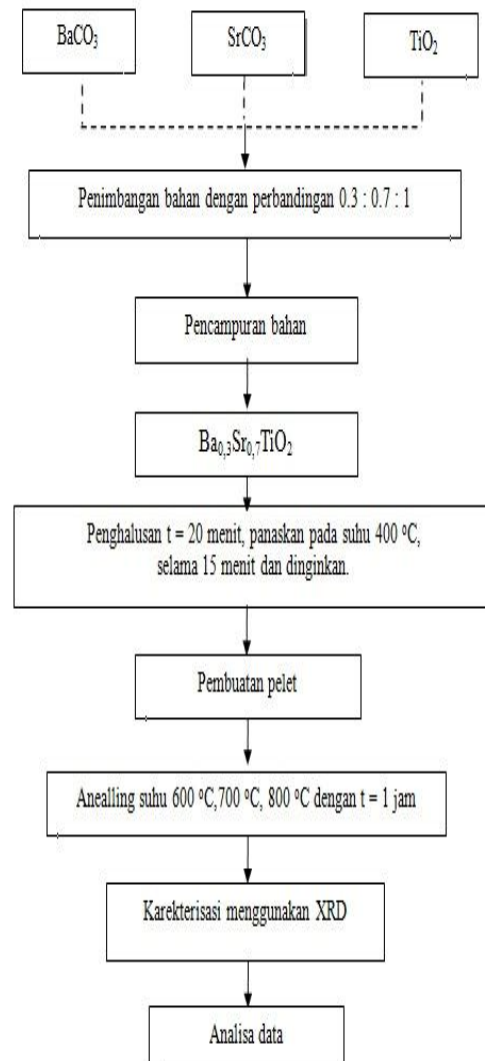
### a. Alat Dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan Mettler Toledo, spatula, lumpang, cetakan pelet, hydraulic press, crucible, furnace,

pinset, sarung tangan karet, mortar, difraksi sinar-X dan masker. Bahan-bahan yang digunakan adalah  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ .

### b. Diagram Alir Penelitian

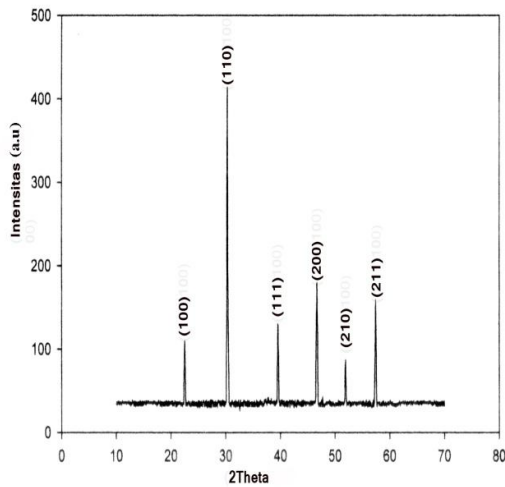
Adapun langkah-langkah proses penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 1. dibawah ini:



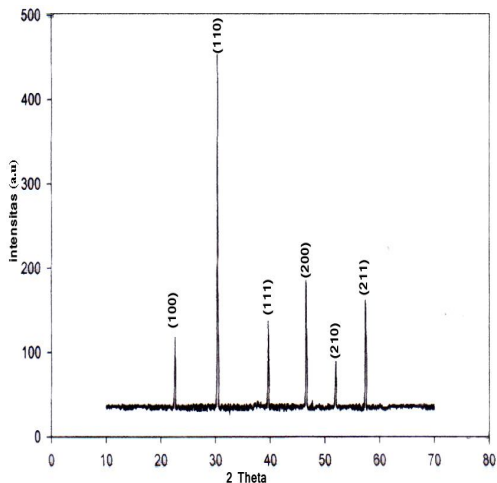
Gambar 1. Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

