

# Pengaruh NiO terhadap struktur dan dielektrisitas glass SiO<sub>2</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> berbasis silika gel dari pasir Alam Bancar Tuban Jawa Timur

Zumrotul Muniroh, Markus Diantoro\*, Arif Hidayat

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

\*Penulis korespondensi, Surel: markus.diantoro.fmipa@um.ac.id

Paper received: Paper received: 01-01-2022; revised: 15-01-2022; accepted: 31-01-2022

## Abstrak

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, pemanfaatan silika juga semakin beragam. Salah satu contoh aplikasinya adalah glass fungsional yang memiliki multi sifat yakni optic, dielektrik, dan magnetik. Namun, sejauh ini di Indonesia belum ditemui penelitian yang secara komprehensif tentang glass dengan multi sifat. Sintesis silika (SiO<sub>2</sub>) dari pasir alam pantai Bancar Tuban dilakukan dengan proses sol-gel. Hasil dari proses tersebut adalah SiO<sub>2</sub> ukuran nano yang diharapkan mampu menurunkan titik leleh SiO<sub>2</sub>. Dalam tahap sintesis glass, untuk menurunkan titik leleh SiO<sub>2</sub> juga ditambah beberapa oksida seperti B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> serta untuk mempengaruhi struktur dan dielektrisitas glass ditambahkan NiO. Komposisi penambahan NiO bervariasi yaitu 50SiO<sub>2</sub>- 25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- (6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- 18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>- xNiO (x = 0, 1, 2, 3 dan 4 persentase massa). Setelah semua komposisi dicampur, kemudian dipanaskan hingga suhu 450 derajat Celsius selama 120 menit kemudian didinginkan pada suhu 950 derajat Celsius selama 60 menit didalam krusibel. Pendinginannya dilakukan dengan *slowcooling* hingga suhu ruang. Kemudian sampel glass dipisahkan dari krusibel dan di karakterisasi stuktur menggunakan DTA, XRD, SEM-EDAX dan FTIR serta dielektrisitas menggunakan kapasitansi meter. Telah dihasilkan sampel berstruktur glass. Sebagian kecil sampel terbentuk kristal yang ditunjukkan beberapa puncak pada sampel yang merupakan fase dari Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Hal ini juga terlihat pada morfologi hasil SEM-EDX yang menunjukkan adanya butiran Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Pada pengukuran dielektrisitas dengan bertambahnya NiO, konstanta dielektrik meningkat. Namun dengan pengaruh intensitas, dielektrisitas glass menurun terkuantisasi. Didapat konstanta dielektrik tertinggi adalah 12,68 x 10<sup>3</sup> pada sampel glass dengan doping NiO 4 persentase massa di intensitas nol. Sedangkan pengaruh medan magnet menunjukkan kenaikan konstanta dielektrik.

**Kata kunci:** Silika; Glass; NiO; Konstanta Dielektrik; Intensitas

## 1. Pendahuluan

Salah satu kekayaan alam di Indonesia adalah silika. Kandungan silika dalam pasir alam pantai Bancar Tuban adalah 80.7 % (Diantoro *dkk.*, 2017). Potensi ini perlu dikembangkan mengingat metode pembuatan silika mudah dan bermacam-macam. Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, pemanfaatan dari silika sangat beragam. Seperti glass yang awalnya hanya sebagai material industri sekarang glass menjadi material yang lebih fungsional. Contoh aplikasinya adalah sebagai material elektrokimia, *solar smart glass*, *electro-optic-devices*, *optic fibers*, penyerap sinar X (Gautam *dkk.*, 2012) dan bahkan penyerap sinar gamma yang memiliki energi sangat tinggi (Kaur *dkk.*, 2012). Silika dapat dibuat glass tanpa bahan apapun, namun hal tersebut tidak praktis karena untuk pelelehannya dibutuhkan suhu yang sangat tinggi yakni 1760-1870 °C. Salah satu cara untuk menurunkan titik leleh silika adalah dengan membuat ukurannya menjadi kecil. Metode yang dapat digunakan adalah sol-gel. Selain itu penambahan oksida-oksida lain juga dapat menurunkan titik leleh dari silika.

