

KARAKTERISASI BAHAN FEROELEKTRIK STRONTIUM TITANAT (SrTiO_3) DENGAN MENGGUNAKAN X- RAY DIFFRACTION

Rahmi Dewi¹, Krisman¹, Susilawati²

¹ Dosen Jurusan Fisika FMIPA-Universitas Riau

² Mahasiswa Program S1 Fisika FMIPA-Universitas Riau

e-mail: drahmi2002@yahoo.com

ABSTRACT

Ferroelectric material Strontium Carbonate (SrCO_3) has been made with the comparison of 1:1 from chemical reaction of Titanium Dioxide (TiO_2). The pellet was anneled with the temperature of 700°C and then characterized using XRD. The XRD result of SrTiO_3 after annealing showed some peaks, the positions of the peaks on 2θ are 23.32° , 32.72° , 40.00° , 47.07° , 52.40° , 57.80° . After annealing, the peaks become wider, this mean the samples become crystalline in structure. From the “a” value calculation “a” mean value obtained is $3,86 \text{ \AA}$. Once the value of a calculated and a reference value obtained percentage error can be calculated that is 1.15%.

Keywords: *SrTiO₃, Annealing Temperature, X-Ray Diffraction (XRD)*

PENDAHULUAN

Belakangan ini penelitian bahan material feroelektrik banyak menarik perhatian para ahli fisika, karena material feroelektrik ini menjanjikan perkembangan device generasi baru sehubungan dengan sifat-sifat unik yang dimilikinya. Feroelektrik merupakan bahan dielektrik yang mempunyai polarisasi spontan serta mempunyai

kemampuan mengubah polarisasi internalnya dengan menggunakan medan listrik yang sesuai. Beberapa material feroelektrik yang sering digunakan adalah: Barium Strontium Titanate (BST), Lead Zirconium Titanate (PZT), Barium Titanat (BaTiO_3) dan Strontium Titanat (SrTiO_3). Penggunaan material feroelektrik sangatlah luas, karena sifat-sifat bahan feroelektrik dapat difabrikasi sesuai kebutuhan serta mudah

diintegrasikan dalam bentuk devais. Penerapan material feroelektrik berdasarkan sifat-sifatnya yaitu sifat histeresis dan tetapan dielektrik yang tinggi dapat diaplikasikan pada sel memori. Sedangkan sifat piezo-elektrik dapat digunakan sebagai mikroaktuator dan sensor. Sifat polaryzability dapat diterapkan sebagai *Non Volatile Ferroelectric Random Access Memory* (NVFRAM). Sifat pyroelektrik juga dapat diterapkan pada switch termal infra merah (Syafutra, 2008). Bahan SrTiO₃ merupakan salah satu dari material feroelektrik.

SrTiO₃ juga banyak digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan komponen elektronika, karena SrTiO₃ memiliki sifat isolator yang baik dan tidak mudah teroksidasi. Sifat listrik bahan SrTiO₃ termasuk dalam komponen isolator yang dapat dikembangkan untuk aplikasi sensor dan menunjukkan sifat dielektik yang baik untuk komponen pasif elektronika yaitu seperti kapasitor (Darsikin, dkk, 2005).

Studi bahan SrTiO₃ yang dibuat secara eksperimen dengan unsur reaksi kimia padatan. Penelitian ini merupakan studi terhadap pembuatan pelet bahan SrTiO₃ yang didapat dari pencampuran Strontium Carbonat (SrCO₃) dan Titanium Oksida (TiO₂) dengan perbandingan 1 : 1, kemudian dilakukan karakterisasi kekristalan bahan menggunakan X-

Ray Diffraction (XRD). Terdapat berbagai metode yang telah digunakan dalam penyediaan sampel SrTiO₃, seperti E-gun, MOCVD, ablasi laser, sol gel dan metode reaksi padatan. Sampel disini dibuat dengan metode reaksi kimia keadaan padat untuk oksidasi-oksidasi logam pada suhu tinggi. Metode ini digunakan karena lebih mudah dan murah dari pada metode lainnya.

