

Pengaruh Waktu Penahanan Terhadap Karakteristik Lapisan Tipis ZnO yang Dideposisi dengan teknik Sol-gel Spin Coating

Mursal, Irhamni, and Bukhari

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

E-mail: mursal311@yahoo.com

Abstrak: Telah dilakukan kajian tentang karakteristik lapisan tipis seng oksida (ZnO) yang dideposisi dengan teknik sol-gel spin coating. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh waktu penahanan terhadap karakteristik lapisan tipis ZnO. Pada penelitian ini, lapisan tipis ZnO dideposisi di atas substrat corning glass 7059, menggunakan zinc acetate sebagai prekursor dan etanol sebagai pelarut. Lapisan tipis ZnO yang terdepositasi dipanaskan (pre-annealing) pada temperatur 200 °C selama 15 menit, dan selanjutnya dilakukan proses annealing pada temperatur 700 °C dengan waktu penahanan divariasikan dari 10-50 menit. Untuk mengetahui karakteristik dan struktur dari lapisan ZnO, dilakukan pengujian menggunakan spektrometer Ultra violet-Visible (UV-Vis), dan Atomic Force Microscopy (AFM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai transmitansi lapisan ZnO relatif tinggi (70-80 %). Celah pita optik lapisan tipis ZnO menyempit dari 3,69-3,61 eV dengan bertambahnya durasi waktu penahanan dari 10-50 menit. Durasi waktu penahanan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai koefisien absorpsi optik. Akan tetapi morfologi permukaan lapisan ZnO mengalami perbaikan dengan meningkatnya durasi waktu annealing.

Kata kunci : lapisan tipis ZnO, sol-gel, spin coating.

Abstract: The research about the characteristics of zinc oxide (ZnO) thin films deposited by sol-gel spin coating had been conducted. The aim of the research is investigate the influence of holding time on the characteristics of ZnO thin films. In this research, ZnO thin films are deposited on corning glass 7059 substrate from zinc acetate and ethanol as precursor and solvent, respectively. The ZnO thin films were pre-annealed at temperature of 200 °C for 15 minutes and then annealed at 700 °C for 10 – 50 minutes. The characteristics of the films were analyzed from Ultra violet – Visible (UV-Vis) spectroscopy and Atomic Force Microscopy (AFM) measurements. The results showed that the transmittance value of the ZnO films was relatively high (70 % - 80 %). The optical bandgap of ZnO thin films decrease from 3,69 to 3,61 eV with increasing in holding time from 10 to 50 minutes. We found that the holding time did not affect the value of optical coefficient significantly, but the surface morphology of the ZnO films were improved with increasing in holding time.

Keywords : ZnO, thin film, sol-gel, spin coating, holding time

PENDAHULUAN

Seng oksida (ZnO) merupakan salah satu kandidat material semikonduktor yang sangat menjanjikan untuk diaplikasikan pada berbagai divais mikroelektronik, maupun optoelektronik, termasuk pada transparent thin film transistor, foto detektor, dan sel surya (Mandalapu, dkk.,

2006; Ray, dkk., 2002; Afify, dkk., 2005; Norris, dkk., 2003; Hoffman, dkk., 2003). Hal ini dikarenakan, material ZnO memiliki celah pita langsung (*direct bandgap*) yang lebar (3,37 eV), sehingga memungkinkan penyerapan radiasi UV secara langsung (*band-to-band transition*) (Chen, dkk., 2008).

Disamping itu, material ini juga dapat dengan mudah didoping dengan unsur lain, sehingga akan didapatkan material baru

yang memiliki sifat-sifat berbeda, salah satunya aluminium (Alhamed dan Abdullah, 2010; Mondal, dkk., 2008). Aluminium merupakan salah satu unsur golongan III A. Penambahan Al ke dalam ZnO diyakini mampu meningkatkan nilai konduktivitas listrik dan transparansi lapisan tipis ZnO (Shrestha, dkk., 2009).