Penambahan bahan metal pada struktur glass akan mempengaruhi sifat optis, elektrik dan magnetik (Moustafa et al., 2013). Glass silika yang dicelupkan pada larutan Ni(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub> x 6H<sub>2</sub>O 0,5 M dengan perlakuan panas yang cukup tinggi antara 760-850 K menghasilkan

kenaikan nilai medan polarisasi glass sebesar 500V/cm (Macalik et al., 2005). NiO juga dapat dikatakan memiliki sifat optis yang baik, dalam bentuk film memiliki energi *optical band-gap* sebesar 3.58 eV (Patil and Kadam, 2002). Ni memiliki kemampuan absorpsi gelombang elektromagnet mencapai 12-18 GHz (Yan *dkk.*, 2014). Terlihat bahwa nikel memiliki potensi untuk memberikan sifat optis, elektrik, dan magnetik yang baik.

Sejauh ini di Indonesia belum ditemukan penelitian yang secara komprehensif mengkaji tentang glass dengan multi sifat, yaitu glass yang memiliki sifat optis, dielektrik dan magnetik. Karenanya dalam penelitian iniglass silika ( $\text{SiO}_2$ ) ditambahkan NiO dengan harapan mampu memberikan sifat optik, dielektrik dan magnetik yang baik. Serta ditambah pula oksida-oksida lain seperti  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  untuk menurunkan titik leleh glass dan menambah sifat optis glass (He *dkk.*, 2014),  $\text{B}_2\text{O}_3$  sebagai penurun titik leleh glass dan menambah sifat dielektrik glass (Singh *dkk.*, 2011) serta  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang juga untuk menurunkan titik leleh glass dan mampu memberi efek transparan pada glass

## 2. Metode

### 2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Neraca Digital HF-3000 (0.019), Furnace Brother XD-1700M, *Hot Plate*, Gelas Beker, Burret, Pestel dan Mortar. Sintesis  $\text{SiO}_2$  menggunakan HCl 32%, HCl 5M, dan NaOH 5M. Dan untuk sintesis glass digunakan bahan dasar  $\text{SiO}_2$  dari pasir alam pantai Bancar,  $\text{B}_2\text{O}_3$  Merck 100169,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  Merck 101862,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  Makmur Sejati dan NiO Merck 106723.

### 2.2. Prosedur Kerja

#### 2.2.1 Preparasi $\text{SiO}_2$

Pasir silika dari pantai Bancar Tuban dicuci 6 kali dengan aquades, kemudian digerus hingga 100 mesh. Pasir yang sudah halus direndam dengan HCl 32% selama 12 jam, kemudian dicuci dengan aquades hingga pH 7 dan dikeringkan

#### 2.2.2 Proses Sol-Gel

60 gram pasir silika dan 1920 mL NaOH 5M diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 600 rpm pada suhu 140 °C hingga kandungan air hilang. Ditambahkan air sebanyak 1920 mL diaduk selama 3 jam kemudian didiamkan hingga mengendap. Filtrat dipisahkan dengan endapan. Filtrat diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 600 rpm sambil dititrasasi dengan HCl 5M hingga pH 7. Kemudian akan terbentuk gel. Gel tersebut didiamkan hingga 24 jam dan dikeringkan pada suhu 125 °C. Selanjutnya di uji menggunakan XRF untuk mengetahui persentase kemurnian silika.

#### 2.2.3 Sintesis glass $50\text{SiO}_2\text{-}25\text{B}_2\text{O}_3\text{-(}6.5\text{-}x\text{)Bi}_2\text{O}_3\text{-}18.5\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-}x\text{NiO}$

$50\text{SiO}_2\text{-}25\text{B}_2\text{O}_3\text{-(}6.5\text{-}x\text{)Bi}_2\text{O}_3\text{-}18.5\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-}x\text{NiO}$  dengan  $x = 0, 1, 2, 3, 4$  wt% dicampur hingga homogen dan dipanaskan menggunakan Furnace Brother XD-1700M pada suhu 450 oC selama 2 jam dan dinaikkan lagi hingga 950 oC selama 1 jam dalam krusibel keramik. Kemudian

didinginkan secara lambat hingga suhu ruang. Sampel dipisahkan dari krusibel dan diuji karakterisasi menggunakan DTA, XRD, SEM-EDX dan kapasitansi meter.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Sintesis SiO<sub>2</sub> dengan Sol-Gel