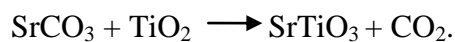
Strontium titanat (SrTiO₃) merupakan salah satu bahan feroelektrik. Bahan ini merupakan hasil campuran reaksi bahan Strontium Carbonat (SrCO₃) dan Titanium Oksida (TiO₂). Strontium titanat (SrTiO₃) mempunyai bentuk perovskit. Pada suhu kamar, strontium titanat mempunyai bentuk kubus dengan ion Ti⁺⁴ dikelilingi oleh ion O⁻² secara oktahedral dengan ion Sr⁺² berada pada sisi kubus. Strontium titanat mempunyai bentuk tetragonal pada suhu kurang pada 105 °K. Peralihan fasa struktur ini adalah disebabkan pemutaran oksigen oktahedral disekitar salah satu paksi utama kubus. Sudut pemutaran adalah peralihan parameter dan mempunyai nilai maksimum $\phi = 1.4^\circ$ apabila mendekati suhu mutlak Kelvin. Pemutaran oksigen oktahedral menyebabkan sedikit perubahan pada sel unit.

Pada suhu yang sangat rendah, strontium titanat mempunyai sifat piezoelektrik dan sifat superkonduktor. Strontium titanat juga

mempunyai sifat dielektrik yang tinggi dan kebocoran arus yang rendah (Wilk, 2001). Strontium titanat mempunyai kegunaan yang meluas dalam pembuatan DRAM, bidang mikroelektronik dan teknologi sensor.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah SrCO_3 , TiO_2 , timbangan digital, furnace, hydraulic press, cawan porselin, lumping, cetakan pelet, pinset, spatula, masker, sarung tangan. Sebelum bahan dicampur timbang terlebih dahulu dengan perbandingan 1 : 1, yaitu SrCO_3 dengan berat 1 gram dan TiO_2 dengan berat 1 gram juga. Adapun tujuan dari penimbangan ini agar pelet yang telah jadi nantinya memiliki bentuk ukuran yang ideal. Timbangan yang digunakan untuk pengukuran berat serbuk yang akan digunakan untuk pembuatan pelet adalah Timbangan Mettler Toledo. Setelah bahan SrCO_3 dan TiO_2 dicampur maka menghasilkan bahan SrTiO_3 dengan reaksi kimia :



Kemudian dilakukan penghalusan dengan tujuan untuk menghasilkan serbuk yang lebih halus dan rata. Proses ini dilakukan agar diperoleh serbuk halus yang dapat digunakan untuk pembuatan pelet. Setelah didapat serbuk halus kemudian dilakukan pemanasan dengan suhu 400°C bertujuan agar serbuk-serbuk yang tidak terpakai terpisah dan dinginkan. Pembuatan pelet dilakukan setelah sampel SrTiO_3 yang digunakan sudah benar-benar halus, sehingga pelet yang dihasilkan padat dan tidak mudah pecah. Setelah SrTiO_3 benar-benar halus, langkah selanjutnya adalah mencetak menjadi bentuk kepingan lingkaran dengan menggunakan *Hydraulic Press Specac*. Setelah terbentuk pelet bahan SrTiO_3 kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan difraksi sinar-X dengan tujuan untuk mengetahui: Struktur kristal dari sampel, Parameter kisi dari sampel, dan Orientasi masing-masing puncak dari sampel.

