

Karakterisasi Struktur Lapisan Tipis Tin Sulfida (SnS) yang Dideposisi dengan Metode Chemical Bath Deposition (CBD)

Al Jalali Muhammad¹, Muhammad Anas², Erniwati²

¹Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Halu Oleo, Kendari.

²Jurusan Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Halu Oleo, Kendari
aljalali_muhammad@yahoo.com

Abstrak

Characterization of structural thin tin sulfide (SnS) deposited with a Chemical Bath Deposition (CBD) method has been conducted. The characterization results using X-Ray Diffraction (XRD) showed the best results contained in the sample C with a deposition time of 36 hours. SnS diffraction peaks are at 4, 7, 8, 9, 10, and 12 at an angle of 26.9633; 29.8132; 32.9073; 39.3853; 49.5892; and 55.9665 respectively. The value of d (in Å) in a row of numbers low peak high peak number is 3.30411; 2.99443; 2.71961; 2.28593; 1.83682; and 1.64168 corresponding to the areas of crystal orthorombik SnS. It denoted as (0 2 1), (0 4 0), (1 3 0), (1 3 1), (1 1 2), and (1 3 2) respectively. Moreover, the values of the lattice parameters: a , b , and c are 4.326 Å; 11.977 Å; and 3.961 Å suggested that that the SnS thin layer has a crystalline structure of orthorombik.

Keywords : Thin film, SnS, metode Chemical Bath Deposition (CBD), orthorombik

1. Pendahuluan

Potensi mengenai kebutuhan energi sangat tinggi, sedangkan cadangan energi yang tersedia untuk jenis energi yang berasal dari fosil sangatlah menipis. Oleh karena itu, penggunaan energi melalui sel surya merupakan alternatif yang paling potensial dalam penyediaan sumber energi alternatif. Sel surya merupakan teknologi yang paling tepat yang dapat digunakan untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi yang bermanfaat bagi makhluk hidup. Dalam pembuatan sel surya, dapat diplikasikan lapisan tipis dari unsur golongan II-VI atau golongan IV-VI.

Gabungan unsur golongan II-IV yang biasa diaplikasikan pada pembuatan sel surya adalah unsur Cd dari golongan IIB dan unsur sulfur dari golongan VIA membentuk lapisan tipis Cadmium Sulfida. Selanjutnya bisa juga digunakan Zinc Sulfida gabungan dari Zn golongan IIB dan

Sulfur dari golongan VIA [1]. Selain golongan II-IV, kita juga dapat mengaplikasikan unsur golongan IV-VI seperti SnO₂. SnO₂ terbentuk dari unsur Sn golongan IVA dan unsur O dari golongan VIA.

Namun, penggunaan lapisan tipis yang mengandung unsur Zn dan Cd sebaiknya harus dihentikan karena sifat dari keduanya yang beracun serta penggunaannya yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan [2]. Oleh karena itu, kita dapat membuat lapisan tipis lain yang lebih ramah lingkungan yang dapat diaplikasikan pada solar cell. Lapisan tipis tersebut adalah Tin Sulfida (SnS) yang memiliki koefisien penyerapan lebih tinggi dari SnO₂. Selain itu bahan-bahan yang dibutuhkan dalam membuat lapisan tipis SnS mudah didapatkan dan tersedia di laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Universitas Haluoleo Kendari.

Deposisi lapisan tipis SnS dapat dilakukan dengan berbagai metode, seperti *evaporasi* [3], *MACD (Microwave Assited Chemically Deposited)* [4], dan *Chemical Bath Deposition (CBD)* [5]. Dari ketiga metode tersebut, metode CBD adalah metode yang memungkinkan bagi peneliti untuk mendeposisi lapisan tipis SnS. Hal ini dikarenakan dalam pelaksanaannya metode CBD tidak begitu rumit dan relatif murah serta dapat dilakukan pada temperature 25 °C - 90 °C [6].