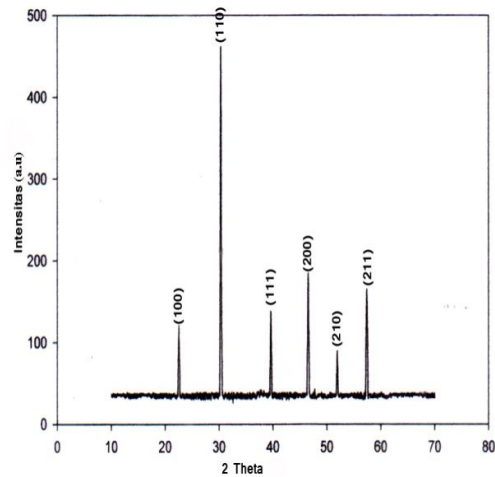
Hasil karakterisasi sampel dengan menggunakan XRD menghasilkan sebuah grafik, dari grafik tersebut di analisa pola difraksi dari sampel  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  dengan sudut pencacah ( $2\theta$ ) antara  $20^\circ$  hingga  $70^\circ$  dari interval tiap pencacah  $0.004$ , serta panjang gelombang  $\lambda = 15404 \text{ \AA}$ .



Gambar 2. Pola difraksi sinar-X  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  dengan suhu  $600^\circ C$ .



Gambar 3. Pola difraksi sinar-X  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  dengan suhu  $700^\circ C$ .



Gambar 4. Pola difraksi sinar-X  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  dengan suhu  $800^\circ C$ .

Gambar 2, 3 dan 4 menunjukkan pola dari difraksi sinar-X  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  setelah dianealing pada suhu masing-masing  $600^\circ C$ ,  $700^\circ C$  dan  $800^\circ C$ . Terlihat bahwa setelah dianealing  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  timbul puncak-puncak dan dapat dihitung bidang dari puncak-puncak yang terlihat tersebut. Puncak-puncak tersebut menandakan bahwa bahan  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  adalah kristal yang berarti memiliki susunan partikel yang beraturan. Namun dilihat pada bidang puncak (hkl) pada ketiga perbedaan suhu tersebut, tidak mengalami pergeseran dan perubahan karena ketiga sampel memiliki sudut puncak-puncak difraksi yang sama seperti pada penelitian yang telah dilakukan Gridharan bersama kawan-kawan pada tahun 2001 dan Huaping Xu bersama kawan-kawan pada tahun 2000 (Gridharan, *et al*, 2001, Huaping, *et al*, 2000).

Sudut dari puncak-puncak yang telah didapatkan yang berupa  $2\theta$  dapat di cari nilai jarak antar bidang ( $d_{hkl}$ ) setiap puncak karena nilai  $\lambda$  diketahui sebesar 1.5405 Å.

Hasil dari instrument XRD dapat dihitung ukuran partikel dari sampel  $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$  setelah diketahui lebar sudut garis difraksi disetengah puncak yaitu dengan rumus  $D = K.\lambda/B\cos\theta$  (Suryanarayana, 1998).

Tabel 1. Nilai  $d_{hkl}$  dari setiap puncak

Sudut $2\theta$ (°)	Nilai $d_{hkl}$ (Å)
22,52	3.945
30,32	2.945
39,60	2.274
46,52	1.961
51,92	1.729
57,40	1.604

Tabel 1 diatas menjelaskan bahwa nilai jarak antar bidang ( $d_{hkl}$ ) menurun seiring dengan makin besarnya sudut theta. Perhitungan menggunakan rumus  $a=d_{hkl}.1/h^2+k^2+l^2$  (Vlack, 1992) didapat nilai parameter kisi (a) dari setiap puncak yaitu:

Rata-rata ukuran partikel ( $D_{rata-rata}$ ) pada suhu annealing 600°C diperoleh sebesar 42,60 nm, suhu annealing 700°C diperoleh sebesar 44,43 nm, dan suhu annealing 800°C diperoleh sebesar 46,89 nm. Namun jika diambilkan besar regangan kisi ( $\eta$ ) rata-rata, maka