Lapisan tipis ZnO dapat dideposisi dengan berbagai teknik, baik vakum maupun non vakum. Metode deposisi vakum biasanya menggunakan *chamber* logam yang berfungsi sebagai tempat dimana proses deposisi berlangsung, dan sebuah pompa vakum yang berfungsi untuk memvakumkan *chamber*. Metoda deposisi vakum meliputi beberapa teknik deposisi, antara lain teknik evaporasi (Jin, dkk., 2000), *sputtering* (Bachari, dkk., 1999), dan *Chemical Vapor Deposition* (CVD) (Li, dkk., 2002).

Metode deposisi non-vakum memiliki keunggulan dari segi biaya, karena pada metode ini tidak diperlukan *chamber* vakum dan pompa vakum. Salah satu metoda non-vakum yang umum digunakan yaitu *spin coating* (Ilican, dkk., 2008, Rahmawati 2009,). *Spin coating* telah digunakan dalam beberapa dekade untuk menumbuhkan lapisan tipis. Dalam proses deposisi, larutan yang akan dideposisi menjadi lapisan tipis ditetesi pada bagian tengah substrat. Kemudian substrat diletakkan diatas holder pada alat *spinner*, dan diputar. Ketebalan lapisan dan sifat-sifat lain tergantung pada sifat dasar larutan yang digunakan (viskositas, persen kekeringan, persentase kepadatan, tekanan permukaan, dan lainnya) serta parameter yang dipilih untuk proses deposisi. Faktor kecepatan, proses penguapan, dan percepatan rotasi juga mempengaruhi karakteristik lapisan yang dihasilkan.

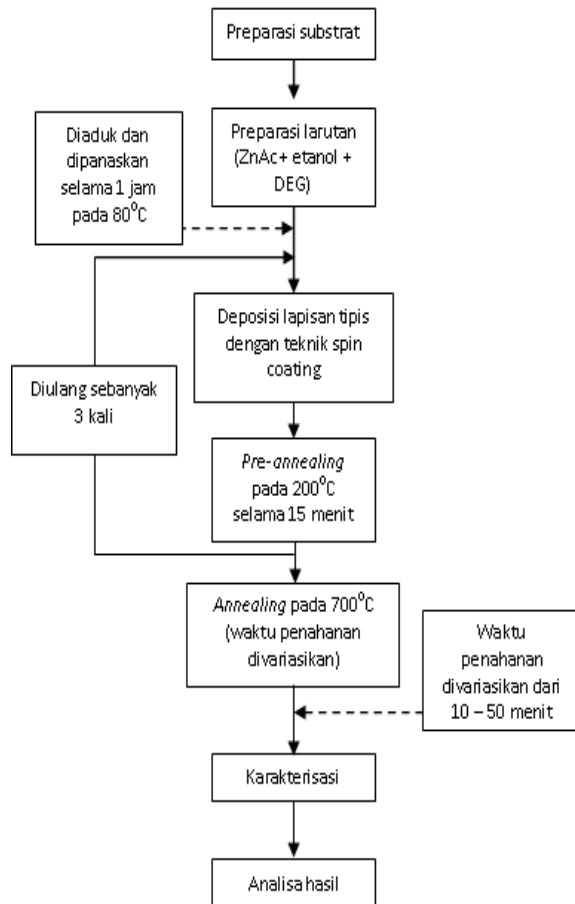
Beberapa peneliti lain juga telah mencoba melakukan deposisi lapisan tipis ZnO dengan menggunakan teknik *spin coating*, namun belum diperoleh informasi

yang jelas tentang bagaimana keterkaitan antara parameter-parameter deposisi seperti kecepatan putaran *spinner* dan temperatur annealing serta kondisi larutan dengan karakteristik lapisan tipis ZnO. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai karakteristik lapisan tipis ZnO yang dideposisi dengan teknik *spin coating*.

Pada penelitian ini, telah dilakukan deposisi lapisan tipis ZnO dengan teknik *spin coating*. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji karakteristik lapisan tipis ZnO yang dideposisi dengan teknik *spin coating*, serta menganalisis pengaruh parameter deposisi terhadap karakteristik lapisan tipis ZnO tersebut.

