

Karakterisasi Optik Kaca TZN yang Sebagian Berfase Kristal

Bangun Sartono¹, Ahmad Marzuki², Cari³

^{1,2,3}Program Studi Ilmu Fisika, Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret
Surakarta

Jl. Ir. Sutami No.36 A Kertingan Surakarta

¹Email: bangoen_07@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memfabrikasi serta mengetahui sifat optik kaca Tellurite Zinc Natrium (TZN). Komposisi kaca yang digunakan adalah $60\text{TeO}_2-(30-x)\text{ZnO}-(10+x)\text{Na}_2\text{CO}_3$ dengan variasi Na_2CO_3 ($x = 0, 1, 2, 3$). Fabrikasi kaca dilakukan dengan metode melt quenching menggunakan furnace CARBOLITETM. Bahan dilebur dalam crucible platinum pada suhu 900°C selama 1,5 jam dan dicetak dalam preheating mold berukuran $(3,5 \times 2,5 \times 0,5)$ cm. Kaca di-annealing pada suhu di bawah suhu kristalisasi kemudian di-polish. Indeks bias diukur dengan metode sudut Brewster, absorbansi pada daerah UV-Vis diuji dengan spektrofotometer Perkin-Elmer UV-VIS-NIR Lambda-25, absorbansi pada daerah IR diuji dengan Spektrofotometer FT-IR Shimadzu. Karakterisasi yang sama juga dilakukan untuk kaca yang dikristalkan sebagian. Dari eksperimen diperoleh bahwa perubahan konsentrasi Na_2CO_3 dapat menyebabkan penurunan indeks bias, nilai absorbansi pada daerah UV-Vis mengalami kenaikan, nilai absorbansi pada daerah IR mengalami kenaikan.

Kata kunci: kaca tellurite, sifat optik.

I. Pendahuluan

Pada masa sekarang ini peranan material kaca sangat penting sekali, mengingat kaca dapat digunakan dalam berbagai kebutuhan dan berbagai bentuk. Penelitian tentang teknologi pembuatan kaca untuk berbagai aplikasi dalam kehidupan sehari-hari telah banyak dilakukan. Kaca biasanya dibuat dari bahan silika (*soda lime-silicate*) dengan komposisi 72% SiO_2 , 14% Na_2O , 11% CaO dan 3% bahan campuran lainnya (Shelby, 2006). Akan tetapi di bidang teknologi khususnya optik dan fotonik, kaca sudah dibuat menggunakan berbagai bahan yang disesuaikan dengan aplikasi yang diinginkan.

Langkah penting dalam pembentukan material kaca adalah pendinginan dari keadaan cair, tekanan pencetakan (*quenching*), dan proses *annealing*. Dari banyak teknik yang dikenal dalam pembentukan material kaca, yang paling banyak digunakan adalah *melt quenching technique* dan *sol-gel formation*. Kaca HMO (*Heavy Metal Oxide*) yang mengandung TeO_2 , PbO , Ga_2O_3 dan Bi_2O_3 diketahui memiliki transparansi yang bagus pada daerah cahaya tampak dan *near inframerah* serta memiliki indeks bias tinggi (Massera *et.al.*, 2010). Tellurium dioxide (TeO_2) merupakan oksida yang stabil dari tellurium (Te). Stabilitas dari TeO_2 ini merupakan bagian penting untuk diteliti lebih lanjut baik untuk digunakan sebagai bahan *crystalline* maupun bahan *amorphous* (kaca). Titik didih (*melting point*) dari Tellurium dioxide (TeO_2) yaitu sebesar 773°C (El-

Mallawany, 2002). Dalam beberapa tahun terakhir, kaca tellurite telah menjadi subyek penelitian yang sangat menarik. Hal ini karena kaca tellurite memiliki sifat fisis dan mekanik yang baik seperti ketahanan kimia yang baik, dan sifat termal yang baik yaitu memiliki stabilitas termal yang bagus serta titik lelehnya rendah. Kaca tellurite juga memiliki sifat optis seperti indeks bias yang tinggi, transparansi yang bagus pada daerah mid-inframerah ($0,35-6\ \mu\text{m}$), energi fonon yang rendah ($700-800\ \text{cm}^{-1}$), transmisi bagus dalam spektrum panjang gelombang cahaya tampak dan *near infrared* serta memiliki kelarutan tinggi untuk ion tanah jarang (Raju *et.al.*, 2013 and Jeong *et.al.*, 2007).