Chemical Bath Deposition (CBD) adalah salah satu cara deposisi lapisan tipis dengan melibatkan proses reaksi kimia. Dalam pelaksanaan metode CBD, kita dapat memvariasikan berbagai macam parameter seperti banyaknya substrat, temperatur, konsentrasi larutan, pH larutan, dan waktu deposisi demi menghasilkan lapisan tipis yang berkualitas dengan cara yang lebih cepat dan mudah. Oleh karena itu, pada penelitian ini, peneliti bermaksud memvariasikan waktu deposisi dan mengontrol parameter yang lain.

Data mengenai berbagai bahan yang mesti dipertimbangkan selama proses akan ditampilkan sebagai keterangan yang menyatakan sifat mekanik bahan, fisik, dan kimiawi bahan pada kondisi tertentu. Untuk memanfaatkan data sebaik mungkin, sifat bahan yang menyebabkan bahan menjadi kuat dan bagaimana sifat itu berubah maka komposisi pencampuran dan produksi perlu diketahui. Perlu diketahui bahwa sifat bahan diperoleh dari hasil interaksi antar atom bahan, perilaku gugus-gugus atom tersebut (yang mungkin mempunyai struktur kristalin yang teratur), atribut yang berkaitan dengan gabungan gugus-gugus atom tersebut. Untuk mengetahui sifat bahan ini, perlu dibahas struktur atom, struktur butir, struktur kristalin dan

perilaku bahan dalam bentuknya yang utuh [7].

Untuk melihat struktur material, dapat digunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)* yang dikembangkan untuk mempelajari secara langsung struktur permukaan, struktur mikro, dan morfologi bahan dan juga *Difraksi Sinar-X (X-RD)* untuk analisis padatan kristalin, misalnya susunan berbagai jenis atom, kehadiran cacat, orientasi dan ukuran kristal. Penggunaan kedua alat ini untuk keramik telah dilaporkan sebelumnya di jurusan kami [8-9]. Oleh karena itu metode ini akan digunakan untuk mengetahui struktur kristal dari lapisan tipis SnS dalam penelitian ini.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti melakukan penelitian yang berjudul ***“Karakterisasi Struktur Lapisan Tipis Tin Sulfida (SnS) yang Dideposisi dengan Metode Chemical Bath Deposition (CBD)”***.

2. Landasan Teori

2.1 Sel Surya

Sel surya atau *fotovoltaik* adalah perangkat yang mengkonversi radiasi sinar matahari menjadi energi listrik. Efek *fotovoltaik* ini ditemukan oleh Becquerel pada tahun 1839, dimana Becquerel mendeteksi adanya tegangan foto ketika sinar matahari mengenai elektroda pada larutan elektrolit. Pada tahun 1954 peneliti di Bell Telephone menemukan untuk pertama kali sel surya silikon berbasis p-n junction dengan efisiensi 6%. Menurut Kurniawan, sekarang ini, sel surya silikon mendominasi pasar sel surya dengan pangsa pasar sekitar 82% dan efisiensi lab dan komersil berturut-turut yaitu 24,7% dan 15% [1].

Sel surya merupakan salah satu energi alternatif yang mampu mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) merupakan jenis sel surya yang memerlukan biaya paling murah dan termasuk dalam kelompok sel surya lapis tipis[10]. Menurut Gunes [1], sel surya telah menarik perhatian selama beberapa dekade terakhir sebagai alternatif untuk menggantikan berkurangnya bahan bakar fosil. Efisiensi tinggi di atas 20% telah dicapai oleh sel surya silikon *monocrystalline*, namun memiliki biaya produksi dan konsumsi energi yang cukup tinggi selama proses fabrikasi. Oleh karena itu, pengembangan sel surya murah adalah salah satu cara terbaik dalam penyediaan sumber energi alternatif.

