

# Pembentukan dan Uji Massa Jenis Kaca Berasaskan $P_2O_5 - Sm_2O_3 - MnO_2$

Budi Astuti<sup>1)</sup>, Md. Rahim Sahar<sup>2)</sup> and Md. Supar Rohani<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Semarang

<sup>2)</sup>Jabatan Fizik, Fakulti Sains, Universiti Taknologi Malaysia

## ABSTRACT

Kaca fosfat merupakan kaca yang menarik karena beberapa sifat khasnya. Pengertian kaca secara umum merupakan suatu bahan yang transparan dan mudah dibuat, sehingga kaca jenis ini banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Kaca fosfat dimanfaatkan sesuai dengan sifat yang dimilikinya. Pada kajian ini akan di bahas mengenai pembuatan kaca, struktur dan sifat fisik dari kaca fosfat yaitu massa jenisnya. Kaca fosfat yang ditambah dengan  $Sm_2O_3$  telah berhasil dibuat dengan menggunakan Teknik *Melt Quenching*. Struktur dari kaca yang diperoleh menunjukkan sifat bahan amorf . Sedangkan densitas (massa jenis) kaca  $P_2O_5 - Sm_2O_3 - MnO_2$  menunjukkan semakin meningkat dengan penambahan  $Sm_2O_3$ .

## 1. Pendahuluan

Pembuatan kaca telah bermula sejak tahun 3000 sebelum masehi di Mesopotamia dan Egypt yang kini dikenal sebagai Irak dan Syria [1]. Pembuatan kaca pada masa itu telah menggunakan bahan-bahan mentah oksida, silika, batu kapur dan natrium oksida. Bahan mentah ini terdapat pada pasir laut dan karang laut.

Kaca merupakan salah satu buatan manusia yang sering digunakan dalam kehidupan seharian antaranya pinggan mangkuk, tingkap, botol dan sebagainya. Dengan penemuan dan perkembangan teknologi, kaca telah digunakan dalam pelbagai bidang diantaranya industri komunikasi, maklumat, dan elektronik seperti kaca laser, kaca superionik dan serabut kaca [2,3].

Di dalam sistem kaca ini, bahan fosfat merupakan *host* dari kacanya karena kaca ini memiliki sifat khas yang menarik yaitu memiliki pekali pengembangan termal yang besar, suhu lebur yang rendah, hantaran dalam kawasan sinar ultraviolet yang tinggi dibandingkan dengan kaca silika [4,5]. Selain itu juga, kaca fosfat relatif lebih mudah dibuat dan mempunyai kemungkinan kawasan campuran komposisi kaca yang lebih luas [6].

Massa jenis kaca bergantung pada komposisi dari bahan pembentuk kacanya. Massa jenis bagi kaca-kaca oksida biasanya lebih kecil dari pada massa jenis dari kaca dalam bentuk kristal. Jika rangkaian kaca dibentuk dari sistem kaca oksida primer, maka kaca tersebut mengandung banyak celah-celah kosong dan ini akan terisi jika ion-ion *modifier* ditambahkan kedalam bahan kaca tersebut [7]. Proses seperti ini akan meningkatkan massa dari kaca berubah tetapi volume kaca tidak berubah. Hal Ini akan dapat menyebabkan massa jenis dari kaca yang terbentuk meningkat.

Tujuan dalam kertas kerja ini adalah untuk mempelajari cara pembuatan kaca dengan teknik *melt quenching* dan mengetahui bagaimana pengaruh dari samarium oksida pada sifat fisik kaca yang terbentuk khususnya massa jenis dari sistem kaca  $P_2O_5 - Sm_2O_3 - MnO_2$ .

