PENGARUH KECEPATAN DAN WAKTU PUTAR *SPIN COATING* TERHADAP KETEBALAN LAPISAN TIPIS MATERIAL BERBASIS POLIMER PMMA (*POLYMETHYL METHACRYLATE*)

Azka Sariroh[1], Asnawi[2]

[1] Mahasiswa Prodi S1-Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email : azka.sariroh19@gmail.com
[2] Dosen Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email : asnawi_unesa@yahoo.co.id

Abstrak

Untuk mencapai ketebalan yang optimal dari lapisan tipis material polimer, kami mencoba membuat lapisan tipis Polymethyl Methacrylate (PMMA). *Spin coating* sebagai salah satu metode yang digunakan untuk membuat lapisan tipis dengan aplikasi ke depan sebagai pandu gelombang optik. Lapisan tipis Polymethyl Methacrylate diendapkan pada substrat kaca dengan teknik *spin coating*. Struktur lapisan tipis dipastikan terbentuk pada subtrat kaca pada kecepatan putar mulai dari 1000 – 3000 rpm dengan waktu putar 30, 60 dan 90 detik. Ukuran ketebalan lapisan tipis diperkirakan ≈82.8 - 81.2 nm dari analisis Elipsometer. Studi properti lapisan tipis berbasis bahan polimer ini menunjukkan nilai ketebalan film tipis ini mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kecepatan dan waktu putar *spin coating*. Jadi penelitian menunjukkan bahwa lapisan tipis Polymethyl Methacrylate pada subtrat kaca bisa menjadi bahan yang sesuai untuk digunakan dalam pengembangan pandu gelombang optik.

Kata Kunci : Lapisan tipis, Ketebalan, PMMA.

Abstract

We tried to make a thin film of Polymethyl Methacrylate (PMMA) to achieve the optimum thickness of the polymeric thin film. Spin coating as one of the methods used to create a thin film with the application forward as an optical waveguide. A thin film of Polymethyl Methacrylate is deposited on a glass substrate by a spin coating technique. Thin film structures are ensured to form on glass substrate at a rotational speed ranging from 1000 - 3000 rpm with 30, 60 and 90 second rotation times. The size of the thin film thickness is estimated to be ≈82.8 - 81.2 nm from the Ellipometer analysis. The study of the polymer-based thin film properties shows the value of thin film thickness is decreased with increasing spin coating speed and spin time. So research shows that a thin layer of Polymethyl Methacrylate on glass substrate could be an appropriate material for use in the development of optical waveguides.

Keywords : Thin film, thickness, PMMA

PENDAHULUAN

Teknologi optik merupakan salah satu faktor penting dalam perkembangan komunikasi, salah satunya adalah teknologi lapisan tipis. Pada bidang optik, lapisan tipis digunakan untuk membuat lensa anti refleksi, cermin reflektor, kaca pelindung cahaya, perlengkapan kamera, pandu gelombang, dan sebagainya. Dari berbagai kegunaan tersebut, pandu gelombang memiliki peranan penting dalam perkembangan teknologi komunikasi (Santoso, 2016).

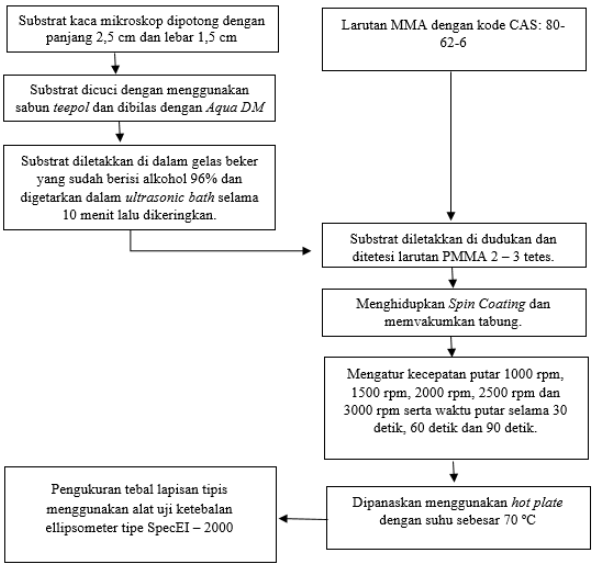
Lapisan tipis dalam piranti optik tersusun dari substrat dan pelapis yang berbeda, tergantung dari penggunaannya. Secara umum, substrat yang digunakan adalah kaca, sebagai alternatif bahan yang murah dan mudah didapatkan, sedangkan pelapis yang digunakan bermacam – macam, salah satu bahan yang dapat dijadikan lapisan tipis adalah polymethyl methacrylate (PMMA). PMMA sering digunakan pada biomaterial di bidang kesehatan dan beberapa sistem optik, yaitu pada pembuatan contact lens (Abdelrazek, dkk., 2016). PMMA memiliki transparansi yang baik, yaitu mencapai 96 % serta dapat mentransmisikan cahaya tampak sampai 93 % (Channei, dkk., 2016).