METODE PENELITIAN

Lapisan tipis ZnO dideposisi diatas substrat kaca preparat dengan teknik sol-gel spin coating. Sebelumnya, dilakukan pembuatan larutan seng asetat dengan melarutkan serbuk ZnAc sebagai precursor ke dalam pelarut etanol dan dietilene glikol (DEG). Larutan ZnAc dan dipanaskan hingga temperature 80⁰C selama 1 jam menggunakan hot plate strirrer. Substrat kaca preparat dicuci menggunakan methanol dan akuades secara bergantian hingga benar-benar bersih, dan dikeringkan. Selanjutnya, larutan ZnAC disaring menggunakan kertas saring, sehingga diperoleh larutan ZnAC yang bening. Larutan ini ditetaskan di atas substrat yang diletakkan pada holder alat spin coating. Kecepatan putaran spinner diatur pada 2500 rpm selama 20 detik. Lapisan yang terbentuk selanjutnya dipanaskan (pre-annealing) pada temperatur 200 ⁰C selama 15 menit dan kemudian diannealing pada temperatur 700 ⁰C dengan waktu penahanan divariasikan dari 10 – 50 menit. Prosedur penelitian lebih rinci dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian.

Karakteristik optik lapisan tipis ZnO diuji dengan menggunakan spektrometer *Ultra Violet-Visible* (UV-Vis). Disamping itu, dilakukan juga pengujian terhadap struktur permukaan lapisan dengan menggunakan peralatan *Atomic Force Microscopy* (AFM).

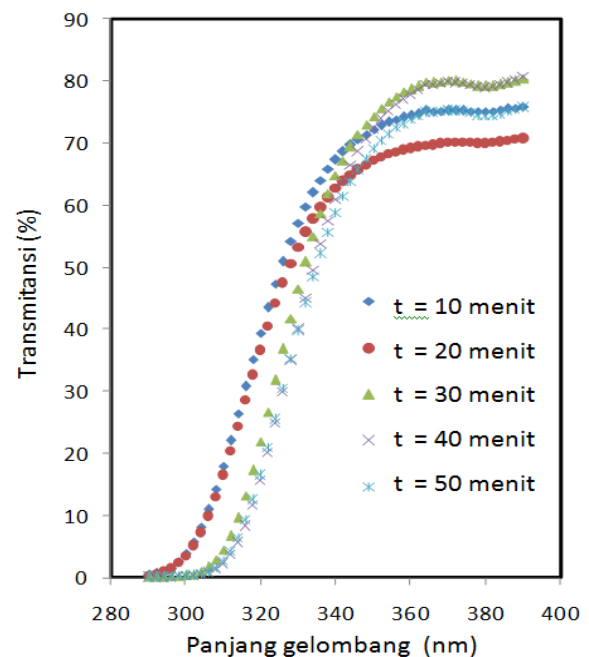
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis sifat optik

Gambar 2 memperlihatkan spektrum transmitansi lapisan tipis ZnO yang di-*annealing* pada temperatur 700 °C dengan waktu penahanan yang bervariasi. Terlihat bahwa nilai transmitansi lapisan ZnO antara 70 – 80 % bergantung pada lamanya