Difraksi sinar-X terjadi pada hamburan elastis foton-foton sinar-X oleh atom dalam sebuah kisi periodik. Hamburan monokromatis sinar-X dalam fasa tersebut memberikan interferensi yang konstruktif. Dasar dari penggunaan difraksi sinar-X untuk mempelajari kisi kristal adalah berdasarkan persamaan Bragg, jika suatu sinar yang mempunyai panjang gelombang λ datang

pada suatu sampel yang mempunyai kisi yang berjarak d , dan sinar tersebut dipantulkan oleh kisi, maka dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad (1)$$

dimana:

n = bilangan bulat atau orde difraksi, ($n = 1, 2, 3, \dots$)

λ = panjang gelombang sinar-X (nm)

d = jarak antara dua bidang kisi (nm)

θ = sudut difraksi

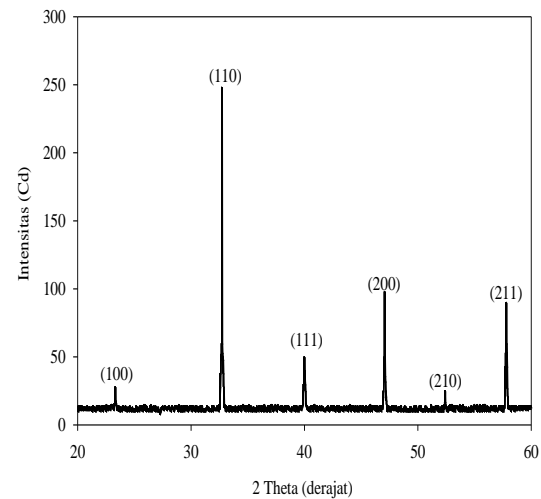
Dengan memisalkan sudut θ , maka jarak antara bidang kristal atau atom kubik yaitu d_{hkl} dapat ditentukan dengan persamaan:

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}} \quad (2)$$

nilai θ diketahui dari alat XRD maka nilai d dapat dihitung, dari hasil perhitungan nilai d maka dapat digunakan untuk memperkirakan informasi dari sampel tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa XRD, maka di peroleh pola difraksi dari pelet SrTiO_3 dengan sudut pencacah (2θ) antara 20° hingga 60° dari interval tiap pencacah 0.025 , serta panjang gelombang (λ) = 1.5404 \AA . Dari data yang di peroleh dihasilkan pola XRD sebagai berikut:



Gambar 1 Pola XRD SrTiO_3 Setelah di Annealing Suhu 700°C dengan Waktu 1 Jam

Gambar 1 menunjukkan pola Difraksi Sinar-X dari sampel pelet SrTiO_3 setelah diannealing pada suhu 700°C dengan waktu 1 jam dan didapat beberapa puncak yang sesuai dengan bidang 100 disudut $2\theta = 23,32^\circ$, bidang 110 disudut $2\theta = 32,72^\circ$, bidang 111 disudut $2\theta = 40,00^\circ$, bidang 200 disudut $2\theta = 47,07^\circ$, bidang 210 disudut $2\theta = 52,40^\circ$, dan bidang 211 disudut $2\theta = 57,80^\circ$. Puncak – puncak yang lebar ini menunjukkan bahwa SrTiO_3 yang telah di annealing mempunyai struktur kristalin yang berarti memiliki susunan partikel yang beraturan. Setelah di annealing dengan suhu 700°C struktur sampel SrTiO_3 berubah menjadi kubik sehingga nilai sisi-sisinya

yaitu $a=b=c= 3,905\text{\AA}$ (Van, B.K, 2002, Weiss, V. C, et.al, 2012).

Tabel 1 Nilai d_{hkl} dari Perhitungan

Sudut θ ($^{\circ}$)	Nilai d_{hkl} (\AA)
11,66 $^{\circ}$	3,81
16,36 $^{\circ}$	2,73
20,00 $^{\circ}$	2,25
23,53 $^{\circ}$	1,93
26,20 $^{\circ}$	1,74
28,90 $^{\circ}$	1,59

Tabel 1 di atas dapat dijelaskan nilai d_{hkl} dari masing-masing sudutnya. Pada sudut 11,66 $^{\circ}$ didapat nilai d_{hkl} sebesar 3,81, sudut 16,36 $^{\circ}$ nilai d_{hkl} sebesar 2,73, sudut 20,00 $^{\circ}$ nilai d_{hkl} sebesar 2,25, sudut 23,53 $^{\circ}$ d_{hkl} sebesar 1,93, sudut 26,20 $^{\circ}$ d_{hkl} sebesar 1,74, dan sudut 28,90 $^{\circ}$ d_{hkl} sebesar 1,59.