Dalam pembuatan lapisan tipis, salah satu metode yang digunakan adalah metode *spin coating* yaitu metode penumbuhan lapisan tipis pada substrat dengan cara meneteskan cairan ke pusat substrat yang diputar (Santoso, 2016). Prinsip dari metode ini adalah dengan meneteskan suatu lapisan tipis berindeks bias lebih tinggi di atas substrat yang berindeks bias lebih rendah. Proses ini akan menghasilkan lapisan tipis pemandu gelombang di antara daerah berindeks bias rendah, yaitu substrat dan udara (Crawford, 1998). Secara umum, proses *spin coating* terbagi menjadi empat tahapan, yaitu: deposisi, *spin up*, *spin off* dan penguapan pelarut (Parija, 2009).

Pada penelitian ini, akan dibuat lapisan tipis satu lapis dengan teknik *spin coating* dan substrat yang digunakan adalah kaca mikroskop slide dengan kode 7101 serta pelapis berupa bahan PMMA. Analisis dari lapisan tipis PMMA ini adalah dengan mengukur ketebalan menggunakan alat uji elipsometer.

METODE

A. Rancangan Penelitian



Gambar 1. Bagan penelitian pembuatan lapisan tipis PMMA dengan teknik *spin coating.*

B. Variabel Operasional Penelitian

Definisi operasional menyangkut definisi yang digunakan dalam penelitian. Tiga variabel operasional dalam penelitian skripsi ini adalah variabel manipulasi, variabel respons, dan variabel kontrol. Variabel manipulasi adalah kecepatan putar *spin coating* (rpm) yaitu 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm , 2500 rpm dan 3000 rpm serta waktu putar *spin coating* yaitu 30 detik, 60 detik dan 90 detik. Variabel respon adalah ketebalan lapisan tipis (nm). Variabel kontrol adalah viskositas dan konsentrasi larutan MMA dan substrat yang digunakan adalah kaca .

C. Peralatan Penelitian

Adapun beberapa peralatan penelitian yang menunjang adalah sebagai berikut :

1. Peralatan pelapisan (*spin coating*)
   Alat yang digunakan untuk proses pelapisan adalah *spin coating* yang dilengkapi oleh:
   - Kompresor vakum yang berfungsi untuk memvakumkan ruang tabung hingga mencapai 0,08 mPa dan menyedot substrat kaca agar tidak jatuh saat proses pemutaran berlangsung.
   - *Specimen holder* atau dudukan sampel sebagai tempat specimen.
   - Motor sebagai pemutar
   - Pengatur kecepatan putar RPM, *timer* dan pengatur tekanan
   Bagan peralatan dapat dilihat pada gambar 2

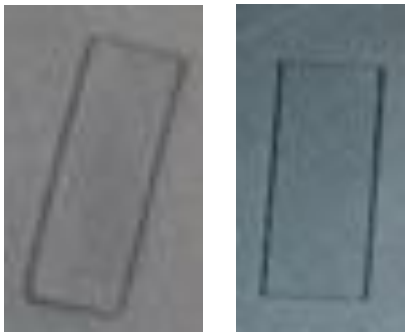
2. Satu set peralatan *Ellipsometer*
   Ellipsometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur ketebalan sebuah lapisan tipis. Prinsip kerja ellipsometer adalah mengukur perubahan keadaan polarisasi suatu sinar yang sudah terpolarisasi bila mengalami pemantulan. Keadaan polarisasi ditentukan oleh hubungan fase dan amplitudo antara kedua komponen vektor medan listrik, yaitu komponen gelombang yang tegak lurus dengan sejajar bidang jauh (David, 2012).
   Peralatan ini digunakan untuk mengamati ketebalan yang dilengkapi dengan:
   1. Satelit 1 (pengirim modul , polarisator)
   2. Satelit 2 (penerima modul, penganalisis)
   3. Tempat sampel
   4. Tombol power ON/OFF (hanya untuk sumber cahaya SpecEI)

Gambar 3 Ellipsometer SpecEI-2000 (Ron Synowicki, 2012)

3. Pemotong kaca digunakan untuk memotong substrat mikroskop *slides* dengan panjang 2,5 cm dan lebar 1 cm.
4. Kertas amplas (kertas gosok) ukuran kekerasan 150-2000 berfungsi untuk menghaluskan sisi samping kaca (substrat) supaya lebih mudah ketika dilakukan analisa ketebalan lapisan, proses ini dilakukan sebelum substrat dilapisi. Disisi lain pengalusan ini juga akan mempermudah pemanduan gelombang cahaya ketika dilewatkan pada lapisan film.
5. Timbangan digital jenis explorer OHAUS digunakan untuk mengukur berat serbuk SnO_2 yang dipergunakan dalam eksperimen.
6. Satu set *ultrasonic bath* berfungsi untuk merontokkan kotaran atau lemak yang menempel pada kaca substrat mikroskop *slides* sebelum dilapisi.