Serbuk silika diuji dengan menggunakan XRF. Tabel 4.1 menunjukkan komposisi kandungan pasir silika sebelum dan sesudah melalui proses sol-gel. Perbedaan kemurnian silika dalam pasir kuarsa sebelum adalah 88.1% dan sesudah proses sol-gel 95.5%. Dari hasil tersebut metode sol-gel mampu mengurangi beberapa impuritas yang terkandung dalam pasir silika, seperti K, Ca, Ti dan Fe. Unsur-unsur yang masih terkandung pada hasil sol-gel disebabkan karena unsur atau dalam bentuk senyawanya tidak dapat larut secara keseluruhan dengan NaOH dan HCl.

**Tabel 4.1 Komposisi Pasir Kuarsa**

| Unsur | Sebelum Sol-gel (%) | Sesudah Sol-gel (%) |
|-------|---------------------|---------------------|
| Si    | 88.1                | 95.5                |
| K     | 4.36                | 0.00                |
| Ca    | 2.76                | 1.2                 |
| Ti    | 1.37                | 0.44                |
| Fe    | 2.97                | 1.92                |

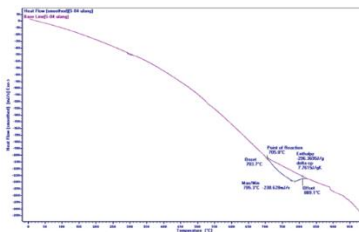
#### 3.2. Pengaruh NiO Terhadap Struktur Glass SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Pada penelitian ini, struktur glass 50SiO<sub>2</sub>- 25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- (6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- 18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>- xNiO dilihat dari hasil pola difraksi DTA, XRD, SEM dan FTIR. Sebelumnya sampel glass telah diuji dengan EDX untuk mengetahui komposisi yang terkandung didalamnya. Tabel 4.2 adalah komposisi glass saat pembuatan dan hasil EDX.

##### 3.2.1 Pola DTA dari Glass 50SiO<sub>2</sub>- 25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- (6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- 18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>- xNiO

Pola DTA dari sampel glass 50SiO<sub>2</sub>- 25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- (6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- 18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>- xNiO dapat dilihat pada Gambar 4.1. Pola DTA dapat dilihat dari rentang temperatur antara 0-1000°C. Terjadi perubahan pola pada *heat flow* dan *base line*. perubahan ini karena dipicu oleh transisi temperatur glass (Gautam et al., 2013).

**Gambar 4.1 Pola DTA Sampel Glass 50SiO<sub>2</sub>- 25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- (6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- 18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>- xNiO x=3 wt%.**

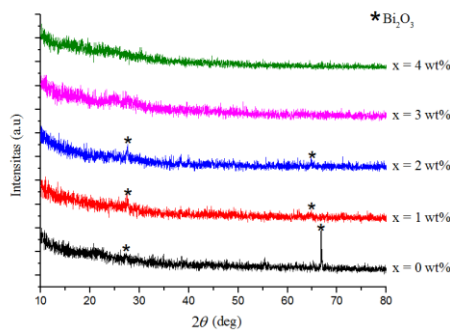


Dari Gambar 4.1 dapat diketahui terjadinya proses endotermik 705-809.1 °C. Dikisaran suhu ini juga diindikasikan terjadinya pelelehan  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dengan suhu maksimal adalah 785 °C.

### 3.2.2. Pola Difraksi dari Hasil Karakterisasi XRD

Pola difraksi sampel glass  $50\text{SiO}_2\text{-}25\text{B}_2\text{O}_3\text{-}(6.5\text{-}x)\text{Bi}_3\text{O}_3\text{-}18.5\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-}x\text{NiO}$  dengan  $x = 0, 1, 2, 3, 4$  wt% yang telah dinormalisasi ditunjukkan pada Gambar 4.2.