II. Pembahasan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Alat yang digunakan dalam pengukuran indeks bias yaitu peralatan sudut brewster, *photo receiver*, *digital oscilloscope*, dan meja putar. Meja putar berfungsi untuk memvariasi sudut pada sampel kaca tellurite terhadap cahaya yang dihasilkan dari laser. Kaca yang diuji, sebelumnya dipolish dengan menggunakan kertas polish dari ukuran 1000 hingga berukuran grit 4000. Alat yang digunakan untuk mengukur absorbansi pada daerah UV-Vis adalah spektrofotometer Perkin-Elmer UV-VIS-NIR Lambda-25. Alat yang digunakan untuk mengukur absorbansi pada daerah IR adalah Spektrofotometer FT-IR Shimadzu

Sumber cahaya yang digunakan yaitu sinar laser merah He-Ne 632 nm dengan persamaan nilai reflektansi:

$$R = \frac{I_r \cos \theta_r}{I_0 \cos \theta_i} = \frac{I_r}{I_0} \quad (1)$$

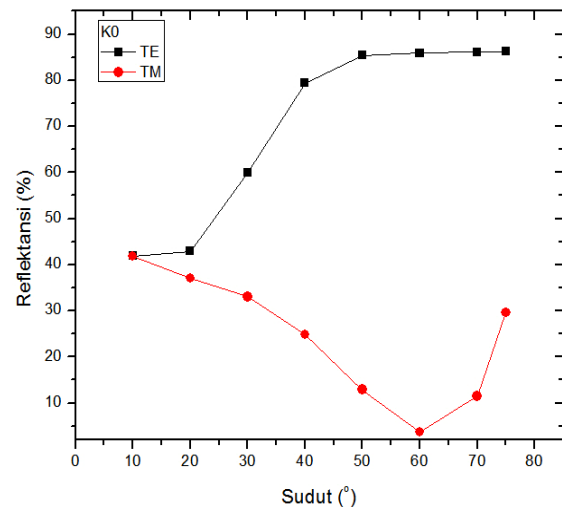
dengan I_r adalah Intensitas sinar pantul, dan I_0 adalah intensitas mula-mula. Besarnya nilai reflektansi diperoleh dengan membandingkan intensitas sinar pantul dengan intensitas sumber. Dalam pengukuran reflektansi ini di variasi sumber cahaya pada mode TE dan TM. Data dalam bentuk grafik hubungan antara sudut sinar datang dan intensitas sinar pantul dapat diolah dengan menggunakan Software Microsoft Excel.

Proses pengukuran nilai reflektansi dilakukan dengan menggunakan sumber sinar laser merah He-Ne 632 nm yang diarahkan ke sampel. Selanjutnya dari pantulan sampel, sinar pantulan ditangkap oleh receiver dan dibaca dengan *digital oscilloscope* untuk mengetahui besaran tegangannya. Besarnya tegangan yang dihasilkan pada *digital oscilloscope* sebanding dengan intensitas sinar. Proses pengukuran indeks bias tersebut dilakukan berkali-kali dengan variasi sudut datang sampai mendekati 90°, dilakukan pada kamar gelap, dengan perubahan pergeseran sudut sampai 1/6°

Dalam bagian ini, dibahas mengenai cara penentuan indeks bias serta pengukuran indeks bias. Pengukuran indeks bias dilakukan dengan spektrometer dengan metode sudut Brewster. Pada prinsipnya pengukuran menggunakan metode ini didasarkan pada nilai reflektansi kaca, dengan dua mode yaitu mode TE (*Transverse Electric*) dan TM (*Transverse Magnetic*) seperti terlihat pada Gambar 1. Ketika cahaya mengenai sebuah permukaan material dielektrik (*non-conducting*) dalam hal ini kaca, maka sebagian cahaya datang akan dipantulkan dan sebagian lagi akan ditransmisikan. Fraksi dari cahaya datang yang dipantulkan bergantung dari sudut datang dan arah polarisasi dari cahaya datang. Cahaya secara natural merupakan gelombang elektromagnetik yang tidak terpolarisasi yang terdiri dari medan listrik dan medan magnetik yang saling tegak lurus. Cahaya datang dapat direpresentasikan menjadi dua komponen yaitu komponen polarisasi sejajar bidang datang dan komponen tegak lurus bidang datang. Komponen polarisasi sejajar bidang datang merupakan mode *Transverse Magnetic* (TM) dan komponen polarisasi tegak lurus bidang datang merupakan mode *Transverse Electric* (TE).