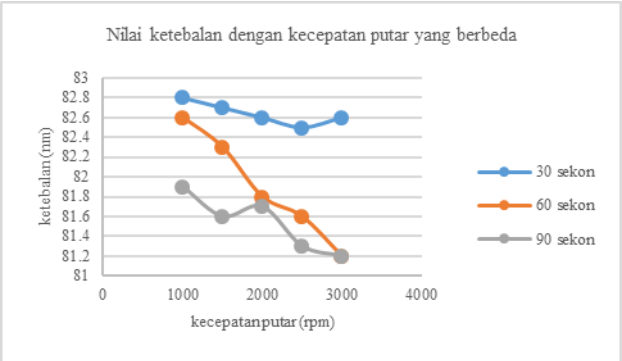
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil fabrikasi lapisan tipis yang telah dilakukan dengan menggunakan *spin coting*, terlihat seprti gambar berikut.

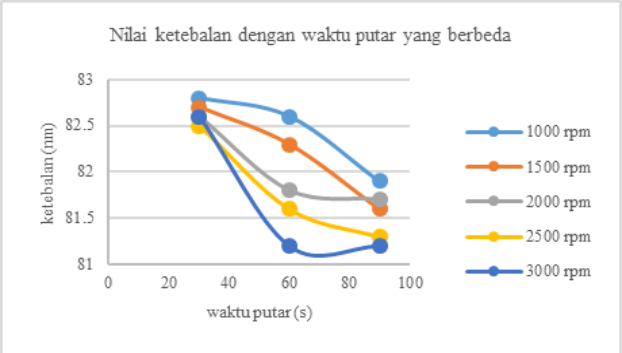


Gambar 4. Hasil fabrikasi lapisan tipis PMMA menggunakan *spin coating*.

Untuk menentukan ketebalan lapisan tipis PMMA menggunakan alat *Ellipsometer SpecEI-2000*. Pengukuran ketebalan sangat akurat antara 1nm (10Å) sampai sekitar 10µm dengan resolusi 0,1nm (1Å) (Ron synowicki, 2012). Berikut adalah hasil pengukuran lapisan tipis PMMA.



Gambar 5. Grafik nilai ketebalan lapisan tipis PMMA dengan kecepatan putar yang berbeda



Gambar 6. Grafik nilai ketebalan lapisan tipis PMMA dengan waktu putar yang berbeda.

Fabrikasi lapisan tipis PMMA di atas substrat kaca dengan metode *spin coating* sudah dilakukan. Beberapa perlakuan dapat memberikan hasil ketebalan lapisan tipis yang berbeda pula. Dalam penelitian ini, dari lima belas sampel menghasilkan ketebalan lapisan tipis yang berbeda. Adanya perbedaan ketebalan karena perbedaan waktu putar dan kecepatan putar pada saat pelapisan dengan teknik *spin coating*. Semakin lama waktu putar *spin coating*, semakin kecil nilai ketebalan lapisan tipis. Hal ini karena semakin lama *spin coating* berputar, larutan akan semakin menyebar dan merata yang mengakibatkan ketebalan semakin kecil. Begitu pula dengan kecepatan putar, semakin besar kecepatan putar *spin coating*, semakin kecil nilai ketebalan lapisan tipis. Hal ini karena semakin cepat *spin coating* berputar, larutn akan semakin menyebar dengan cepat yang menjadikan nilai ketebalan lapisan tipis semakin kecil.

Seperti terlihat pada Gambar 5, menunjukkan semakin besar kecepatan putar *spin coating*, semakin kecil nilai ketebalan yang dihasilkan. Nilai ketebalan pada kecepatan putar 2500 rpm dengan waktu putar 30 detik terjadi penurunan yaitu 82,5 nm, namun ketebalan pada kecepatan 3000 rpm dengan waktu putar 30 detik nilai ketebalan mengalami kenaikan menjadi 82,6 dan menjadikan grafik yang turun menjadi naik lagi. Begitu juga dengan sampel lapisan tipis pada kecepatan 1500 rpm dengan waktu 90 detik mengalami penurunan yaitu 81,6 nm, tetapi pada kecepatan 2000 rpm waktu 90 detik ketebalan mengalami kenaikan menjadi 81,7 nm. Dan pada kecepatan 2500 rpm waktu 90 detik mengalami penurunan lagi menjadi 81,3 yang menjadikan grafik naik turun. Adapun pada Gambar 6 terlihat bahwa semakin lama waktu putar *spin coating* akan menghasilkan ketebalan lapisan tipis yang semakin kecil. Hasil yang diperoleh sudah sesuai dengan teori.