## **2. Kaedah Ujikaji**

### **Pembuatan Sampel Kaca**

Sampel kaca dalam eksperimen ini terdiri dari campuran serbuk  $P_2O_5$ ,  $Sm_2O_3$  dan  $MnO_2$ . Sampel akan dibuat 5 buah sampel kaca yang berbeda dari segi komposisi  $P_2O_5$  dan  $Sm_2O_3$ . Semua bahan dicampur mengikuti nisbah prosentase komposisi yang berbeda yang ditunjukkan dalam Tabel 1. Kuantiti semua campuran ditimbang mengikuti satuan mol dengan menggunakan neraca elektronik yaitu neraca 'METTLER AE 163'. Campuran yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam *crucible* silika dan diaduk untuk memperoleh suatu campuran yang homogen. Proses ini di sebut sebagai proses *milling*. Adapun teknik yang digunakan dalam pembuatan sampel kaca ini adalah teknik *Melt Quenching*.

Pembuatan sampel kaca dilakukan setelah campuran bahan kaca selesai melalui proses *milling*, kemudian *crucible* silika yang berisi campuran bahan kaca tadi dimasukkan kedalam *furnace* yang bersuhu  $400^\circ C$  dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat pada bahan dasar pembuat kaca. Proses ini disebut sebagai proses *pre-melting*. Setelah itu, suhu dinaikkan sampai  $1250^\circ C$  selama 1 jam dengan tujuan semua bahan campuran benar-benar melebur

secara merata. Proses ini disebut proses *melting*. Campuran yang sudah melebur, kemudian dituangkan ke dalam cetakan dengan waktu secepat mungkin, dengan tujuan supaya bahan campuran tadi tidak mempunyai waktu untuk membentuk bahan kristal. Proses menuang leburan ini dilakukan pada suhu kamar. Kemudian sampel kaca ini dipindahkan kedalam *furnace* yang bersuhu 350°C untuk proses *Annealing* selama 3 jam. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya retakan (*crack*) pada sampel kaca akibat dari tegasan termal. Proses terakhir, suhu *furnace* diturunkan sampai pada suhu kamar dengan kadar penurunan suhu adalah 1.0°C/menit. Sampel kaca yang diperoleh kemudian di ujikaji dengan difraksi sinar-X untuk mengetahui apakah sampel kaca yang dibuat bersifat amorf atau kristal. Dari ujikaji difraksi sinar-X diperoleh informasi bahwa sampel kaca tadi bersifat amorf (lihat Tabel 1).

**Tabel 1:** Komposisi nominal kaca yang telah disediakan

Nomer sampel	Komposisi Nominal (mol%)			Hasil
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO <sub>2</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
S-8	69.5	30	0.5	Amorf, tidak hygrokopis, kuning terang
S-9	69.0	30	1.0	Amorf, tidak hygrokopis, kuning terang
S-10	68.5	30	1.5	Amorf, tidak hygrokopis, kuning terang
S-11	68.0	30	2.0	Amorf, tidak hygrokopis, kuning terang
S-12	67.5	30	2.5	Amorf, tidak hygrokopis, kuning terang

### Massa Jenis Kaca

Pengukuran massa jenis kaca dilakukan dengan menggunakan prinsip Archimedes. Dimana potongan sampel kaca dengan massa yang hamper sama akan direndam kedalam cairan *toluene*. Cairan *toluene* digunakan karena bahan ini tidak mudah bereaksi dengan sampel kaca sehingga tidak akan mempengaruhi sifat dari kaca tersebut. Prinsip dasar dari prinsip Archimedes adalah jika keseluruhan massa benda padat atau hanya sebagiannya saja direndamkan/dimasukkan kedalam benda cair, maka ia akan mengalami gaya keatas sebesar gaya berat bagi massa benda cair yang dipindahkan.