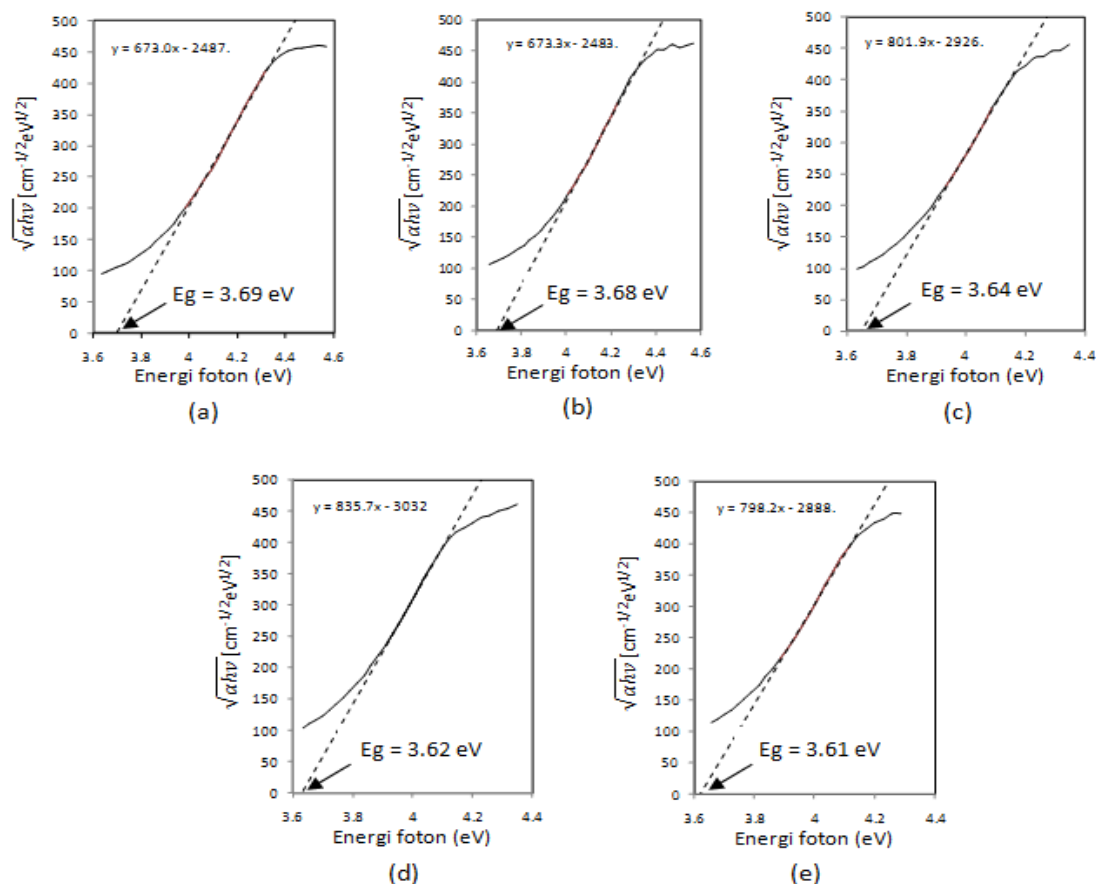
waktu penahanan. Dari gambar tersebut juga terlihat bahwa respon optik lapisan ZnO bergeser ke kanan (ke arah panjang gelombang yang lebih besar) dengan bertambahnya durasi waktu penahanan. Pergeseran respon optik ini berkaitan perubahan lebar celah pita optik (*optical bandgap*) dari lapisan tersebut, seperti ditunjukkan **Gambar 3** dan **Gambar 4**.

Celah pita optik lapisan tipis ZnO menyempit dari 3,69 – 3,61 eV dengan bertambahnya durasi waktu penahanan dari 10 – 50 menit. Lebar celah pita optik dipengaruhi oleh struktur dan komposisi atomik pengusun lapisan tersebut. Durasi waktu penahanan (*holding time*) yang lama memberi waktu hidup lebih lama atom-atom untuk membentuk susunan yang lebih teratur. Dengan demikian, memungkinkan terjadinya perubahan struktur atomik ZnO.

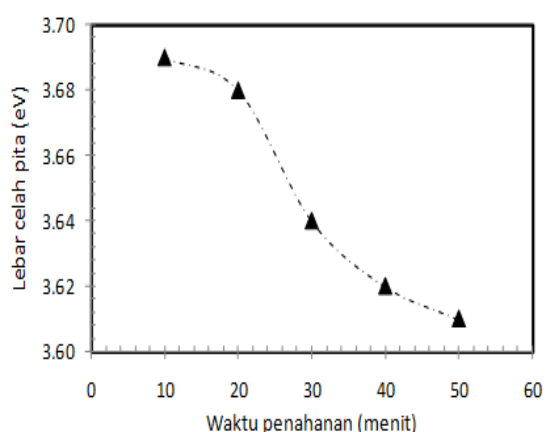


Gambar 2. Spektrum transmitansi lapisan tipis ZnO yang dideposisi dengan teknik *spin coating* dan di-*annealing* pada temperatur 700 °C dengan waktu penahanan yang bervariasi.