2.2 Lapisan Tipis

Lapisan tipis adalah suatu lapisan yang mempunyai ketebalan dalam orde angstrom hingga mikrometer. Lapisan tipis dapat dibuat dari bahan organik, anorganik, logam, maupun campuran logam organik (*organometalic*) yang memiliki sifat konduktor, semikonduktor, superkonduktor maupun insulator. Lapisan tipis banyak digunakan sebagai bahan sensor karena murah dalam proses produksinya dan sifat elektrisnya dapat diatur melalui parameter-parameter saat proses pembuatannya. Proses produksi lapisan tipis dapat menggunakan teknik *Sputtering*, *evaporasi*, *CVD (chemical Vapour Deposition)*, *electron beam evaporation*, *spray pyrolysis*, metode sol-gel, metode uap kimia dan *Chemical Bath Deposition* (CBD) [10-11].

Dalam proses deposisinya pertumbuhan lapisan tipis secara garis besar dibagi menjadi dua bagian, yaitu pertumbuhan secara epitaksial dan difusi. Pertumbuhan epiaksial adalah pertumbuhan dengan arah keatas saja, jadi atom-atom terdepositasi saling bertumpukan selama proses deposisi terjadi. Sedangkan

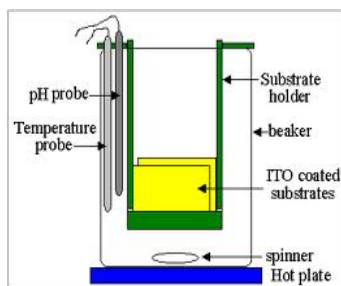
pertumbuhan difusi adalah pertumbuhan dengan arah pertumbuhan baik ke atas maupun kebawah permukaan substrat (menyisip) [10].

2.3 Tin Sulfida

Hal yang menarik dari lapisan tipis SnS adalah aplikasinya pada panel surya. Lapisan tipis SnS memiliki koefisien penyerapan yang tinggi dan konduktivitas tinggi. SnS terdiri dari unsure golongan IVA dan VIA. SnS dibentuk oleh unsure Sn golongan IVA dan S golongan VIA. SnS menunjukkan konduktivitas electric tipe-p dan konduktivitasnya dapat dikontrol dengan menggunakan doping yang berbeda-beda seperti Al, Ag atau Cl. Lapisan tipis SnS dapat dibentuk dengan menggunakan berbagai metode dan salah satunya adalah metode *Chemical Bath Deposition* (CBD) [5].

2.4 Chemical Bath Deposition

Teknik yang murah untuk deposisi lapisan tipis pada substrat semikonduktor atau kaca adalah dengan teknik *Chemical Bath Deposition* (CBD). Dalam CBD, pengendapan dari logam chalcogenide pada film tipis semikonduktor dilakukan dengan mempertahankan kontak dengan substrat pemecahan *Chemical Bath* yang mengandung logam dan chalcogen ion. Pembentukan film di atas substrat terjadi ketika ion produk melebihi produk kelarutan. Namun, pembentukan endapan di sebagian besar pelarut adalah masalah yang melekat di teknik CBD. Hal ini biasanya menghasilkan presipitasi yang tidak perlu dan hilangnya bahan selama deposisi lapisan tipis dengan CBD pada keseragaman semikonduktor atau substrat kaca dan menghambat dari film disimpan. Untuk menghindari masalah tersebut, optimasi yang tepat dari kandungan kimia dari bath deposition diperlukan [12].



Gambar 2.1. Metode Chemical Bath Deposition (CBD)

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, substrat dengan ukuran 75,72 mm x 25,71 mm x 1,10 mm diletakkan horizontal dalam gelas kimia yang diberi label A (dengan waktu deposisi 12 jam), B (dengan waktu deposisi 24 jam) dan C (dengan waktu deposisi 36 jam), kemudian diisi larutan. Setelah larutan terdeposisi pada substrat kaca preparat, substrat kemudian dipanaskan pada temperatur 70°C selama 1 jam.

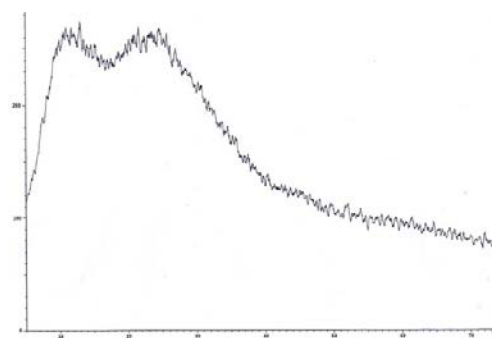
Larutan dibuat dengan mencampurkan 5 ml 1 M $2\text{H}_2\text{O SnCl}_2$, 10 ml 3,75 M Trietanolamina (TEA) [$\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$], 5 ml amonia (NH_3 , pH = 10,7), 5 ml 0,66 M tri-natrium sitrat (TSS) ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7$), 5 ml 1 M thioacetamide (TA) [CH_3CSNH_2], dan sisanya diselesaikan dengan air deionisasi untuk membuat volume total 100 ml larutan. Larutan dicampur pada 3 buah gelas kimia berbeda yang telah disterilkan dengan HCL dan Alkohol yang masing-masing berisi 100 ml larutan. Setelah larutan dibuat, tuangkan masing-masing larutan kedalam gelas kimia yang telah diberi substrat. Kemudian diamkan dengan lama waktu, yaitu gelas A selama 12 jam, gelas B selama 24 jam, dan gelas C selama 36 jam. Kemudian satu buah kaca prapat yang tidak diberi perlakuan diberi nama sampel D. Selanjutnya sampel A, B, C, dan D

dikarakterisasi menggunakan alat X-Ray Diffraction (X-RD)

4. Hasil dan Pembahasan

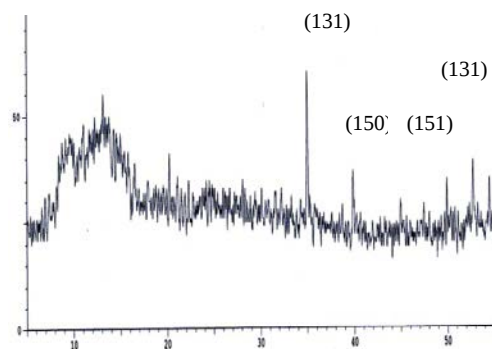
Data yang diperoleh dari hasil karakterisasi dengan menggunakan metode X-Ray Diffraction (X-RD), yaitu berupa puncak-puncak difraksi pada grafik hubungan antara intensitas cahaya dengan sudut 2θ , masing-masing untuk sampel A, B, C dan D. Alat X-RD juga langsung mengeluarkan data nilai jarak antar atom d. Setelah itu, nilai d tersebut dicocokkan dengan standar JCPDS untuk melihat lapisan tipis yang terdeposisi pada substrat dan software PCPDF-Win untuk melihat bidang hkl. Adapun data puncak-puncak difraksi alat X-RD pada keempat sampel adalah sebagai berikut :

a. Substrat Kaca



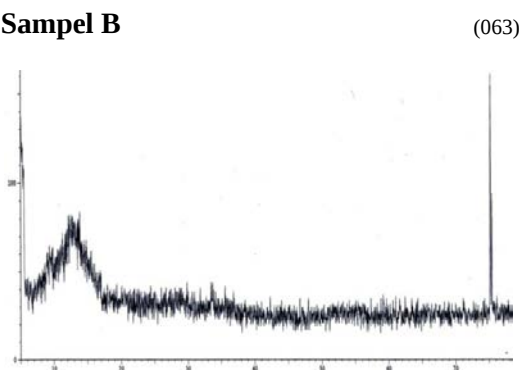
Gambar 4.1. Grafik X-RD Substrat (Kaca Preparat)

b. Sampel A



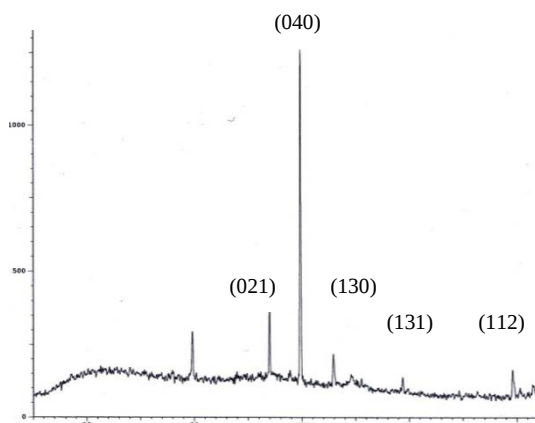
Gambar 4.2. Grafik X-RD Sampel A

c. Sampel B



Gambar 4.2. Grafik X-RD Sampel C

d. Sampel C



Gambar 4.2. Grafik X-RD Sampel A

Berdasarkan data hasil karakterisasi dengan metode *X-Ray Diffraction (X-RD)*, menunjukkan bahwa pada ketiga sampel telah terjadi deposisi lapisan tipis pada substrat kaca preparat. Hal ini ditunjukkan dengan adanya puncak-puncak grafik ekstrim dari sampel A, B, dan C yang berbeda dengan puncak grafik pada sampel D yang tidak diberi perlakuan. Kemudian, setelah dicocokkan dengan standar JCPDS untuk lapisan tipis SnS terlihat bahwa puncak-puncak grafik pada ketiga sampel tersebut, sebagian adalah puncak grafik lapisan tipis SnS.

Pada sampel A, dengan waktu deposisi selama 12 jam, puncak puncak difraksi ekstrim SnS terdapat pada puncak nomor 118, 139, 163, 170, dan 177 pada sudut 2θ (satuan derajat) berturut-turut adalah 39,8390; 44,9633; 50,5800;

52,7525; dan 54,7833. Pada hasil tersebut, nilai d (satuan Å) berturut-turut dari nomor puncak rendah ke nomor puncak tinggi adalah 2,26094; 2,01445; 1,80314; 1,73388; dan 1,67431 yang bersesuaian dengan bidang-bidang kristal orthorombik SnS, secara berturut-turut yaitu (1 3 1), (1 5 0), (1 5 1), (0 6 1), dan (1 3 2). Hasil ini menunjukkan adanya struktur kristal SnS pada sampel A.

Pada sampel B, dengan waktu deposisi selama 24 jam, puncak puncak difraksi ekstrim SnS terdapat pada puncak nomor 25 dan pada sudut 2θ (satuan derajat) berturut-turut adalah 29,8361 dan 75,1585. Pada hasil tersebut, nilai d (satuan Å) berturut-turut adalah 2,9919 dan 1,26308 yang bersesuaian dengan bidang-bidang kristal orthorombik berturut-turut adalah (0 6 3) dan (0 4 0). Pada sampel ini, lapisan tipis yang terdeposisi sudah berwarna coklat tua.

Pada sampel C, dengan waktu deposisi selama 36 jam, puncak-puncak difraksi SnS terdapat pada puncak nomor 4, 7, 8, 9, 10, dan 12 pada sudut 2θ (satuan derajat) berturut-turut adalah 26,9633; 29,8132; 32,9073; 39,3853; 49,5892; dan 55,9665. Pada hasil tersebut, nilai d (satuan Å) berturut-turut dari nomor puncak rendah ke nomor puncak tinggi adalah 3,30411; 2,99443; 2,71961; 2,28593; 1,83682; dan 1,64168 yang bersesuaian dengan bidang-bidang kristal orthorombik SnS, secara berturut-turut yaitu (0 2 1), (0 4 0), (1 3 0), (1 3 1), (1 1 2), dan (1 3 2). Pada sampel ini, lapisan tipis yang terdeposisi sudah berwarna coklat tua.

Pada Substrat yang tidak diberi perlakuan, tidak ditemukan adanya puncak-puncak difraksi SnS. Adapun puncak-puncak difraksi terkuat adalah pada puncak nomor 5, 6 dan 7 pada sudut 2θ (satuan derajat) berturut-turut 9,1600; 9,8800; dan 10,9400. Pada hasil tersebut nilai d (satuan Å) berturut-turut adalah 9,64672; 8,94528; dan 8,08081. Berdasarkan nilai tersebut, maka

dapat dipastikan bahwa pada substrat tidak terdapat lapisan tipis SnS.

Lapisan tipis yang terbentuk pada substrat mengikuti persamaan reaksi kimia pada persamaan satu. Molekul-molekul SnS hasil reaksi kemudian terdepositasi ke segala arah dalam wadah. Salah satu tempat molekul-molekul SnS terdepositasi adalah pada substrat. Pada proses tersebut, reaksi kimia berjalan seiring dengan bertambahnya waktu.

Laju reaksi pembentukan SnS menunjukkan laju reaksi berkurangnya konsentrasi $(TEA)^{2+}$ dari $Sn(TEA)^{2+}$ dan berkurangnya konsentrasi S pada CH_3CSNH_2 yang membentuk lapisan tipis SnS. Molekul SnS yang terbentuk kemudian terdepositasi dalam wadah termasuk pada substrat. Seiring dengan pertambahan waktu, maka molekul yang bertumbukan pada substrat semakin banyak sehingga molekul yang terdepositasi juga semakin banyak. Setelah waktu 12 jam, yaitu pada wadah A reaksi kemudian dihentikan yaitu dengan cara membuang larutan yang masih terdapat pada wadah A. Hal ini menyebabkan lapisan tipis SnS yang terdepositasi masih tipis dan setelah dipanaskan, lapisan tipis terlihat masih kuning (masih tembus cahaya). Sedangkan pada wadah B penghentian reaksi setelah 24 jam, sehingga lapisan yang terdepositasi sudah agak tebal, kemudian pada wadah C penghentian reaksi terjadi setelah waktu deposisi selama 36 jam, sehingga lapisan yang terdepositasi semakin tebal. Sehingga setelah dipanaskan, substrat pada wadah A dan B sudah berwarna coklat. Tetapi setelah dikarakterisasi dengan metode X-RD, grafik puncak SnS lebih banyak pada sampel A dan sampel C dibandingkan dengan sampel B.

Pada persamaan reaksi kimia nomor satu, selain reaksi pembentukan SnS masih terdapat pembentukan molekul lain yaitu TEA, CH_3CONH_2 dan H_2O . Laju reaksi pembentukan TEA menunjukkan laju reaksi berkurangnya molekul Sn pada

$Sn(TEA)^{2+}$. Kemudian pada laju reaksi pembentukan CH_3CONH_2 menunjukkan laju reaksi berkurangnya unsur S pada CH_3CSNH_2 . Pada proses tersebut, molekul-molekul TEA, CH_3CONH_2 dan S juga terdepositasi pada substrat. Sehingga faktor ini menyebabkan munculnya puncak-puncak difraksi yang bukan merupakan puncak difraksi untuk SnS. Karena reaksi terus berjalan, sehingga semua molekul hasil reaksi berpeluang terdepositasi pada substrat. Dan pada proses penghentian reaksi pada wadah B molekul-molekul selain SnS berpeluang seiring dengan proses pembentukan SnS. Karena beberapa faktor inilah sehingga setelah dikarakterisasi dengan metode X-RD, puncak-puncak difraksi SnS pada sampel B tidak terlalu nampak dan adanya puncak-puncak difraksi pada sampel lain yang bukan merupakan lapisan tipis SnS. Pada waktu deposisi sudah mencapai 36 jam, reaksi pada wadah C dihentikan. Setelah dikarakterisasi dengan metode X-RD puncak-puncak difraksi SnS mulai nampak dan lapisan dengan waktu deposisi 36 jam adalah lapisan terbaik, baik dari segi struktur maupun warna lapisan.

5. Kesimpulan

Telah dilakukan penelitian deposisi lapisan tipis SnS dengan metode *Chemical Bath Deposition* (CBD). Lapisan tipis SnS yang dihasilkan memiliki struktur kristal Orthorombik, dengan hasil terbaik diperoleh dengan waktu deposisi selama 36 Jam.

Daftar Pustaka

- [1]. Rifa'i, F., Adli, N., Ardiansyah, A., 2010. *Sintesis dan Karakterisasi Nanosized ZnS – CdS Untuk Aplikasi Solar Cell Sebagai Terobosan Energi Alternatif*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- [2]. Rozak, A., Tarigan, Z., Edward. 2003. *Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni Dalam Air Laut dan Sedimen Di Muara Sungai Membramo, Papua Dalam Kaitannya dengan Kepentingan Budidaya Perikanan*. Makara, Sains.

- [3]. Cifuentes, C., Botero, M., Romero, M., Calderon, C., dan Gordillo, G., 2005. *Optical and Structural Studies on SnS Films Grown by Co-Evaporation*. Brazilian Journal of Physics.
- [4]. Jeyaprakash, B.G., Amalarani, A., Kesavan, K., dan Mohan, S., 2009. *Characterization of Microwave Assited Chemically Deposited SnS Thin Film*. Department of Physics, Ponnaiyah Ramajayam College of Engineering and Technology Thanjavur -613 403, Tamil Nadu, India.
- [5]. Guneri, E., Gode, F., Ulutas, C., Kirmizigul, F., Altindemir, G., dan Gumus, C., 2010. *Properties of p-Type SnS Thin Films Prepared by Chemical Bath Deposition*. Jurnal Penelitian
- [6]. Maddu, A., Hasiholan, R. Tua., dan Kurniati, M., 2009. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi: Penumbuhan Film Nanokristal SnO₂ dengan Metode Chemical Bath Deposition (CBD)*. Departmen Fisika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [7]. Alexander. 1985. *Material Science and Engineering*. New York : John Willey and Sons
- [8]. H. Aripin, S. Mitsudo, I. N. Sudiana, N. Jumsiah, I. Rahmatia, B. Sunendar, L. Nurdiwijayanto, S. Mitsudo, S. Sabchevski, *Preparation of Porous Ceramic with Controllable Additive and Firing Temperature*, Advanced Materials Research, Vol. 277 (2011) pp. 151-158
- [9]. I. N. Sudiana, S. Mitsudo, T. Nishiwaki, P. E. Susilowati, L. Lestari, M. Z. Firihu, H. Aripin, *Effect of Microwave Radiation on the Properties of Sintered Oxide Ceramics*, Contemporary Engineering Sciences, Vol. 8 No. 34, 2015, pp. 1607-1615.
- [10]. Tulus, 2004. *Kajian Fabrikasi Lapisan Tipis (Thin Film) TiN dengan Metode DC-Reaktif Sputtering Untuk Aplikasi Sensor Gas Amonia yang Beroperasi Pada Suhu Kamar dengan Kelembaban Normal*. (Skripsi)
- [11]. Atmono, T.M., 2003. *Lapisan Tipis dan Aplikasinya Untuk Sensor Magnet dan Sensor Gas*. Diklat Kuliah. P3TM BATAN Yogyakarta
- [12]. Ledyastuti, 2007. *Sintesis dan karakterisasi membran berbasis kitosan dalam aplikasi fuel cell*. Bandung: ITB Press.