



Analisa ketebalan lapisan menggunakan Spectroscopic Ellipsometry (SE) pada Cu, Mo, dan Zn yang dideposisikan dipermukaan substrat silikon dan substrat kaca

UMMU KULTSUM^{1*}, ROBI KURNIAWAN²

¹Laboratorium Mineral dan Material Maju, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5, Kota Malang, Indonesia; ²Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5, Kota Malang, Indonesia

<p>Kata kunci: elipsometer, magnetron sputtering, ketebalan, lapisan tipis</p>	<p>ABSTRAK: Penelitian ini dilakukan untuk analisa ketebalan lapisan tipis pada substrat Silicon (Si) dan substrat kaca. Lapisan dideposisikan menggunakan alat DC Magnetron Sputtering dengan target yang berbeda yaitu Tembaga (Cu), Molibdenum (Mo) dan Seng (Zn) dalam suasana gas Argon (Ar) yang dialirkan dengan kecepatan 40 sccm, tekanan 1 Pa, dan daya 100W. Ketebalan lapisan tiap target diukur menggunakan alat Spectroscopic Ellipsometry SpecEI-2000 dengan panjang gelombang 191–1690 nm dan diperoleh nilai ketebalan untuk Cu antara 19.14–51.45 nm, Mo antara 27.08–42.19 nm dan Zn antara 10.22–88.45 nm. Dari hasil XRD juga menunjukkan bahwa puncak difraksi substrat Si dan substrat kaca masih terbaca dan menunjukkan 1 puncak utama dari target Cu yaitu pada posisi puncak $2\theta=43.2^\circ$, target Mo pada posisi puncak $2\theta=40.3^\circ$ dan target Zn pada posisi puncak $2\theta=44.9^\circ$.</p>
<p>Keywords: ellipsometry, magnetron sputtering, thickness, thin film</p>	<p>ABSTRACT: This research has been carried out to analyze the thin films thickness on Silicon (Si) and glass substrates. The thin film was deposited by DC Magnetron Sputtering using different targets; Copper (Cu), Molybdenum (Mo) and Zinc (Zn) in Argon (Ar) atmosphere with the gas flow rate is 40 sccm, the Pressure is 1 Pa and the Power is 100W. The thin films thickness of each target was measured using a Spectroscopic Ellipsometry SpecEI-2000 with a wavelength of 191–1690 nm and obtained the thin film thickness values for Cu 19.14–51.45 nm, Mo 27.08–42.19 nm and Zn 10.22–88.45 nm. The XRD results have shown that the diffraction peaks of the Si and glass substrates are still detectable, revealing a main peak from the Cu target at a 2θ position of 43.2°, the Mo target at a 2θ position of 40.3°, and the Zn target at a 2θ position of 44.9°.</p>

1 PENDAHULUAN

Lapisan tipis memiliki banyak manfaat dalam perkembangan teknologi material. Lapisan tipis banyak digunakan sebagai pelapis bahan untuk meningkatkan sifat yang dimiliki seperti anti korosi, persiapan fabrikasi material baru, meningkatkan teknologi dalam bidang optik. Karena banyak digunakan di berbagai teknologi, fabrikasi lapisan tipis telah banyak dikembangkan oleh para peneliti untuk mendapatkan kualitas lapisan tipis yang terbaik. Fabrikasi lapisan tipis telah banyak dilakukan menggunakan beberapa metode, yaitu metode spray sederhana [1], *spin coating* [2], PILAR [3], dan Magnetron Sputtering [4], [5], [6], [7]. Diantara berbagai teknik deposisi lapisan tipis, metode Magnetron sputtering banyak digunakan oleh para peneliti karena metode ini tidak membutuhkan suhu tinggi

sehingga dapat mencegah kerusakan pada substrat yang digunakan [4]. Magnetron sputtering juga memiliki kelebihan yaitu sifat lapisan tipis dapat dikontrol dan dimodifikasi dengan mengubah parameter seperti temperatur disuhu rendah, waktu deposisi, tekanan *chamber*, dan tegangan yang digunakan. Dari hasil deposisi lapisan akan diperoleh sampel dengan ketebalan tertentu, sehingga selanjutnya bisa dilakukan pengukuran menggunakan Spectroscopic Ellipsometry atau yang dikenal dengan alat Elipsometer.

Elipsometer adalah suatu alat yang digunakan untuk pengukuran sifat-sifat optik dari suatu media [8]. Sifat optik yang dapat diukur adalah ketebalan lapisan tipis [9], parameter index bias, koefisien serapan, dan lain-lain dari medium yang dikenainya [8]. Elipsometer menggunakan cahaya terpolarisasi

* Corresponding Author: kultsum@um.ac.id

untuk mengkarakterisasi film tipis [10] dimana perubahan polarisasi diukur setelah memantulkan cahaya dari permukaan [11]. Perubahan polarisasi yang terbentuk menunjukkan fase dari cahaya yang dipantulkan oleh sampel. Ketebalan lapisan tipis yang terbaca menggunakan Elipsometer memiliki keakuratan hingga 0.01 nm sehingga pengukuran menggunakan elipsometer akan menghasilkan data yang lebih akurat.

2 BAHAN DAN METODE

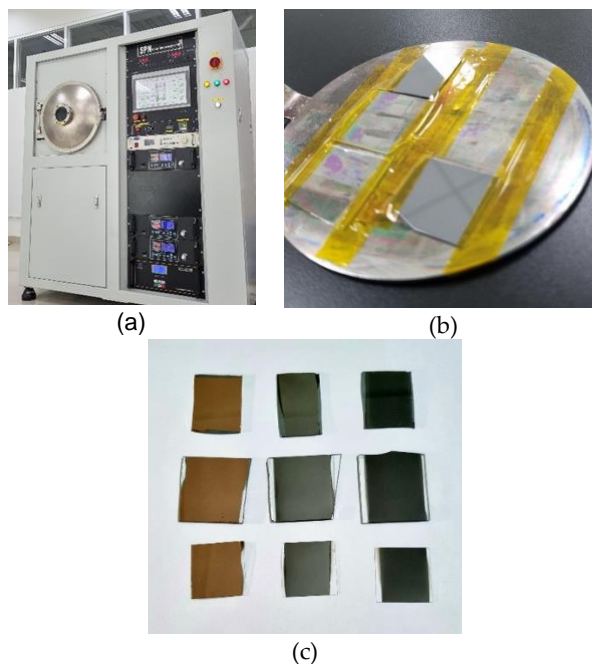
Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan lapisan tipis ini yaitu substrat silikon dan substrat kaca sebagai media, target Cu, Mo, dan Zn yang dipotong dengan diameter 6cm sebagai target dan gas Argon UHP (kemurnian 99,99%) yang digunakan sebagai gas pembawa dalam proses sputtering.

Target Cu, Mo dan Zn dideposisikan pada substrat Si (100) dan substrat kaca menggunakan teknik DC Magnetron Sputtering dengan dialiri gas Argon (Ar) UHP (kemurnian 99,99%). Chamber sputtering di vakum hingga mencapai 1.1×10^{-3} Pa sebelum dialiri gas Ar. Gas Ar dialirkan dengan kecepatan 40 sccm, tekanan 1 Pa, dan daya 100W menggunakan DC power. Holder substrat dan target memiliki jarak 20cm. Waktu sputtering dilakukan selama 1 jam untuk tiap target sehingga memiliki ketebalan lapisan yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada tabel 1. Elipsometer digunakan untuk menghitung ketebalan lapisan dengan panjang gelombang yang digunakan yaitu 191-1690 nm dan sudut datangnya yaitu 70° .

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan lapisan tipis ini adalah DC Magnetron Sputtering (High Vacuum Confocal Sputtering System, merk SPN, type VS-450) di Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Malang. Alat karakterisasi yang digunakan adalah Elipsometer (merk Micropack, type SpecEI-2000), XRD (merk PANalytical, type X'Pert PRO), dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) (merk FEI, type Inspect-S50) dilakukan di Laboratorium Mineral dan Material Maju FMIPA Universitas Negeri Malang.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil proses sputtering lapisan tipis yang telah dilakukan menggunakan DC Magnetron Sputtering, terlihat seperti gambar 1.

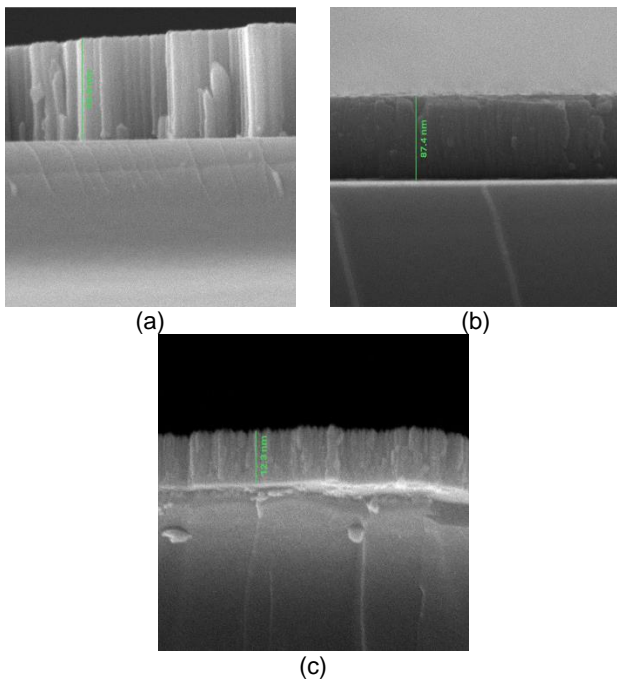


Gambar 1. (a) Alat Magnetron Sputtering, (b) Substrat Silikon dan kaca sebelum Sputtering, dan (c) Substrat Silikon dan kaca setelah Sputtering

Untuk menentukan ketebalan lapisan tipis dilakukan pengukuran menggunakan alat Elipsometer *SpecEI-2000* dengan panjang gelombang 191–1690 nm dan diperoleh nilai ketebalan seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 yaitu untuk target Cu memiliki ketebalan 19.14-51.45 nm, target Mo 27.08-42.19 nm dan target Zn 10.22-88.45 nm.

Tabel 1. Tabel ketebalan lapisan tipis hasil analisa menggunakan Elipsometer

Substrat	Target	Kode Sampel	Ketebalan Lapisan (nm)
Silikon	Cu	Si-Cu	19.14 ± 0.795
	Mo	Si-Mo	42.19 ± 1.456
	Zn	Si-Zn	88.45 ± 1.392
Kaca	Cu	KP-Cu	21.58 ± 2.934
	Mo	KP-Mo	27.08 ± 2.948
	Zn	KP-Zn	10.22 ± 1.292
Cover Glass	Cu	CG-Cu	51.45 ± 3.610
	Mo	CG-Mo	36.85 ± 3.761
	Zn	CG-Zn	11.41 ± 2.478



Gambar 2. Hasil uji SEM substrat kaca (a) target Cu, (b) target Mo, dan (c) target Zn

Tabel 2. Tabel ketebalan lapisan tipis hasil analisa menggunakan SEM pada substrat kaca

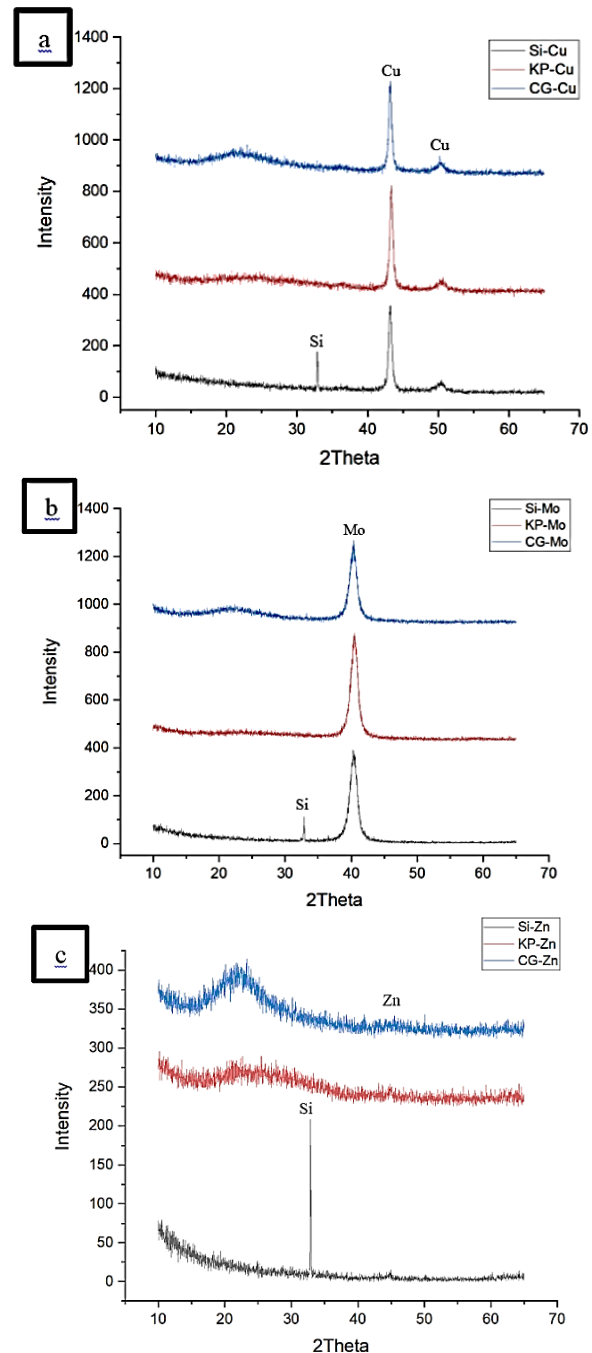
Substrat	Target	Kode Sampel	Ketebalan Lapisan (nm)
Kaca	Cu	KP-Cu	45.8
	Mo	KP-Mo	87.4
	Zn	KP-Zn	12.3

Gambar 2 dan Tabel 2 merupakan hasil uji SEM yang bertujuan untuk membandingkan hasil nilai ketebalan lapisan yang terbentuk dari analisa menggunakan Elipsometer. Uji SEM dilakukan pada sampel substrat kaca dan ketebalan lapisan yang terbentuk pada target Cu memiliki nilai 45.8 nm, target Mo 87.4 nm dan target Zn 12.3 nm. Hal ini dapat dikatakan bahwa ketebalan lapisan yang terbentuk pada sampel berupa lapisan tipis (*thin film*) karena ukurannya masih dalam ukuran nanometer (nm).

Berdasarkan gambar 3, hasil uji XRD menunjukkan 1 puncak utama dari target Cu yaitu pada sudut $2\theta=43.2^\circ$, target Mo pada sudut $2\theta=40.3^\circ$ dan target Zn pada sudut $2\theta=44.9^\circ$. Pada Gambar 3 (c) juga terlihat bahwa puncak difraksi juga terbentuk pada sudut $2\theta=32.8^\circ$ yang menunjukkan puncak difraksi dari Silikon sedangkan pada substrat kaca dan *cover glass* terbentuk fase amorf. Hal ini dapat disimpulkan bahwa bahan yang dideposisikan pada substrat Silikon, kaca, dan *Cover Glass* sangat tipis.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis dapat disimpulkan bahwa lapisan tipis yang terbentuk pada proses sputtering sangat tipis dan masih dalam ukuran nanometer (nm). Hal ini didukung dengan data uji SEM dan XRD yang menunjukkan bahwa puncak difraksi substrat Silikon dan kaca masih terbentuk begitupun puncak difraksi dari Cu, Mo, dan Zn.



Gambar 3. Hasil uji XRD (a) target Cu, (b) target Mo, dan (c) target Zn

Acknowledgement

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Malang yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui dana internal UM Tahun Anggaran 2023 dengan nomor kontrak 5.4.917/UN32.20.1/LT/2023.

REFERENSI

- [1] E. Andrade and M. Miki-Yoshida, "Growth, structure and optical characterization of high quality ZnO thin films obtained by spray pyrolysis," *Thin Solid Films*, vol. 350, no. 1–2, pp. 192–202, 1999.
- [2] A. SARIROH, "Pengaruh Kecepatan dan Waktu Putar Spin Coating Terhadap Ketebalan Lapisan Tipis Material Berbasis Polimer Pmma (Polymethyl Methacrylate)," *J. Inov. Fis. Indones. IFI*, vol. 7, no. 1, 2018, Accessed: Sep. 25, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-fisika-indonesia/article/view/22177>
- [3] A. Raidou *et al.*, "Characterization of ZnO thin films grown by SILAR method," *Open Access Libr. J.*, vol. 1, no. 3, pp. 1–9, 2014.
- [4] M. Rasheed and R. Barillé, "Room temperature deposition of ZnO and Al: ZnO ultrathin films on glass and PET substrates by DC sputtering technique," *Opt. Quantum Electron.*, vol. 49, pp. 1–14, 2017.
- [5] N. Benito, D. Díaz, L. Vergara, R. E. Galindo, O. Sánchez, and C. Palacio, "An XPS and ellipsometry study of Cr–O–Al mixed oxides grown by reactive magnetron sputtering," *Surf. Coat. Technol.*, vol. 206, no. 6, pp. 1484–1489, 2011.
- [6] V. Chitanov *et al.*, "Ellipsometric characterization of CrTiAlN coating deposited at low temperatures by unbalanced magnetron sputtering," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, 2020, p. 012035. Accessed: Sep. 25, 2024. [Online]. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1492/1/012035/meta>
- [7] E. N. Irawan *et al.*, "Fabrication and Performance Analysis of AZO and MCCO as Thin Film-Thermoelectric Generator Materials," *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. ENERGY*, vol. 6, no. 2, pp. 196–207, 2022.
- [8] R. W. Collins, "Ellipsometry," in *digital Encyclopedia of Applied Physics*, 1st ed., Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Ed., Wiley, 2004. doi: 10.1002/3527600434.eap131.pub2.
- [9] U. P. Fringeli and J. C. Lindon, "Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry." Academic Press, London, 2000.
- [10] D. Epner and R. Bruggemann, "Spectroscopic Ellipsometry Analysis of Opaque Gold Film for Epner Technology," 2012, Accessed: Sep. 25, 2024. [Online]. Available: https://www.epner.com/wp-content/uploads/2009/06/Epner-Gold-Report_Sept-2012.pdf
- [11] J. A. Woollam and P. G. Snyder, "Fundamentals and applications of variable angle spectroscopic ellipsometry," *Mater. Sci. Eng. B*, vol. 5, no. 2, pp. 279–283, 1990.