Mursal dkk: Pengaruh Waktu Penahanan Terhadap Karakteristik Lapisan Tipis ZnO yang Dideposisi dengan teknik Sol-gel Spin Coating



Gambar 3. Celah pita optik lapisan tipis ZnO yang dideposisi dengan teknik spin coating dan diannealing pada temperatur $T_a = 700^\circ\text{C}$ dengan durasi penahanan yang bervariasi. (a) 10 menit, (b) 20 menit, (c) 30 menit, (d) 40 menit, dan (e) 50 menit.



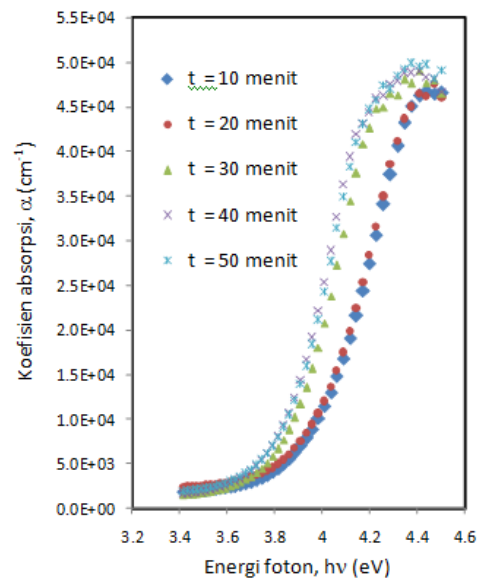
Gambar 4. Pengaruh lamanya waktu penahanan terhadap lebar celah pita optik lapisan tipis ZnO.

Koefisien absorpsi optik lapisan tipis ZnO juga dipengaruhi oleh lamanya waktu penahanan. **Gambar 5** memperlihatkan nilai koefisien absorpsi opti lapisan tipis ZnO yang diannealing pada temperatur 700°C dengan durasi waktu penahan yang bervariasi sebagai fungsi dari energi foton. Seperti terlihat pada **Gambar 5**, nilai koefisien absorpsi lapisan tipis ZnO mencapai orde 10^4 cm^{-1} . Durasi waktu penahanan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai koefisien absorpsi optik. Perubahan yang nyata terlihat pada respon optik lapisan tipis ZnO terhadap energi foton. Variasi derasi waktu penahanan dari 10 – 50 menit, menyebabkan terjadinya pergeseran respon optik ke kiri yaitu ke arah energi foton yang lebih kecil.

