

Penggunaan Metode Sol-Gel dalam Pembuatan Prekursor PZT ($\text{Pb}(\text{Zr}_{0,6}\text{Ti}_{0,4})\text{O}_3$)

Nenda Andintya¹, Mushlihatul Umamy¹, Rachmat Triandi Tjahjanto², Masruroh¹

¹Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Braawijaya, Jl. Veteran Malang 65145, Indonesia

²Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Braawijaya, Jl. Veteran Malang 65145, Indonesia

Email: nendaandintya@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan sintesis PZT ($\text{Pb}(\text{Zr}_{0,6}\text{Ti}_{0,4})\text{O}_3$) dengan metode sol-gel untuk penumbuhan kristal serbuk PZT. Prekursor timbal zirkonat titanat dibuat dengan teknik refluks dan metoksi etanol sebagai penstabil larutan. Penggunaan metode sol-gel diharapkan mampu menghasilkan larutan yang homogen dengan tingkat kemurnian yang tinggi. Pembuatan serbuk PZT dilakukan pada suhu 600 °C dengan waktu anil selama dua jam. Struktur kristal serbuk PZT dianalisis menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*). Hasil uji XRD menunjukkan bahwa serbuk PZT telah terbentuk kristal dengan orientasi bidang kristal (001), (101), (111), (200), (201), (210), (112), dan (002). Hal ini menunjukkan bahwa rasio komposisi Pb:Zr:Ti sebesar 1:0,6:0,4 mampu menghasilkan struktur kristal dengan baik.

Kata kunci: Serbuk PZT, anil, metode sol-gel, *X-Ray Diffraction*.

Pendahuluan

Ide dalam bidang material berkembang seiring perkembangan zaman yang pesat. Ferroelektrik merupakan sifat dari suatu material lapis tipis yang mampu menarik perhatian peneliti khususnya dalam bidang material [1]. Material ferroelektrik mulai banyak dikembangkan untuk aplikasi baru dalam bidang industri seperti pengembangan piezoelektrik [2].

Material jenis piezoelektrik biasa digunakan untuk *Dynamic Random Access Memory* (DRAM) [3], aplikasi non volatil ferroelektrik atau *Ferroelectric Random Access Memory* (FeRAM) [4]. Selain itu *lead zirconium titanate* ($\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$) digunakan sebagai sensor, *actuators*, *motor*, *micro electro mechanical systems* (MEMS) [5].

Timbal zirkonat titanat adalah material keramik dengan struktur kimia ($\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$) yang dikembangkan dalam teknologi mikroelektrik. PZT memiliki struktur kimia dengan formula ABO_3 . A sebagai kation Pb yang menempati salah satu sudut dari kubus dan B sebagai ion Zr^{4+} mengisi pusat kubus. Oksigen akan mengisi pusat muka dari kubus, lalu posisi Ti^{4+} dan Zr^{4+} dapat dipertukarkan [6].

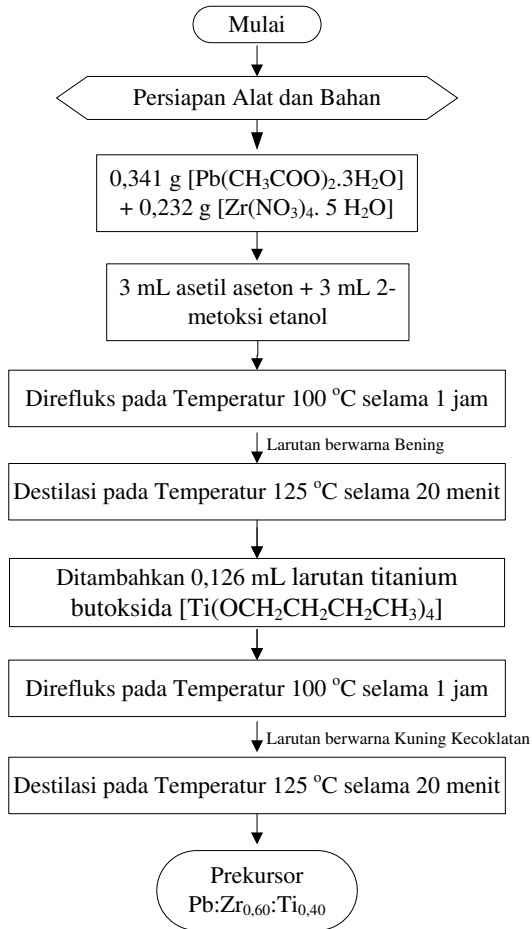
Teknik penumbuhan fabrikasi lapisan tipis PZT dibagi menjadi dua metode, yaitu secara fisika dan kimia. Metode fisika, diantaranya: *Physical Vapor Deposition* (PVD) seperti DC *Sputtering*, *Radio Frekuensi* (RF) *sputtering*. Metode kimia, diantaranya: *Chemical Vapor Deposition* (CVD), *Metal Organic Chemical Vapor Deposition* (MOCVD), dan *Solution Gelation* (sol-gel) [7].

