

**KARAKTERISASI BAHAN FERROELEKTRIK BARIUM STRONTIUM TITANAT
(Ba_{0.3}Sr_{0.7}TiO₃) DENGAN MENGGUNAKAN DIFRAKSI SINAR-X (XRD)
CHARACTERITATION FERROELECTRIC MATERIALS OF BARIUM STRONTIUM
TITANATE (Ba_{0.3}Sr_{0.7}TiO₃) WITH X-RAY DIFFRACTION (XRD)**

Krisman¹, Rahmi Dewi^{1*}, Rahmad Efendi¹, Zuhdi²

Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Riau Pekanbaru^{1*}
drahmi2002@yahoo.com dan Kampus Binawidya Simpang Panam Pekanbaru
Prodi Fisika, FKIP Universitas Riau Pekanbaru²

ABSTRACT

Ferroelectric materials of Barium Strontium Titanate (BST) with its composition of Ba_{0.3}Sr_{0.7}TiO₃ was succesfully 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. Characteritation of the samples was performed using X-Ray diffraction (XRD). The results of characteritation using XRD was described on a graph of the intensity vs. 2 theta. The XRD patterns of Ba_{0.3}Sr_{0.7}TiO₃ have peaks. It was confirmed that the material of Ba_{0.3}Sr_{0.7}TiO₃ has cubic crystalline structure, and its lattice parameter was in average of 3,961 Å. The particle sizes (D) and lattice strains (η) 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 -4,49x 10⁻³, -4,05 x 10⁻³, -2,96 x 10⁻³, respectively. The increase in annealed temperature will raise the particle size and lattice strain.

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

ABSTRAK

Material ferroelektrik Barium Strontium Titanat dengan komposisi Ba_{0.3}Sr_{0.7}TiO₃ 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}TiO₃ diketahui memiliki beberapa puncak. Material Ba_{0.3}Sr_{0.7}TiO₃ ini berbentuk kristalin dengan struktur kubus, dengan besar parameter kisi rata-rata adalah 3.961 Å. Ukuran partikel (D) dan regangan kisi (η) dari material Ba_{0.3}Sr_{0.7}TiO₃ yang dieannealing 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 -4,49x 10⁻³, -4,05 x 10⁻³, -2,96 x 10⁻³. Semakin besar ukuran partikel, rata-rata regangan kisi (η) semakin besar seiring dengan meningkat suhu annealing.

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

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir ini, penelitian pada bidang fisika material semakin gencar dilakukan. Salah satunya adalah pemanfaatan bahan-bahan pyroelektrik dan ferroelektrik seperti BaTiO_3 , PbTiO_3 , 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 [1], *Chemical Solution Deposition* (CSD) [2], *Pulsed Laser Deposition* (PLD) [3] dan *RF Magnetron Sputtering* [4]. 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.

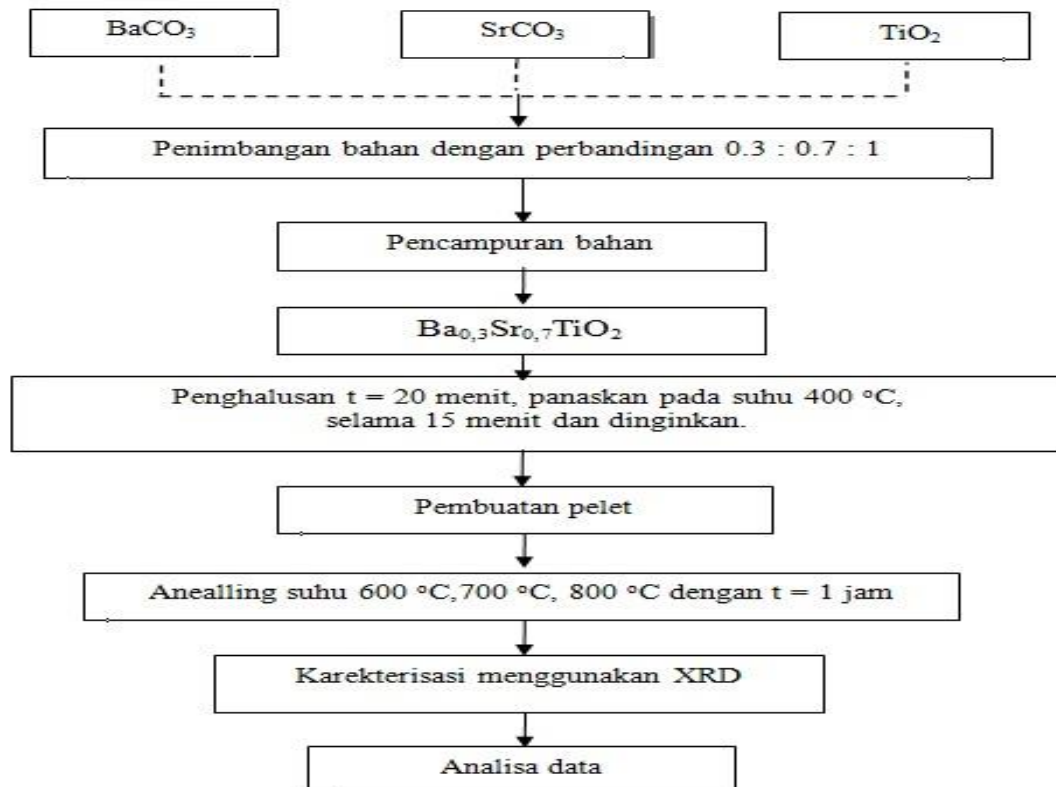
2. METODE PENELITIAN

a. Alat Dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan Mettler Toledo, spatula, lumpang, cetakan pelet, hydraulic press, crussible, furnance, pinset, sarung tangan karet, mortar, difraksi sinar-X dan masker. Bahan- bahan yang digunakan adalah BaCO_3 , SrCO_3 , TiO_2 .

b. Diagram Alir Penelitian

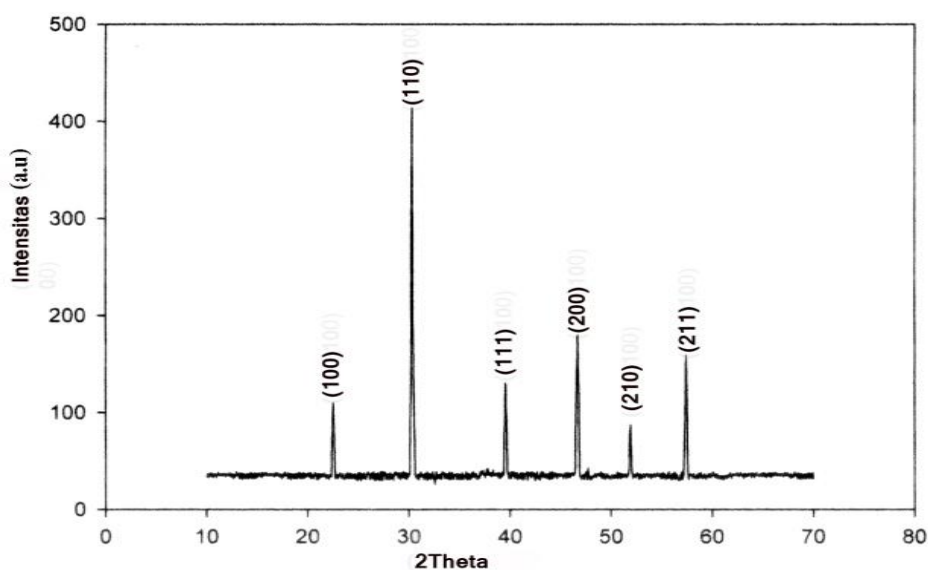
Adapun langkah-langkah proses penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 1. dibawah ini:



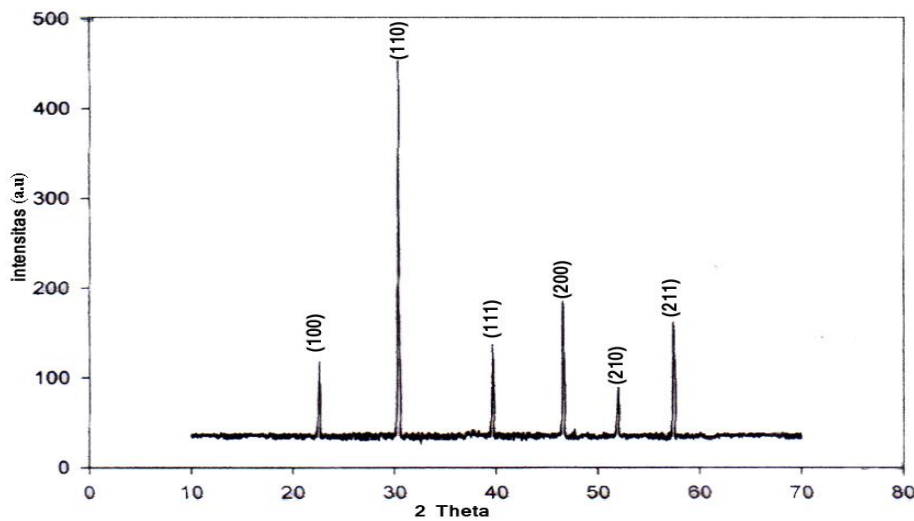
Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