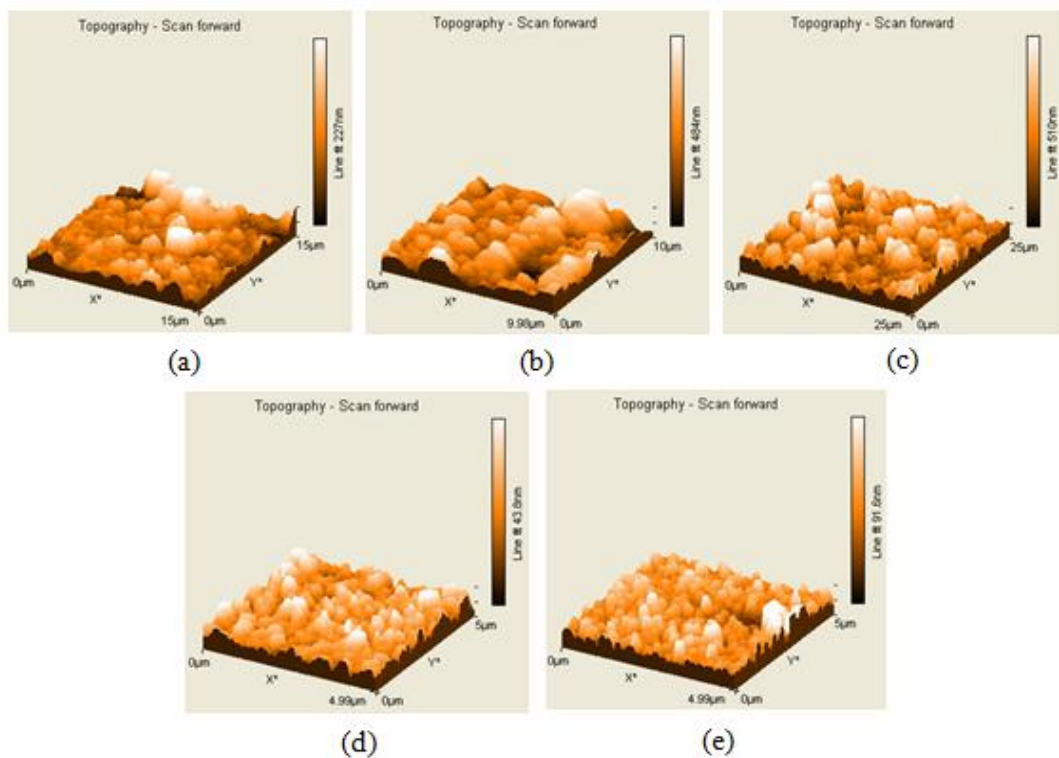
Analisis morfologi permukaan

Lamanya waktu penahanan juga sangat mempengaruhi morfologi permukaan lapisan tipis ZnO yang dideposisi dengan teknik *spin coating*.

Gambar 6 memperlihatkan morfologi permukaan lapisan tipis seng oksida yang dideposisi dengan teknik *spin coating* dan di-*annealing* pada temperatur 700 °C dengan durasi waktu penahanan yang berbeda. Gambar ini diperoleh melalui pengujian dengan AFM. Dari gambar terlihat adanya perubahan morfologi dan tingkat kekasaran (*roughness*) permukaan yang cukup signifikan dengan meningkatnya durasi waktu penahanan. Hal ini mengindikasikan adanya perubahan struktur jaringan yang terbentuk. Pada lapisan yang di *annealing* dengan durasi 50 menit dapat diamati morfologi permukaan yang lebih rata, dengan ukuran granular yang relatif lebih seragam.



Gambar 5. Koefisien absorpsi optik (α) lapisan tipis ZnO yang dideposisi dengan teknik *spin coating* dan di-*annealing* pada temperatur 700 °C dengan waktu penahanan yang berbeda.



Gambar 6. Morfologi permukaan lapisan tipis ZnO yang dideposisi dengan teknik *spin coating* dan di-*annealing* pada temperatur 700 °C dengan durasi waktu penahanan (a) 10 menit, (b) 20 menit, (c) 30 menit, (d) 40 menit, dan (e) 50 menit.