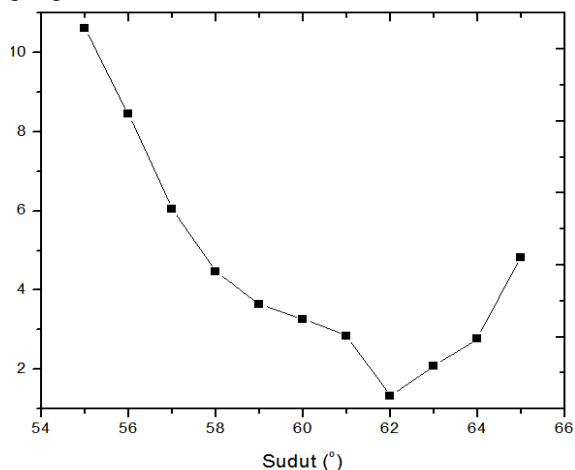
Kaca akan mengalami nilai reflektansi terendah pada suatu sudut datang tertentu. Sudut inilah yang disebut dengan sudut polarisasi (θ_p) atau sudut

Brewster. Sudut Brewster inilah yang digunakan untuk menentukan nilai indeks bias dari kaca.



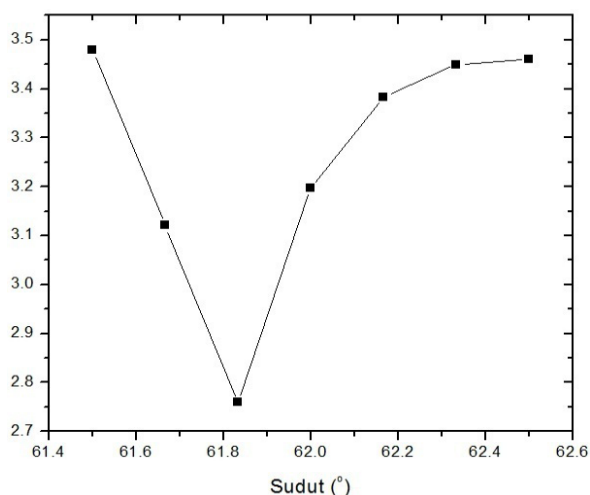
Gambar 1. Pengukuran Reflektansi Mode TE dan TM pada K0.

Tahap pengukuran pertama, sudut divariasi dari 10° hingga 75° dengan interval kenaikan 10°. Setelah terlihat *range* sudut dimana nilai reflektansi rendah, skala kemudian diperkecil menjadi interval 1°. Langkah terakhir yaitu skala diperkecil lagi menjadi interval 1/6° untuk mendapatkan tingkat keakuratan yang lebih baik. Pada pengukuran ini digunakan mode TM seperti terlihat Gambar 1, dengan menggunakan laser merah 746,19 ± 2.85 nm. Hasil pengukuran indeks bias diberikan dalam Tabel 1.



Gambar 2. Penentuan Sudut Brewster dari Reflektansi Mode TM skala 1° pada K0.

Setelah pengukuran pada range atau ketelitian yang lebih akurat dari sebelumnya, yaitu skala 10° menjadi 1°, selanjutnya diperkecil lagi menjadi skala 1/6° pada daerah yang menunjukkan nilai reflektansi paling kecil. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh nilai ketelitian yang lebih baik.



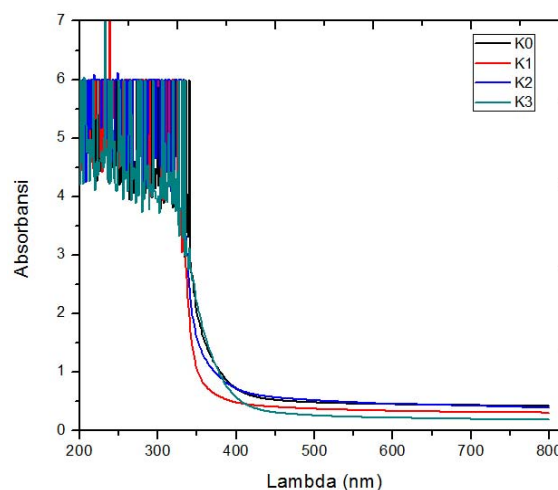
Gambar 3. Penentuan Sudut Brewster dari Reflektansi Mode TM skala $1/6^\circ$ pada K0.