**Gambar 4.2 Pola Difraksi Sampel Glass  $50\text{SiO}_2\text{-}25\text{B}_2\text{O}_3\text{-}(6.5\text{-}x)\text{Bi}_3\text{O}_3\text{-}18.5\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-}x\text{NiO}$  dengan  $x = 0, 1, 2, 3, 4$  wt% dan \* adalah fase  $\text{Bi}_2\text{O}_3$**



Berdasarkan Gambar 4.2 terlihat pada sampel 0 ( $x = 0$  wt%), 1 ( $x = 1$  wt%) dan sampel 2 ( $x = 2$  wt%) terdapat puncak yang menunjukkan bahwa sampel tersebut kristalin. Puncak difraksi yang dihasilkan pada sampel tersebut cukup kecil. Setelah dianalisis menggunakan program X'Pert High Score Plus (HSP) dengan kode referensi 00-042-0189 pada sampel 0 dan 00-042-0185 pada sampel 1, 2 ternyata puncak-puncak tersebut adalah fase dari  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ . Sedangkan pada sampel 3 ( $x = 3$  wt%) dan 4 ( $x = 4$  wt%) tidak terbentuk puncak kristalin. Hal ini mungkin dikarenakan pengaruh penambahan doping NiO. Dari gambar tersebut terlihat bahwa seiring bertambahnya NiO dapat mengurangi kristalinitas sampel glass  $50\text{SiO}_2\text{-}25\text{B}_2\text{O}_3\text{-}(6.5\text{-}x)\text{Bi}_3\text{O}_3\text{-}18.5\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-}x\text{NiO}$ . Hasil ini juga akan dicocokkan dengan hasil analisis SEM.

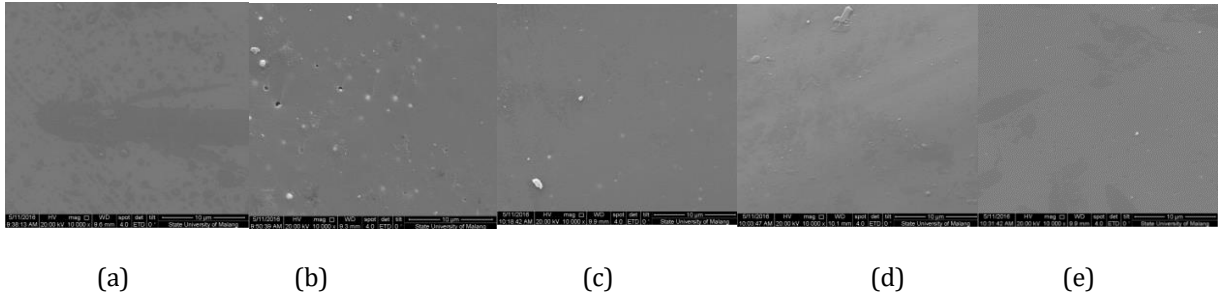
**Tabel 4.2 Komposisi Glass  $50\text{SiO}_2\text{-}25\text{B}_2\text{O}_3\text{-}(6.5\text{-}x)\text{Bi}_3\text{O}_3\text{-}18.5\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-}x\text{NiO}$**

| Senyawa                  | Komposisi Pembuatan (At%) |       |       |       |       | Unsur | Hasil EDX (At%) |       |       |       |       |
|--------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
|                          | S0                        | S1    | S2    | S3    | S4    |       | S0              | S1    | S2    | S3    | S4    |
| $\text{SiO}_2$           | 60.34                     | 60.34 | 60.34 | 60.34 | 60.34 | Si    | 33.61           | 21.20 | 24.13 | 28.34 | 25.25 |
| $\text{B}_2\text{O}_3$   | 26.01                     | 26.01 | 26.01 | 26.01 | 26.01 | B     | -               | -     | -     | -     | -     |
| $\text{Bi}_2\text{O}_3$  | 1.01                      | 0.85  | 0.69  | 0.53  | 0.38  | Bi    | 01.15           | 00.31 | 00.29 | 00.26 | 00.14 |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3$ | 12.64                     | 12.64 | 12.64 | 12.64 | 12.64 | Na    | 14.27           | 16.32 | 16.40 | 15.02 | 15.13 |
| $\text{NiO}$             | 0.00                      | 0.96  | 1.91  | 2.84  | 3.76  | Ni    | 00.00           | 00.37 | 00.80 | 1.30  | 01.41 |
|                          |                           |       |       |       |       | O     | 56.92           | 61.79 | 58.38 | 55.09 | 58.07 |