Tabel 2 Nilai d_{hkl} dan Nilai a

Nilai d_{hkl} (\AA)	Nilai a Perhitungan (\AA)
3,81	3,81
2,73	3,85
2,25	3,89
1,93	3,86
1,74	3,89
1,59	3,89

Pada Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa pada d_{hkl} 3,81 diperoleh nilai $a=3,81$, d_{hkl} 2,73 nilai $a=3,85$, d_{hkl} 2,25 nilai $a=3,89$, d_{hkl} 1,93 nilai $a=3,86$, d_{hkl} 1,74 nilai $a=3,89$, d_{hkl} 1,59 nilai $a=3,89$. Nilai rata-rata a perhitungan dari SrTiO_3 didapat sebesar 3,86 \AA , sedangkan nilai referensi a dari SrTiO_3 sebesar 3,905 \AA . Setelah nilai a perhitungan dan nilai a referensi diperoleh dapat dihitung persentasi kesalahannya dan didapat kan hasil dari persentasi kesalahannya sebesar 1,15%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dan dari hasil perhitungan data dapat diambil kesimpulan bahwa sampel SrTiO_3 yang sesudah dianelling dengan suhu 700 $^{\circ}\text{C}$ diketahui memiliki beberapa puncak yang lebar ini menunjukkan bahwa SrTiO_3 yang telah dianelling mempunyai struktur kristalin dan memiliki bidang kubik. SrTiO_3 yang sesudah dianelling diketahui memiliki beberapa puncak yang sesuai dengan bidang 100 disudut $2\theta = 23,32^{\circ}$, bidang 110 disudut $2\theta = 32,72^{\circ}$, bidang 111 disudut $2\theta = 40,00^{\circ}$, bidang 200 disudut $2\theta = 47,07^{\circ}$, bidang 210 disudut $2\theta = 52,40^{\circ}$, dan bidang 211 disudut $2\theta = 57,80^{\circ}$. Dari hasil perhitungan persentasi kesalahan dari SrTiO_3 didapat 1,15%.

DAFTAR PUSTAKA

- Darsikin, Khairurrijal, Sukirno, and M. Barmawi, 2005. Sifat Listrik Film Tipis SrTiO_3 Untuk Kapasitor MOS. Laboratorium Fisika Material Elektronik, Departemen Fisika, FMIPA ITB Program Fisika, Universitas Tandulako, Palu. Jurnal Matematika dan Sains Vol. 10(3): 87-91.
- Syafutra.H.2008. Penguatan fotokonduktivitas Berbasis Berbahan Ferroelektrik $\text{Ba}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{TiO}_3$ yang Didadah Tantalum Pentoksida (BSTT) diatas Substrat Si (100) Type-p dan Substrat TCO Type-705. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Van, B.K. 2002. Electron Microscopic investigations of the Bonding Behaviour of Metalson SrTiO_3 Substrates. Max-Planck-Institut fur Metallforschung Stuttgart. Von der Fakultat Chemie der Univesitat Stuttgar zur Erlangung der Wurde eines Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat).
- Weiss, V. C., Zhang. J., Spies. M., Abdillah. S. L., Zollner. S., W. Cole. M. dan Alpay. S. P. 2012. Bulk-like dielectric proper ties from on pt-coated Si substrates. Material Science and Engineering Program and Institute of Material Science, University of Connecticut, Storrs, Connecticut 06269, USA. Journal of Applied Physics 11, 054108.