Tabel 1. Nilai Indeks Bias dari Kaca

| Komposisi | Sebelum dikristalkan | | Setelah dikristalkan | |
|-----------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|
| | θ Brewster | Indeks bias | θ Brewster | Indeks bias |
| K0 | 62.00 | 1.88 | 61.83 | 1.87 |
| K1 | 61.83 | 1.87 | 61.66 | 1.85 |
| K2 | 61.67 | 1.85 | 61.50 | 1.84 |
| K3 | 61.33 | 1.83 | 61.33 | 1.83 |

Pengukuran absorbansi dilakukan pada daerah Ultra Violet (UV) sampai daerah cahaya tampak atau *visible* (Vis) pada panjang gelombang 200 – 900 nm. Pengukuran ini dilakukan menggunakan Spektrofotometer Perkin-Elmer UV-VIS-NIR Lambda-25. Absorbansi merupakan salah satu parameter optis yang penting pada material kaca. Pada umumnya kaca yang merupakan material transparan memiliki nilai absorbansi yang sangat kecil, dibandingkan material lainnya. Namun transparan yang biasa di ketahui atau dilihat adalah transparan pada daerah cahaya tampak (*visible*). Hasil pengukuran absorbansi pada daerah UV-VIS ditampilkan pada Gambar 4.

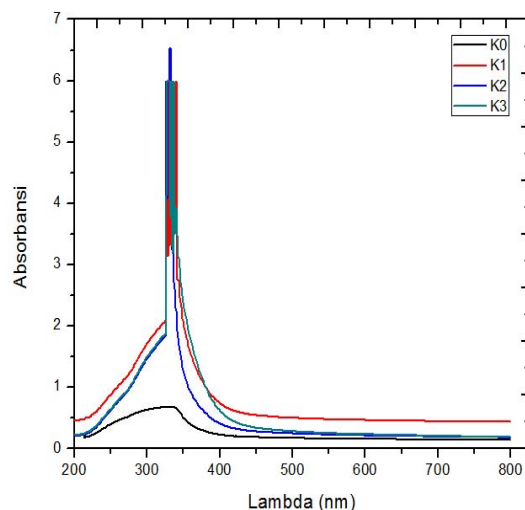
Pada daerah UV nampak serapan yang begitu besar serta acak. Hal ini karena pada daerah UV, sinar yang melalui host kaca memiliki energi yang cukup besar atau lebih besar dari energi diam elektron pada kaca. Energi tersebut diserap oleh molekul-molekul atau elektron pada kaca untuk melakukan transisi atau eksitasi elektron ke tingkat energi yang lebih besar. Oleh karena itu, jejak-jejak transisi elektron terekam dalam bentuk spektrum absorbansi yang besar.



Gambar 4. Kurva Absorbansi di daerah UV-Vis pada kaca TZN

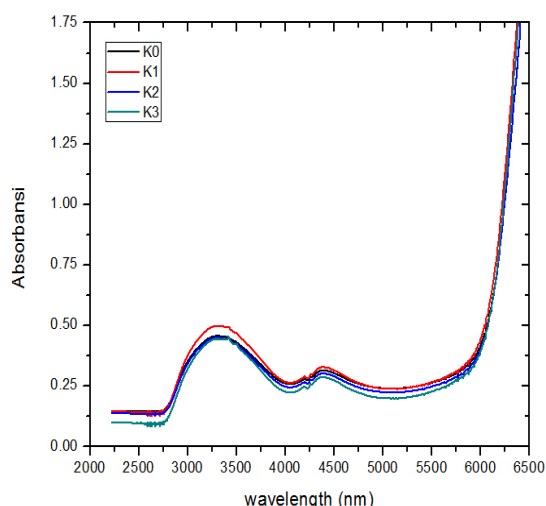
Pada daerah cahaya tampak, yakni pada rentang panjang gelombang dari 380 nm hingga 780 nm, cahaya memiliki nilai absorbansi yang sangat kecil. Dengan kata lain, pada daerah tersebut cahaya lebih banyak ditransmisikan.

Namun setelah kaca dikristalkan sebagian terlihat bahwa serapan di daerah UV mulai berbeda dari sebelumnya. Hanya terlihat satu atau beberapa serapan yang besar, seperti terlihat pada Gambar 5. di bawah ini.



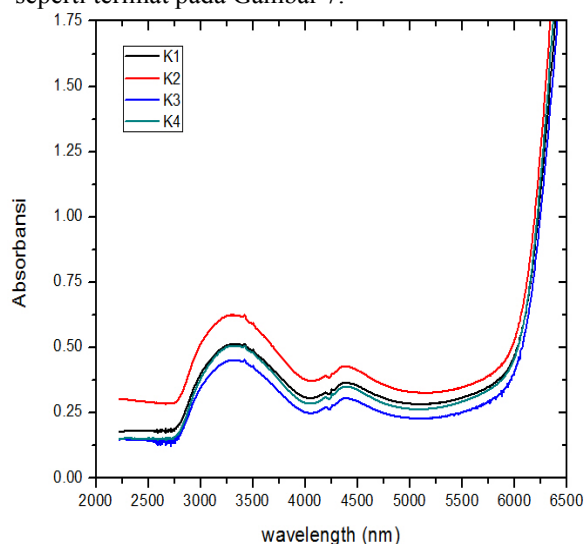
Gambar 5. Kurva Absorbansi di daerah UV-Vis pada kaca TZN setelah dikristalkan sebagian.