3.2.3 Morfologi Glass 50SiO<sub>2</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-xNiO melalui SEM

Berdasarkan hasil uji SEM dapat diketahui morfologi dari glass 50SiO<sub>2</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-xNiO yang dapat dilihat pada Gambar 4.3

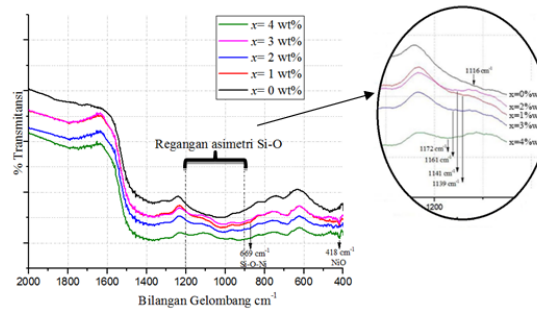
**Gambar 4.3 Morfologi Glass Glass 50SiO<sub>2</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-xNiO (a) x=0 %wt, (b) x=1wt%, (c) x=2wt%, (d) x=3wt%**



Gambar 4.3 merupakan hasil SEM dengan perbesaran 10.000 kali yang menunjukkan morfologi dari glass 50SiO<sub>2</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(6,5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-18,5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-xNiO. Bintik-bintik putih yang terlihat adalah butiran dari Bi. Hal inilah yang mungkin menyebabkan pada hasil uji XRD terdapat puncak difraksi dengan fase Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Dari gambar tersebut terlihat bahwa sampel glass belum homogen, namun seiring dengan naiknya NiO butiran-butiran putih dan pori glass berkurang.

3.2.4 Vibrasi Ikatan Glass 50SiO<sub>2</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-xNiO Melalui Analisis FTIR

**Gambar 4.4 Hasil FTIR glass 50SiO<sub>2</sub>-25 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-xNiO**

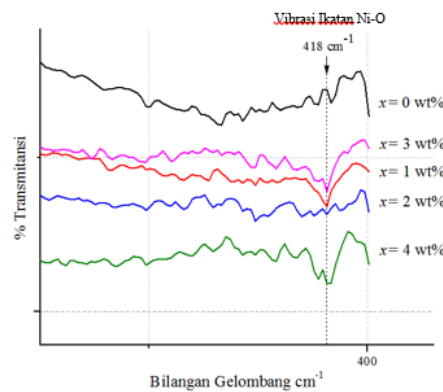


Vibrasi ikatan pada glass 50SiO<sub>2</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-xNiO sampel 0-4 dapat dilihat pada Gambar 4.4. Gambar 4.4 adalah hasil uji FTIR yang berupa grafik hubungan antara bilangan gelombang dan transmitansi. Ikatan grup silika terlihat pada bilangan gelombang antara 950 – 1200 cm<sup>-1</sup> (Gao et al., 2012; Suresh et al., 2015). Pada bilangan gelombang 950 - 1000 cm<sup>-1</sup> menunjukkan variasi ikatan pada vibrasi regangan antisimetrik dari ikatan O-Si-O di unit tetrahedral SiO<sub>4</sub>. Kemudian pada bilangan gelombang 1000-1200 cm<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> ditemukan regangan asimetri Si-O. Dengan semakin naiknya konsentrasi NiO ada beberapa perbedaan dari pola FTIR. Kemunculan lembah didaerah 1200-900  $\text{cm}^{-1}$  dari sampel 0-4 berturut - turut pada panjang gelombang 1116, 1139, 1141, 1161, dan 1172  $\text{cm}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan bahwa penambahan NiO mengubah struktur jaringan, ditandai dengan letak dari puncak-puncak yang terbentuk berbeda. Hasil ini berlawanan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penambahan NiO tidak merubah struktur jaringa dari glass (Yao et al., 2016). Namun pada penelitian tersebut memang menunjukkan bahwa fase dari NiO adalah kristalin yang berarti NiO tidak berikatan dengan oksida lain.