PZT (*ceramic-oxide*) memiliki properti fisika yang cukup baik dalam pemanfaatan di bidang teknologi. Metode sol-gel mempertimbangkan keuntungan proses dengan pengaturan yang sederhana [8]. Metode sol-gel memiliki banyak keuntungan, seperti pembuatan prekursor pada suhu rendah, prekursor yang dihasilkan memiliki komposisi material yang bisa dikontrol sesuai keinginan, konsistensi yang seragam, kemudahan fabrikasi di daerah yang luas dan biaya rendah.

Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain: padatan serbuk timbal (II) asetat [$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$], asetil aseton ($\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3$), 2-

metoksi etanol ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$), zirconium (IV) nitrat pentahidrat [$\text{Zr}(\text{NO}_3)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$], titanium butoksida [$\text{Ti}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$], methanol 98% dan substrat silikon.



Larutan didiamkan selama 72 jam (beberapa hari), kemudian dipanaskan dalam proses anil selama dua jam pada suhu 600 °C. karakterisasi serbuk PZT menggunakan XRD untuk mengetahui kristal yang terbentuk

Hasil dan Pembahasan

Prekursor PZT yang telah dibuat dengan metode sol-gel dapat dilihat pada Gambar 1 larutan berwarna bening, idealnya dalam pencampuran bahan tidak ada endapan yang dapat membuat larutan tidak homogen. Dalam meminimalisir adanya endapan maka proses pencampuran bahan dan penstabil dilakukan proses pengadukan awal.

Proses refluks pada suhu 100 °C berfungsi untuk menghindari adanya kontak dari luar sistem karena bahan yang digunakan memiliki sifat mudah menguap atau *volatile*. Setelah proses refluks larutan berada pada fase *wet gel*, dalam fase ini larutan lebih terlihat bening dan terdapat kolid-koloid yang saling berikatan. Penambahan titanium butoxide menyebabkan larutan berwarna kuning kecoklatan hingga akhir proses refluks dan destilasi hingga menjadi fase padatan (*xerogel*).



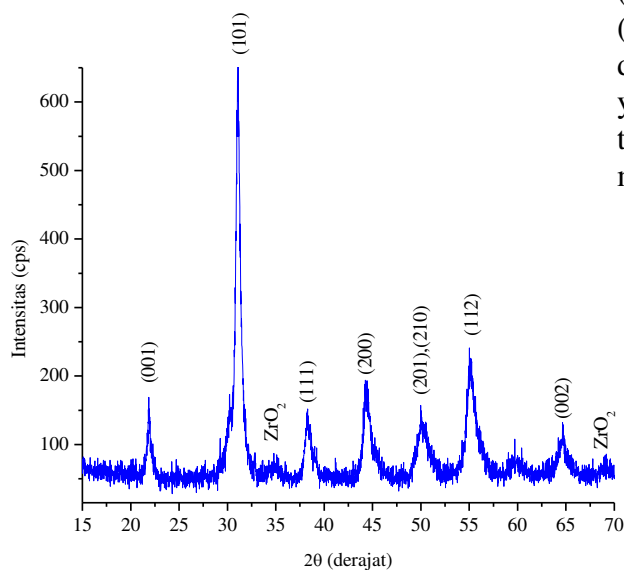
Gambar 1. Pembuatan prekursor PZT

Serbuk PZT diperoleh dari hasil pengeringan larutan. Larutan dikeringkan dalam oven pada temperatur 100 °C sebelum di kristalisasi di dalam tanur. Hal ini bertujuan agar tidak banyak larutan yang menguap saat pemanasan dalam tanur yang mencapai 600 °C. Proses anil diberikan untuk memperbaiki struktur material menjadi homogen. Pemilihan temperatur sebesar 600 °C mampu memperlihatkan puncak-puncak kristal dengan baik. Hasil pengeringan serbuk PZT ditunjukkan pada Gambar 2. Serbuk PZT berwarna kuning dan tampak seperti serat yang menyerupai kristal.