Pengukuran absorbansi dilakukan pada daerah Inframerah (IR) menggunakan Shimadzu FTIR. Hasil pengukuran absorbansi pada daerah IR ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Kurva Absorbansi di daerah UV-Vis pada kaca TZN

Pada daerah *infrared* (panjang gelombang 2250-6500 nm) cahaya lebih banyak ditransmisikan pada rentang panjang gelombang kurang dari 6000 nm. Sedangkan cahaya lebih banyak mengalami absorbansi pada panjang gelombang lebih dari 6500 nm yaitu setelah melewati IR *edge* yang berada pada panjang gelombang sekitar 6250 nm. Transmittansi yang tinggi pada daerah inframerah disebabkan frekuensi getaran atom-atom kaca bersesuaian dengan frekuensi cahaya yang melewatinya. Sehingga cahaya banyak yang ditransmisikan. Setelah sampel kaca dikristalkan sebagian, nilai absorbansi kaca mengalami sedikit perubahan seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kurva Absorbansi di daerah UV-Vis pada kaca TZN setelah dikristalkan sebagian.

III. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Indeks bias kaca TZN mengalami penurunann seiring dengan penambahan natrium pada komposisi $60\text{TeO}_2-(30-x)\text{ZnO}-(10+x)\text{Na}_2\text{CO}_3$ sebelum dikristalkan. Nilai absorbansi kaca TZN pada daerah cahaya tampak dan inframerah secara umum mengalami penurunan seiring dengan penambahan natirum pada komposisi $60\text{TeO}_2-(30-x)\text{ZnO}-(10+x)\text{Na}_2\text{CO}_3$ sebelum dikristalkan.

Kaca TZN yang telah dikristalkan sebagian mengalami perubahan sifat dari sebelum dikristalkan, yaitu: penurunan indeks bias seiring dengan penambahan natrium pada komposisi $60\text{TeO}_2-(30-x)\text{ZnO}-(10+x)\text{Na}_2\text{CO}_3$, kenaikan absorbansi pada daerah inframerah seiring dengan penambahan natirum pada komposisi $60\text{TeO}_2-(30-x)\text{ZnO}-(10+x)\text{Na}_2\text{CO}_3$.

Saran

Perlakukan kristalisasi sebagian pada kaca sebaiknya dilakukan variasi waktu, dari kaca menjadi sebagian terkristalisasi, sampai kaca benar-benar mengkristal seutuhnya sehingga diketahui perubahan sifat dari kaca sampai menjadi Kristal.

IV. DAFTAR PUSTAKA

- El-Mallawany, R. 2002. *Tellurite Glasses Handbook: Physics Properties and Data*. CRC Press: USA.
- Jeong, E.D., Bae, J.S., Hong, T.E., Lee, K.T., Ryu, B.K., Komatsu, T., and Kim, H.G. 2007. Thermal Properties and Crystallization Kinetics of Tellurium Oxide Based Glasses. *Journal of Ceramic Processing Research*. Vol. 8, No. 6, p. 417-420.
- Massera, J., Haldem, A., Milanese, D., Gevabi, H., Ferraris, M., Foy, P., Hawkins, W., Ballato, J., Stolen, R., Petit, L., Richardson, K. 2010. Processing and Characterization of Core-Clad Tellurite Glass Preformsand Fibers Fabricated by Rotational Casting. *Optical Materials*. Elviesier. No.32: 582-588.
- Raju, K.V., Raju, C.N., Sailaja, S., Reddy, B.S. 2013. Judde-Ofelt Analysis and Photoluminescence Properties of RE^{3+} ($\text{RE}=\text{Er}\&\text{Nd}$): Cadmium Lithium Boro Tellurite Glasses. *Solid State Sciences*. Elsevier. No. 15: 102-109.
- Sehly, A.A.A. 2002. Study of The Kinetics of Non-Isothermal Crystallization In $\text{Ge}_{20}\text{Te}_{80}$

Chalcogenide Glass. *Journal of Physica B*.
Elsevier. No.325: 372-379.