Pada bilangan gelombang antara 410-450  $\text{cm}^{-1}$  terlihat vibrasi ikatan NiO yakni di 412, 418, 445, 449  $\text{cm}^{-1}$  dan pada bilangan gelombang 669  $\text{cm}^{-1}$  ditemukan ikatan Si-O-Ni. Berdasarkan Gambar 4.5 terlihat bahwa pada sampel 1-4 terdapat lembah yang menunjukkan adanya vibrasi ikatan Ni-O pada bilangan 418  $\text{cm}^{-1}$ . Ikatan NiO ini terhubung menyilang dengan silika (Twej, 2013).

**Gambar 4.5 Vibrasi ikatan Bi-O-Bi sampel glass 50SiO<sub>2</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-xNiO**



### 3.2.5 Pengaruh NiO Terhadap Dielektrisitas Glass SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Pengaruh penambahan NiO terhadap dielektrisitas glass 50SiO<sub>2</sub>- 25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- (6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- 18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - xNiO telah diukur dengan menggunakan kapasitansi meter. Nilai yang didapatkan dari pengukuran ini adalah kapasitansi. Dengan menggunakan persamaan 2.1 dapat diketahui besar konstanta dielektrik yang hasilnya telah disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.6. Gambar tersebut menunjukkan pengaruh penambahan NiO pada konstanta dielektrik glass dalam keadaan gelap atau intensitas nol. Seiring bertambahnya NiO, terlihat konstanta dielektrik juga semaikin naik. Peningkatan konstanta dielektrik ( $\epsilon$ ) hingga 12,68 x 10<sup>3</sup>.

$$\epsilon_r = \frac{C}{\epsilon_0} \cdot \frac{d}{A} \quad (2.1)$$

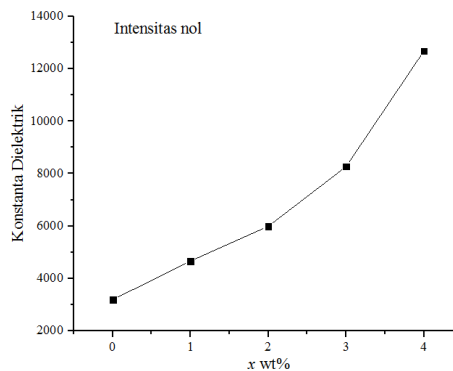
Keterangan:

$\epsilon_r$  = konstanta dielektrik, C = Kapasitansi Kapasitor,

$\epsilon_0$  = permitivitas ruang hampa (8,85x 10<sup>-12</sup> F/m),

d = jarak antar plat.

**Gambar 4.6 Pengaruh Penambahan NiO terhadap Dielektrisitas Glass 50SiO<sub>2</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-xNiO (x= 0, 1, 2, 3, 4 (wt%))**



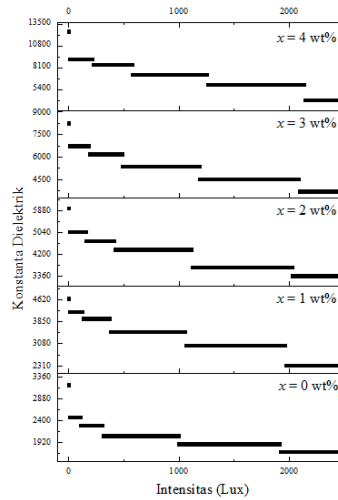
Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa semakin tinggi penambahan NiO, konstanta dielektrik juga semakin naik. Hal ini mengindikasikan bahwa ion Ni<sup>2+</sup> telah memodifikasi sampel glass. Modifikasi ini menimbulkan cacat pada ikatan jaringan glass yang mengakibatkan naiknya polarisasi *space charge* sehingga menghasilkan konstanta dielektrik yang tinggi.

### 3.2.6 Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Dielektrisitas Glass 50SiO<sub>2</sub>- 25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- (6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>- xNiO

Pengaruh intensitas cahaya terhadap dielektrisitas glass 50SiO<sub>2</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-xNiO telah diukur dengan menggunakan kapasitansi meter. Dilengkapi lux meter untuk mengetahui besar intensitas yang diberikan sumber cahaya dari lampu philiph 5 W. Intensitas yang digunakan adalah dari 0 – 2500 lux. Nilai yang didapatkan dari pengukuran ini adalah kapasitansi. Dengan menggunakan Persamaan 2.1 dapat diketahui besar konstanta dielektrik yang hasilnya disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.7. Terlihat seiring dengan naiknya intensitas yang diberikan, konstanta dielektrik semakin turun.

Semakin tinggi intensitas cahaya yang diberikan, konstanta dielektrik semakin turun. Hal ini menunjukkan adanya interaksi antara cahaya dengan sampel. Intensitas cahaya yang mengenai sampel memberikan energi yang mengakibatkan eksitasi elektron dalam atom. Energi ini juga menimbulkan pembengkakan atom. Pembengkakan ini terjadi karena jari-jari atom yang semakin besar. Dengan semakin besarnya jari-jari atom, energi ikat elektron semakin lemah, sehingga memungkinkan untuk elektron tersebut lepas dari intinya. Kejadian tersebut mengakibatkan konstanta dielektrik semakin turun.

**Gambar 4.7 Pengaruh Intensitas Terhadap Dielektrisitas Glass 50SiO<sub>2</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-xNiO (x= 0, 1, 2, 3, 4 (wt%))**

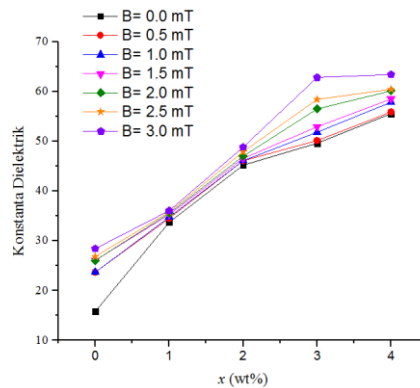


Pada Gambar 4.7, intensitas cahaya mewakili energi foton sebesar  $nh\nu$  yang menunjukkan bahwa energi tersebut terkuantisasi. Kuantisasi terlihat dengan  $n$  cahaya yang teratur. Tidak disebarkan intensitas terdapat penurunan dielektrik. Semakin ke kanan garis intensitas semakin panjang. Hal ini mengindikasikan bahwa energi yang diserap semakin besar. Energi tersebut digunakan elektron untuk menempati level energi yang lebih tinggi.

### 3.3. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Dielektrisitas Glass 50SiO<sub>2</sub>- 25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- (6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- 18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>- xNiO

Pengaruh medan magnet terhadap dielektrisitas glass 50SiO<sub>2</sub> - 25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - (6.5-x)Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 18.5Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - xNiO telah diukur menggunakan kapasitansi meter. Variasi besar medan magnet yang digunakan adalah 0-3 mT. Nilai yang didapat dari pengukuran ini adalah nilai kapasitansi. Dengan persamaan yang sama (persamaan 2.1) dapat dihitung konstanta dielektrik glass. Gambar 4.8 adalah grafik hasil perhitungan konstanta dielektrik. Terlihat bahwa seiring naiknya medan magnet yang diterapkan, konstanta dielektrik juga naik. Hal ini menunjukkan bahwa NiO mampu meningkatkan respon medan magnet dari sampel glass. Hasil ini sesuai dengan teori yang telah dijelaskan pada subbab dielektrisitas. Pada hasil eksperimen juga didapatkan hubungan antara medan magnet luar yang diterapkan pada bahan antiferromagnetik dengan konstanta dielektrik adalah linier (Lu et al., 2016)

**Gambar 4.8 Pengaruh Medan Magnet Terhadap Dielektrisitas Glass  $50\text{SiO}_2\text{-}25\text{B}_2\text{O}_3\text{-(}6.5\text{-}x\text{)Bi}_2\text{O}_3\text{-}18.5\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-}x\text{NiO}$**



#### 4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan NiO mengubah struktur kristal glass  $50\text{SiO}_2\text{-}25\text{B}_2\text{O}_3\text{-(}6.5\text{-}x\text{)Bi}_2\text{O}_3\text{-}18.5\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-}x\text{NiO}$ , dan mengubah struktur formasi ikatan yang ditunjukkan FTIR. Seiring bertambahnya NiO, konstanta dielektrik glass meningkat, namun dengan adanya intensitas cahaya yang diterapkan konstanta dielektrik menurun. Disisi lain penerapan medan magnet mampu meningkatkan konstanta dielektrik glass.