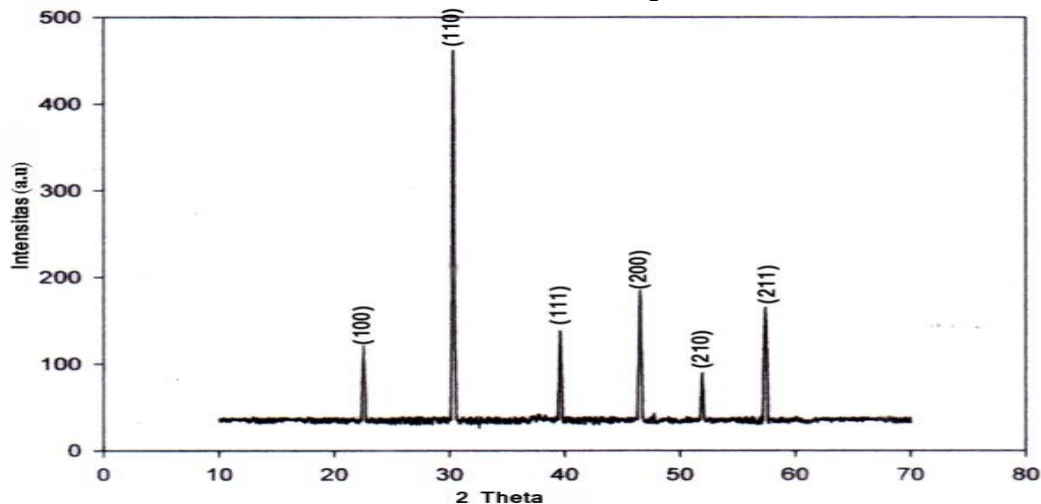
Hasil karakterisasi sampel dengan menggunakan XRD menghasilkan sebuah grafik, dari grafik tersebut di analisa pola difraksi dari sampel Ba_{0.3}Sr_{0.7}TiO₃ dengan sudut pencacah (2θ) antara 20° hingga 70° dari interval tiap pencacah 0.004, serta panjang gelombang λ = 15404 Å.



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 [5,6].

Sudut dari puncak-puncak yang telah didapatkan yang berupa 2θ dapat di cari nilai jarak antar bidang (d_{hkl}) setiap puncak karena nilai λ 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 $D = K.\lambda/B\cos\theta$ [7].

Tabel 1. Nilai d_{hkl} dari setiap puncak

Sudut 2θ (°)	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 $a=d_{hkl}.1/h^2+k^2+l^2$ [8] 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. 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 [1].

Tabel 2. Nilai a dari setiap puncak

Sudut θ (°)	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 ASTM yaitu sebesar 0.8% terjadi peningkatan seiring dengan kenaikan suhu annealing, yaitu suhu annealing 600°C dengan regangan kisi η_{rata-}

rata $= -4,49 \times 10^{-3}$, suhu annealing 700°C dengan $\eta_{\text{rata-rata}} = -4,05 \times 10^{-3}$ dan suhu annealing 800°C dengan $\eta_{\text{rata-rata}} = -2,96 \times 10^{-3}$.

4. 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 (η) semakin besar seiring dengan meningkatnya suhu annealing.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ling, R.T., Ning, W.X., She, L.J., Jin, Z. H. 2002. *Characteristics of Silicon-Based $\text{Ba}_{x5}\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ Thin Films Prepared by a Sol-Gel Method*. Jurnal Phys D Appl. Phys.35. 50-56.
- [2] Sueta, N. 2008. *Pembuatan dan Karakterisasi Lapisan $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ (BST) yang didoping dengan Magnesium dengan Metode Chemical Solution Deposition (CSD)*. FMIPA UI
- [3] Zhu, X., Lu, S., Chan, H., Choy, C.L., Wong, K.H. 2003. *Microstructures and Dielectric Properties of Compositionally Graded $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{TiO}_3$ Thin Films Prepared by Pulsed Laser Deposition*.
- [4] Pasierb, P., Komornicki, S., Radecka, M. 1998. *Structural and Optical Properties of $\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_{x5}\text{TiO}_3$ Thin Films Prepared by Rf Sputtering*. Jurnal Thin Solid Films. 324. 134-140.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] Suryanarayana, C., 1998. *X-Ray Diffraction A Practical Approach*. New York.
- [8] Vlack, V. 1992. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Terjemahan : Sriati Djaprie. Universitas Inonesia : Jakarta.