Gambar 2. Hasil pengeringan serbuk PZT

Hasil uji XRD ditunjukkan dalam bentuk difraktogram, sumbu x sebagai 2θ dan sumbu y sebagai intensitas dari tiap orientasi bidang kristal. Analisis XRD serbuk PZT memberikan puncak kristal (101) dengan nilai intensitas tertinggi. Data puncak yang terbentuk dicocokkan dengan data JCPDS No. 33-784. Diketahui bahwa difraksi muncul pada orientasi bidang kristal (001), (101), (111), (200), (201), (210), (112), dan (002) seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil XRD serbuk PZT

Adanya senyawa selain puncak PZT yaitu ZrO_2 diduga akibat adanya zirkonium yang tidak terlibat proses pembentukan struktur perovskite sehingga terjadi interaksi oksigen dengan zirkonium saat proses anil.

Kesimpulan

Hasil sintesis prekursor PZT menggunakan metode sol-gel dengan rasio komposisi sebesar $(Pb(Zr_{0,6}Ti_{0,4})O_3)$ mampu membentuk pola difraksi serbuk PZT dengan orientasi bidang kristal kristal (001), (101), (111), (200), (201), (210), (112), dan (002). Orientasi bidang kristal (101) memiliki intensitas lebih tinggi dibandingkan dengan orientasi bidang yang lain. Banyaknya puncak yang terbentuk mengindikasikan serbuk PZT merupakan polikristal.

Daftar Pustaka

- [1] A.D. Li, C.L. Mak, K.H. Wong, Q.Y. Shao, Y.J. Wang, D. Wu, dan Naiben Ming. 2001. Thickness-dependent Structural Characteristics of Sol-Gel-Derived Epitaxial $(PbZr)TiO_3$ Films using Inorganic Zirconium Salt. Elsevier. 235. 307-312.
- [2] Donglin, X., Meidong Liu, Yike Zeng, dan Churong Li. 2001. Fabrication and Electrical Properties of Lead Zirconate Titanate Thick Films by The New Sol-Gel Method. Elsevier. B87. 160-163.
- [3] Nunes, M.S.J, E. R Leite, F. M Pontes, N.M. Duboc, E. Longo, J. A. Varela. 2001. Microstructural and ferroelectric properties of $PbZr_{1-x}Ti_xO_3$ thin films prepared by the polymeric precursor method. Elsevier. 365-370.
- [4] Masruroh, Member ,IACSIT, Masaru Umeda, Masayuki Toda. 2012. Influence of Temperatur Annealing on the Crystallization hysteresis Loops and Leakage current in Au/PZT/Pt/TiO₂/Si(100) Films Grown by Low Temperatur MOCVD Method. International Journal of Applied Physics and Mathematics. Vol 2.

- [5] Etin, Aleksey, E. Shter, Gennady, S. Grader, Gideon. 2007. *Interrelation of Ferroelectricity, Morphology, and Thickness in Sol-Gel Derived $PbZr_xTi_{1-x}O_3$ Films*. The American ceramic Society. 77-83.
- [6] Cherdhirunkorn, B, M.F. Smith, S. Limpijumnong, D. A. Hall. 2008. *EXAFS Study on The Site Preference of Mn in Perovskite Structure of PZT Ceramics*. Elsevier. 727-729.
- [7] Bose, A, T. Maity, S. Bysakh, A. Seal, Suchitra Sen. 2010. Influence of Plasma Pressure on The Growth Characteristics And Ferroelectric Properties of Sputter-Deposited PZT Thin Films. Elsevier. 6205-6212.
- [8] Mu, Guohong, shiyuan Yang, Jufen Li, Mingyuan Gu. 2007. Synthesis Of PZT Nanocrystalline Powder by a Modified Sol-Gel Process Using Water as Primary Solvent Source. Elsevier. 382-386