#### Daftar Rujukan

- Diantoro, M., Prastiwi, N. D., Taufiq, A., Hidayat, N., Mufti, N., & Hidayat, A. (2017, May). The Role of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Light Induced on Dielectric Properties of Borosilicate Glass. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 846, No. 1, p. 012007). IOP Publishing..
- Gao, X., Mao, H., Lu, M., Yang, J., & Li, B. (2012). Facile synthesis route to NiO–SiO<sub>2</sub> intercalated clay with ordered porous structure: intragallery interfacially controlled functionalization using nickel–ammonia complex for deep desulfurization. *Microporous and mesoporous materials*, 148(1), 25-33.
- Gautam, C. R., Kumar, D., Parkash, O., & Singh, P. (2013). Synthesis, IR, crystallization and dielectric study of (Pb, Sr) TiO<sub>3</sub> borosilicate glass–ceramics. *Bulletin of Materials Science*, 36(3), 461-469.
- Gautam, C., Yadav, A. K., & Singh, A. K. (2012). A review on infrared spectroscopy of borate glasses with effects of different additives. *International Scholarly Research Notices*, 2012.
- He, F., He, Z., Xie, J., & Li, Y. (2014). IR and Raman spectra properties of Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-BaO quaternary glass system. *American Journal of Analytical Chemistry*, 5(16), 1142.
- Kaur, R., Singh, S., & Pandey, O. P. (2012). FTIR structural investigation of gamma irradiated BaO–Na<sub>2</sub>O–B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–SiO<sub>2</sub> glasses. *Physica B: Condensed Matter*, 407(24), 4765-4769.
- Lu, Y. P., Ji, C. X., Sun, Y. L., Fang, Y., Zhang, L., Han, Z. D., ... & Zhou, W. P. (2016). Magnetic, dielectric and magnetoelectric properties of polycrystalline Nb<sub>2</sub>Co<sub>4</sub>O<sub>9</sub>. *Journal of Alloys and Compounds*, 679, 213-217.
- Macalik, B., Rysiakiewicz-Pasek, E., Krawczyk, L., Morawska-Kowal, T., & Okal, J. (2005). Spectroscopic and dielectric characteristics of nickel-doped porous silica glasses. *Optica Applicata*, 35(4).

- Moustafa, F. A., Fayad, A. M., Ezz-Eldin, F. M., & El-Kashif, I. (2013). Effect of gamma radiation on ultraviolet, visible and infrared studies of NiO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-doped alkali borate glasses. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 376, 18-25.
- Patil, P. S., & Kadam, L. D. (2002). Preparation and characterization of spray pyrolyzed nickel oxide (NiO) thin films. *Applied surface science*, 199(1-4), 211-221.
- Singh, L. P., Agarwal, S. K., Bhattacharyya, S. K., Sharma, U., & Ahalawat, S. (2011). Preparation of silica nanoparticles and its beneficial role in cementitious materials. *Nanomaterials and Nanotechnology*, 1, 9.
- Suresh, B., Reddy, M. S., Reddy, A. S. S., Gandhi, Y., Kumar, V. R., & Veeraiah, N. (2015). Spectroscopic features of Ni<sup>2+</sup> ion in PbO–Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–SiO<sub>2</sub> glass system. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 141, 263-271.
- Twej, W. A. (2013). Spectral analysis of electronic transitions for low doping concentration of nickel ions in silica matrices at different phases. *Journal of non-crystalline solids*, 382, 45-51.
- Yan, S. J., Xu, C. Y., Jiang, J. T., Liu, D. B., Wang, Z. Y., Tang, J., & Zhen, L. (2014). Strong dual-frequency electromagnetic absorption in Ku-band of C@ FeNi<sub>3</sub> core/shell structured microchains with negative permeability. *Journal of magnetism and magnetic materials*, 349, 159-164.
- Yao, R., Liao, S., Chen, X., Tang, G., Wang, G., & Zheng, F. (2016). Effects of ZnO and NiO on material properties of microwave absorptive glass-ceramic tile derived from iron ore tailings. *Ceramics International*, 42(7), 8179-8189.