Nilai ketebalan lapisan tipis yang naik turun dengan kecepatan putar dan waktu putar yang berbeda dapat terjadi karena volume penetesan larutan pada substrat tidak sama yang menjadikan nilai ketebalan naik turun. Selain itu, hal ini dapat juga disebabkan lapisan yang telah diteteskan pada substrat tidak segera diputar yang menjadikan larutan mengering, sehingga nilai ketebalan sedikit berbeda. Perbedaan nilai ketebalan yang dihasilkan juga dapat terjadi karena adanya faktor yang mempengaruhi keberhasilan selama proses *spin coating*, yaitu penyebaran fluida, proses pemutaran, aliran fluida dan penguapan disertai pengeringan. Selain empat faktor tersebut nilai ketebalan lapisan tipis juga dipengaruhi oleh viskositas dan konsentrasi dari larutan yang dipakai.

SIMPULAN

Dari penelitian fabrikasi lapisan tipis PMMA dengan teknik *spin coating* dapat disimpulkan bahwa nilai ketebalan lapisan tipis diperkirakan ≈82.8 - 81.2 nm dari analisis Elipsometer. Studi properti lapisan tipis berbasis bahan polimer ini menunjukkan nilai ketebalan film tipis mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kecepatan dan waktu putar *spin coating*. Jadi penelitian menunjukkan bahwa lapisan tipis Polymethyl Methacrylate pada subtrat kaca bisa menjadi bahan yang sesuai untuk digunakan dalam pengembangan pandu gelombang optik.

SARAN

Dalam penelitian ini masih banyak kekurangan sehingga belum sempurna. Perlu adanya perbaikan untuk penelitian selanjutnya yaitu pada :

1. Metode pembuatan lapisan tipis digunakan peralatan yang mempunyai spesifikasi tinggi agar lapisan tipis yang dihasilkan akan semakin rata seperti metode *Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition* (***PECVD***).
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat ditambah dengan uji untuk mencari indeks bias dari larutan PMMA.

DAFTAR PUSTAKA

Abdelrazek, E. M., Hezma, A. M., El-khodary, A., & Elzayat, A. M. (2016). Spectroscopic studies and thermal properties of PCL / PMMA biopolymer blend. Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(1), 10–15.http://doi.org/10.1016/j.ejbas.2015.06.001

Aras, G., Orhan, E., Selçuk, A. B., Ocak, S. B., & Ertu, M. (2015). Dielectric Properties of Al / Poly (methyl methacrylate) (PMMA)/ p-Si Structures at Temperatures Below 300 K, 195, 1740–1745. http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.295

Channei, D., Nakaruk, A., Phanichphant, S., Koshy, P., & Sorrell, C. C. (2013). Cerium Dioxide Thin Films Using Spin Coating. Journal of Chemistry, 2013,0–4.http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1155/2013/579284

Crawford, R. J. (1998). Plastics Engineering (3rd ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.

Hidayati, Y. N., Yudoyono, G., & Rohedi, A. Y. (2013). Sensor Temperatur menggunakan Pandu Gelombang Slab Berbahan Polymethyl Methacrylate (PMMA) Sebagai Hasil Fabrikasi dengan Metode Spin Coating, 2(2).

Hosseini, A. (2014). Fabrication and characterization of spin-coated TiO 2 films, 60(May),191–198.http://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.12.332

Parija, B., & Panigrahi, S. (2009). Fundamental understanding and modeling of spin coating process : A review, 83, 493–502

Rofianingrum, M. Y., Yudoyono, G., & Rohedi, A. Y. (2013). Studi tentang Pemanfaatan Pandu Gelombang Slab berbasis Polymethyl Methacrylate (PMMA) Hasil Fabrikasi dengan Teknik Spin Coating sebagai Alat Ukur Massa, 2(1), 50–52.

Ron synowicki.2012. "*Spectroscopic Ellipsometry Analysis of Opaque Gold Film for Epner Technology"*. David Epner, Robert Bruggema. Epner Technology, Inc. 78 Kingsland Avenue Greenport, NY 11222. US.

Santoso. (2016). Rancang Bangun Alat Ukur Ketebalan Lapisan Tipis dengan Prinsip Kapasitif. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim