

EFEK MAGNETO OPTIS PADA LAPISAN TIPIS (ZnO)**Muhamad Adi, K. Sofjan Firdausi, Wahyu Setia Budi**

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Diponegoro

ABSTRACT

The magneto optics phenomenon on a thin film has been observed using Michelson Interferometer. The transparent materials used in the experiment is a cover glass (thickness of 1 mm) coated by the thin film ZnO (Zincite) in 54 μm of thickness. An external magnetic field which is applied to the transparent materials is in the order of 184,95 mT obtained by a coil inserted by a soft magnet and given by the alternating current. To obtain the change of refractive index, an Michelson Interferometer has been used using He-Ne laser with $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ and output power of 1 mW. The change of phase or refractive index of ZnO is very clearly shown by the increasing of number of fringes as the magnetic fields increases. The order of the linear coefficient magneto optics is 10^{-10} m/V indicates that it is very reactive to a external applied field.

Keywords: Michelson Interferometer, Non-linear Optics, Refraction Index and Linear Magneto-optic Coefficients

INTISARI

Telah dilakukan pengamatan efek magnetooptis pada lapisan tipis menggunakan Interferometer Michelson. Bahan yang digunakan adalah kaca preparat dengan ketebalan 1 mm dan lapisan tipis ZnO (Zincite) dengan ketebalan 54 μm . Medan magnet luar yang diberikan pada bahan transparan mencapai orde 184,95 mT pada kumparan yang telah diberikan suatu soft magnet dan dibangkitkan dengan mengalirkan arus bolak-balik. Untuk mengetahui perubahan indeks bias yang terjadi dilakukan dengan interferometer Michelson. Sinar laser yang digunakan adalah sinar laser He-Ne dengan $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ dan daya keluaran 1 mW. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa setelah bahan transparan mendapat pengaruh medan magnet, maka terjadi perubahan indeks bias pada bahan tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan kerapatan frinji setelah terpengaruh medan magnet luar. Semakin besar medan magnet yang diberikan maka semakin besar indeks biasnya. Nilai koefisien magnetooptis linier dalam orde 10^{-10} m/V menunjukkan bahwa ZnO sangat responsif terhadap medan luar.

Kata kunci: Interferometer Michelson, Optika Nonlinier, Indeks Bias dan Koefisien Linier Magneto-optis

PENDAHULUAN

ZnO (Zincite) merupakan zat padat berupa serbuk *heksagon/amorf* yang putih jika dingin, kuning jika panas, pahit dan tidak bau. Oksida *amfoter* ini sulit larut dalam alkohol/air, tapi larut dalam garam-garam ammonium, asam atau basa dan tidak beracun. ZnO digunakan sebagai *reagen*, zat penetral, zat pelindung kulit, di pabrik-pabrik kosmetik dan sebagainya [1].

ZnO merupakan kristal senyawa ionik terdiri atas kation-kation dan anion-anion yang tersusun secara teratur dan berulang (periodik). Pola susunan yang teratur dan berulang dari ion-ion yang

terdapat dalam suatu kristal menghasilkan kisi kristal dengan bentuk stuktur yang tertentu. ZnO mempunyai kisi kristal dengan struktur *wurtzit* [2].

Seng oksida adalah semikonduktor dengan energi gap yang besar. Film tipis dari oksida logam mempunyai banyak aplikasi, seperti *surface acoustic wave devices (SAW)*, *bulk acoustic wave devices (BAW)*, *acoustic-optic devices* (alat optik akustik), *micro-electromechanical systems (MEMS)*, *band pass filters*, *optical waveguide* (penunjuk gelombang optik) dan deflektor laser menggunakan sifat piezoelektrik dan piezooptik [3].

Dalam studi awal [4-5], dengan teknik Interferometer Michelson, diperoleh kesimpulan bahwa teknik tersebut dapat diperluas untuk sensor, meskipun medan magnet yang digunakan hanya beberapa puluh gauss. Hasil tersebut diperkuat oleh Anis Nila Kusuma [6] dengan pengamatan efek elektro optis dan Fahrurazi [7] dengan efek magneto optis untuk bahan kaca akuarium, akrilik, dan preparat. Dalam penelitiannya didapatkan perubahan indeks bias yang disebabkan oleh kenaikan medan magnet atau listrik mengikuti pola yang tertentu sesuai dengan sifat ada tidaknya kristal dalam material tersebut.

Dalam penelitian ini, selain mengkaji perubahan indeks bias setelah dikenai medan magnet luar juga akan ditentukan nilai koefisien linear magneto optis dari bahan transparan. Bahan yang digunakan adalah lapisan tipis ZnO yang menempel pada kaca preparat.

METODE PENELITIAN

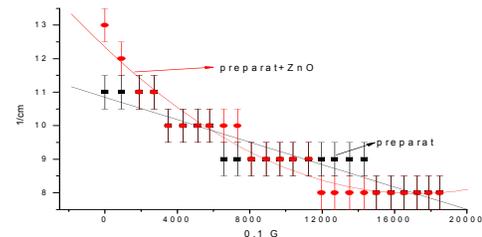
Secara teknis, metode penelitian ini merujuk pada ref. [7] dengan sumber cahaya yang digunakan adalah sinar laser Helium Neon dengan panjang gelombang 632,8 nm. Dari penelitian, perubahan fase antara kedua cahaya yang berinterferensi dengan melihat adanya perubahan atau pengurangan jumlah cincin interferensi setelah dikenai medan magnet luar. Pengambilan data untuk jumlah cincin interferensi tiap satuan jari-jari dilakukan pada daerah 4,7 cm dari pusat frinji dan ralat saat penghitungan jumlah cincin interferensi sebesar $\pm 0,5$. Data pengukuran perubahan jumlah cincin interferensi (Δm) karena pengaruh medan magnet (B) untuk ZnO diambil dari selisih Δm pada kaca preparat dilapisi ZnO dengan Δm pada kaca preparat dan ralat pengukuran sebesar ± 1 . Ketebalan lapisan tipis ZnO dapat diketahui dengan menggunakan alat Precision Interferometer, dengan mengetahui hubungan antara perubahan sudut datang laser yang mengenai bahan dengan jumlah

cincin interferensi yang hilang (masuk atau keluar). Perhitungan untuk lapisan tipis ZnO sudah terkoreksi dari pengambilan data untuk kaca preparat dan kaca preparat dilapisi ZnO.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perubahan Kerapatan Frinji

Secara kualitatif, perubahan fase atau perubahan indeks bias terhadap medan yang dikenakan ditunjukkan oleh berkurangnya pola frinji, atau bertambahnya tebal frinji, seperti terlihat pada grafik berikut.



Gambar 1 Grafik hubungan antara medan magnet luar B terhadap kerapatan cincin interferensi pada kaca preparat, kaca preparat dilapisi ZnO.

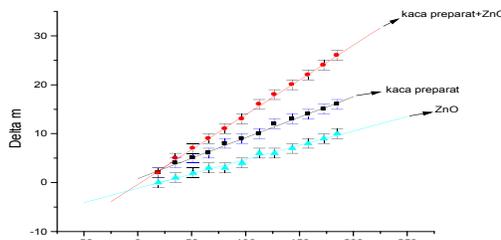
Dari gambar 1, untuk bahan transparan kaca preparat dilapisi ZnO pada setiap penambahan medan magnet luar B , tingkat kecuraman grafik meningkat lebih besar bila dibandingkan dengan kaca preparat. Hal ini disebabkan karena lapisan tipis ZnO mempunyai lintasan optik yang lebih lebar bila dibandingkan dengan kaca preparat. Selain itu di dalam ZnO terdapat ion-ion yang lebih elektrolit serta lebih reaktif daripada kaca preparat. Akibatnya, pengurangan jumlah frinji muncul karena adanya pengurangan beda fase antara kedua cahaya yang berinterferensi. Berkurangnya beda fase berkaitan dengan pengurangan beda lintasan optik. Dalam penentuan tebal lapisan tipis ZnO dengan menggunakan Precision Interferometer diperoleh ketebalan lapisan tipis ZnO sekitar 54 μm .

Untuk kondisi medan magnet yang berbeda, bentuk cincin interferensi juga mengalami perubahan. Perbedaan tersebut dapat diamati pada tebal frinji dan jarak antara terang satu dengan terang yang lain.

Hal ini disebabkan karena pada saat medan magnet bekerja, ion-ion pada bahan akan terkutub, sehingga kondisi ini akan menyebabkan kedua cahaya yang saling berinterferensi akan lebih sefase. Sesuai dengan yang diungkapkan pada dasar teori bahwa apabila cahaya semakin sefase, maka beda lintasan optisnya akan semakin kecil. Dan sebagai akibatnya kerapatan frinji akan berkurang dan jarak antar frinji semakin melebar. Hasil-hasil tersebut memperkuat hasil eksperimen pada referensi [6] dan [7].

2. Nilai Koefisien Linier Magneto-Optis Lapisan Tipis ZnO

Untuk menentukan nilai koefisien linier magneto optis dari bahan transparan diperlukan grafik hubungan jumlah frinji yang hilang, Δm terhadap perubahan besar medan B , sesuai dengan persamaan [7]: $\Delta m = \frac{crn_0^3t}{\lambda} B$, dengan r adalah nilai koefisien magnetooptis linier, c laju cahaya dalam ruang hampa, n_0 indek bias bahan, t tebal bahan, dan λ panjang gelombang cahaya yang digunakan. Gambar 2 dan tabel 1 menampilkan hasil-hasil pengukuran penelitian tersebut.



Gambar 2, Grafik hubungan antara jumlah frinji yang hilang (Δm) terhadap medan magnet luar B pada bahan transparan. Diasumsikan perubahan frinji pada ZnO yang menempel di preparat adalah penjumlahan masing-masing bahan.

Tabel 1, nilai gradien dan r untuk bahan transparan yang diuji

Bahan transparan	gradien (1/T)	Tebal (m)	n_0	R (m/V)	(m/V)
Kaca preparat	83,7	$1,0 \times 10^{-3}$	1,47	$0,82 \times 10^{-10}$	$0,01 \times 10^{-10}$
ZnO	58,6	$5,4 \times 10^{-5}$	2,01	$5,67 \times 10^{-10}$	$0,09 \times 10^{-10}$

Dari hasil pengukuran, nilai koefisien linier magneto optis untuk bahan transparan ZnO lebih besar bila dibandingkan dengan kaca preparat. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kenonlinieran dari bahan ZnO lebih tinggi dari pada kaca preparat, sehingga respon medium dalam ZnO lebih cepat atau tinggi dari pada respon medium kaca preparat. Kerapatan dan keionikan bahan akan berpengaruh pada jumlah molekul pada bahan transparan yang diuji. Semakin tinggi kerapatan dan keionikan bahan, maka semakin banyak dipol-dipol listrik yang terdapat di dalam bahan transparan. Jika diberikan medan magnet yang besar maka semakin banyak pula sel-sel molekul yang bersifat dwikutub dan membuat dimensi molekul semakin besar. Apabila dimensi semakin besar maka sudut polarisasi juga semakin besar karena struktur yang dilewati gelombang elektromagnetik pada bahan transparan menjadi lebar. Sebagai pembanding, besarnya nilai koefisien linier magneto optis untuk kaca preparat yang diperoleh pada penelitian Fahrurazi [7] adalah $1,48 \times 10^{-10}$ m/V.

KESIMPULAN

Pemberian medan magnet luar yang semakin besar kepada lapisan tipis ZnO menyebabkan indeks bias dari bahan mengalami perubahan secara linier terhadap B . Nilai koefisien linier magneto optis pada lapisan tipis ZnO diperoleh pada penelitian ini sebesar $r = (5,67 \pm 0,09) 10^{-10}$ m/V, yang 6 kali lebih besar dari preparat, menunjukkan bahwa ZnO sangat reaktif terhadap medan luar.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Arsyad, M Natsir. 2001. *Kamus Kimia Arti dan Penjelasan Ilmiah*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
 [2] Effendy. 2004. *Ikatan Ionik dan Cacat-Cacat Pada Kristal Ionik*. Malang : Bayumedia Publishing.
 [3] Eya, D.D.O, A.J. Ekpunobi, and C.E. Okeke. 2005. *Structural and Optical*

Muhamad Adi dkk

Properties and Applications of Zinc Oxide Thin Films Prepared by Chemical Bath Deposition Technique.
Pacific Journal of Science and Technology.

- [4] K. Sofjan F. dkk., *Berkala Fisika*, Vol. 7, no. 3, hal 91-96, Juli 2004.

Efek Magneto Optis pada Lapisan...

- [5] Priyono dkk., *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Vol. 7, no. 1, hal. 83-87, Oktober 2005.
- [6] Anis Nila Kusuma, K. Sofjan Firdausi, dan Wahyu Setia Budi, *Berkala Fisika*, Vol. 9, no. 2, hal. 81-84, April 2006.
- [7] Fahrurazi, K. Sofjan Firdausi, Wahyu Setia Budi, *Jurnal Sains & Matematika*, Vol. 14, no. 4, hal. 161-163, Oktober 2006.