KESIMPULAN

Lapisan tipis seng oksida (ZnO) telah berhasil dideposisi dengan teknik *sol-gel spin coating* menggunakan seng asetat sebagai prekursor yang dilarutkan dalam etanol dan dietilen glikol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi waktu penahanan mempengaruhi morfologi permukaan dan karakteristik optik lapisan tipis ZnO. Respon optik lapisan ZnO bergeser ke arah panjang gelombang yang lebih besar dengan bertambahnya durasi waktu penahanan. Celah pita optik lapisan tipis ZnO menyempit dari 3,69 – 3,61 eV dengan bertambahnya durasi waktu penahanan dari 10 – 50 menit. Durasi waktu penahanan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai koefisien absorpsi optik. Pada lapisan ZnO yang di-*annealing* dengan durasi 50 menit dapat diamati morfologi permukaan yang lebih rata, dengan ukuran granular yang relatif lebih seragam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Asnia, S.Si dan Mirmalita, S.Si yang telah membantu dalam preparasi sampel lapisan tipis. Sebagian dana penelitian ini didukung oleh LPPM Universitas Syiah Kuala melalui Hibah Penelitian Fundamental.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhamed, M., and Abdullah, W. (2010). Structural and Optical Properties of ZnO:Al Films Prepared by the Sol-Gel Method. *Journal of Electron Devices*, Vol. 7, pp. 246-252
- Bachari, E.M., Baud, G., Ben Amor, S., and Jacquet, M. (1999). Structural and optical properties of sputtered ZnO films. *Thin Solid Films*, Vol. 348, pp. 165-172.
- Chen, K.J., Fang, T.H., Hung, F.Y., Ji, L.W., Chang, S.J., Young, S.J., and Hsiao, Y.J. (2008). The Crystallization and Physical Properties of Al-doped ZnO Nanoparticles. *Applied Surface Science*, 254: 5791-5795
- Hoffman, R.L., Norris, B.J., and Wager, J.F. (2003). ZnO-based transparent thin film transistors. *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 82, pp. 733-735.
- Ilican, S., Caglar, Y., and Caglar, M. (2008). Preparation and characterization of ZnO thin films deposited by sol-gel spin coating method. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, Vol. 10, No. 10, pp. 2578 – 2583.
- Jin Ma, Feng Ji, Hong-Lei Ma, Shu-Ying Li, (2000). Preparation and Properties of transparent conducting zinc oxide and aluminium-doped zinc oxide films prepared by evaporating method. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, Vol. 60, pp. 341-348.
- Li, B.S., Liu, Y.C., Chu, Z.S., Shen, D.Z., Lu, Y.M., Zhang, J.Y., and Fan, X.W. (2002). High quality ZnO thin films grown by plasma enhanced chemical vapor deposition. *J. Appl. Phys.* Vol. 91, pp. 501 – 505.
- Afify, H.H., El-Hefnawi, S.H., Eliwa, A.Y., Abdel-Naby, M.M., and Ahmed, N.M. (2005). Realization and Characterization of ZnO/n-Si Solar Cells by Spray Pyrolysis. *Egypt. J. Solids*, Vol. 28, No. 2, pp. 243 – 254.

- Mandalapu, L.J, Xiu, F., Yang, Z, and Liu, J. (2006). UV photoconductors based on Ga-doped ZnO films. *Mater. Res. Soc.Symp.Proc.* Vol. 891.
- Mondal, S., Kanta, K.P., and Mitra, P. (2008). Preparation of Al-doped ZnO (AZO) Thin Film by SILAR. *Journal of Physical Sciences*, Vol. 12, pp. 221-229.
- Norris, B.J., Anderson, J., Wager, J.F., and Keszler, D.A. (2003). Spin-coated zinc oxide transparent transistors. *Journal of Physics D: Applied Physics*, Vol. 36, pp. L105-L107.
- Rahmawati, Evi Yufita, Irhamni, dan Mursal, (2009) : Karakteristik lapisan tipis seng oksida (ZnO) yang dideposisi dengan metode spin coating, *Prosiding Semirata BKS PTN Wilayah Barat*, hal. 206
- Ray, S., Das, R., Barua, A.K. (2002). Performance of double junction a-Si solar cells by using ZnO:Al films with different electrical and optical properties at the n/metal interface. *Solar Energy Materials & Solar cells*, Vol. 74, pp. 387 – 392.
- Shrestha, S.P., Ghimire, R., Nakarmi, J.J., Kim, Y.S., Shrestha, S., Park, C.Y., and Bo, J.J. (2010). Properties of ZnO:Al Films Prepared by Spin Coating of Aged Precursor Solution. *Bull. Korean Chem. Soc.*, Vol. 31, No. 1, pp. 112-115.

Mursal dkk: Pengaruh Waktu Penahanan Terhadap Karakteristik Lapisan Tipis ZnO yang
Dideposisi dengan teknik Sol-gel Spin Coating