Tabel 2. Nilai a dari setiap puncak

Sudut $\theta$ (°)	Nilai a perhitungan (Å)
11,26	3.945
15,16	4.165
19,80	3.939
23,26	3.922
25,96	3.866
28,70	3.939

Tabel 2 diatas menggambarkan bahwa setiap sudut yang memiliki puncak nilai parameter kisi (a) yang berbeda. Nilai parameter kisi (a) rata-rata diperoleh sebesar 3.961 Å. Sehingga dapat dihitung persentase kesalahan penelitian ini dengan membandingkan nilai a rata-rata percobaan dengan a standar AFM yaitu sebesar 0.8%.

terjadi peningkatan seiring dengan kenaikan suhu annealing, yaitu suhu annealing 600°C dengan  $\eta_{rata-rata} = -4,49 \times 10^{-3}$ , suhu annealing 700°C dengan  $\eta_{rata-rata} = -4,05 \times 10^{-3}$  dan suhu annealing 800°C dengan  $\eta_{rata-rata} = -2,96 \times 10^{-3}$ . Hal ini disebabkan semakin besar ukuran partikel akibat meningkatnya suhu annealing. Hubungan peningkatan suhu annealing ini seperti yang telah dilakukan pada penelitian Ling R T dan

kawan-kawan pada tahun 2002 (Ling, *et al*, 2002).

## KESIMPULAN

Barium Strontium Titanat berhasil dibuat dengan metode kimia padatan, diannealing pada suhu 600°C, 700°C dan 800°C tidak mengalami perubahan signifikan dalam fasa dengan struktur kubus. Jarak bidang Kristal ( $d_{hkl}$ ) yang telah didapatkan mengalami penurunan seiring semakin besar sudut theta. Parameter kisi (a) memiliki presentase kesalahan dengan membandingkan nilai a rata-rata percobaan dengan a standar sebesar 3.992 sehingga diperoleh yaitu sebesar 0.8 %. Semakin besar ukuran partikel, rata-rata regangan kisi ( $\eta$ ) semakin besar seiring dengan meningkatnya suhu annealing.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gridharan, N.V., Jayavel, R., Rama, P.S. 2001. *Structural, Morphological and Electrical Studies On Barium Strontium Titanate Thin Film Prepared by Sol-Gel Technique*. Jurnal Cryst. Res. Technol. Vol. 36 No.1, pp. 65-72.
- Huaping, X., Hashimoto, K., Mukaigawa, T., Kubo, R., Hongzhu, Nuda, M., Okuyama, M. 2001. *Si Monolithic Microbolometers of Ferroelectric BST Thin Film Combined with Reddout FET for Uncooled Infrared Image Sensor*. Sensors and actuators. A 88 (2001) 10-19.
- Ling, R.T., Ning, W.X., She, L.J., Jin, Z. H. 2002. *Characteristics of Silicon-Based  $Ba_{x5}Sr_{1-x}TiO_3$  Thin Films Prepared by a Sol-Gel Method*. Jurnal Phys D Appl. Phys.35. 50-56.
- Pasierb, P., Komornicki, S., Radecka, M. 1998. *Structural and Optical Properties of  $Sr_{1-x}Ba_{x5}TiO_3$  Thin Films Prepared by Rf Sputtering*. Jurnal Thin Solid Films. 324. 134-140.
- Sueta, N. 2008. *Pembuatan dan Karakterisasi Lapisan  $Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO_3$  (BST) yang didoping dengan Magnesium dengan Metode Chemical Solution Deposition (CSD)*. FMIPA UI
- Suryanarayana, C., 1998. *X-Ray Diffraction A Practical Approach*. New York.
- Vlack, V. 1992. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Terjemahan : Sriati Djaprie. Universitas Indonesia : Jakarta.
- Zhu, X., Lu, S., Chan, H., Choy, C.L., Wong, K.H. 2003. *Microstructures and Dielectric Properties of Compositionally Graded  $(Ba_{1-x}Sr_x)TiO_3$  Thin Films Prepared by Pulsed Laser Deposition*. Jurnal App. Phys. A 76. 225-229.