Massa sampel ditimbang terlebih dahulu, kemudian sampel dimasukkan kedalam gelas kimia yang telah diisi dengan cairan toluene. Massa sampel dalam

udara dan dalam cairan toluene dicatat. Massa jenis dari sample kaca di hitung dengan menggunakan hubungan

$$\rho_k = \rho_L W_a / (W_a - W_l) \quad (2.1)$$

dengan  $W_a$  : massa sampel dalam udara

$W_l$  : massa sampel dalam larutan toluene

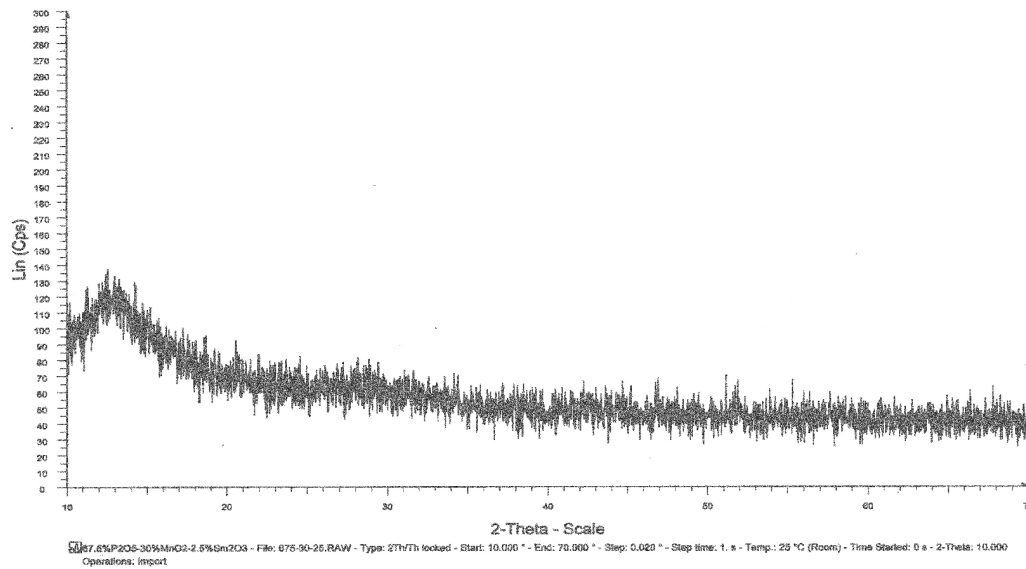
$\rho_L$  : massa jenis relatife larutan toluene

### **3. Hasil dan Pembahasan**

#### **Pembentukan Kaca**

Pembentukan kaca dengan menggunakan teknik melt quenching, berasaskan pada kaca  $P_2O_5 - Sm_2O_3 - MnO_2$  telah berhasil dibuat. Teknik ini dipilih karena lebih mudah untuk dilakukan dan lebih murah dibandingkan dengan kaedah yang lain seperti kaedah sol-gel. Pada teknik sol-gel, biasanya sampel kaca yang didapatkan homogen karena pada teknik ini menggunakan bahan cairan sebagai bahan dasar dan baik bagi campuran kaca yang mempunyai perbedaan suhu lebur yang sangat besar. Walaupun begitu, teknik ini lebih susah untuk dilakukan karena perlu melalui beberapa proses untuk mendapatkan kaca yang diinginkan. Dan juga, memerlukan biaya yang cukup banyak.

Sampel-sampel kaca yang diperoleh berwarna kuning terang dan tidak bersifat hygroskopis (lihat Tabel 1). Warna kuning terang terjadi karena pengaruh dari bahan dasar kacanya. Selain itu, warna kuning di dapat karena ion  $Sm^{3+}$  masuk kedalam sistem kaca selama proses peleburan dan ketika suhu diturunkan  $Sm^{3+}$  tidak memiliki waktu untuk kembali kekeadaan semula sehingga menyebabkan kepadatannya bertambah. Sementara itu dari uji difraksi sinar-X diperoleh bahwa semua sampel adalah bersifat amorf. Hal itu terlihat pada Gambar 1, tidak terdapat adanya puncak-puncak keamatan yang dihasilkan dari difraksi sinar-X.



**Gambar 1:** Corak belauan sinar-X dari sampel kaca  $67.5 \text{ P}_2\text{O}_5 - 2.5 \text{ Sm}_2\text{O}_3 - 30 \text{ MnO}_2$

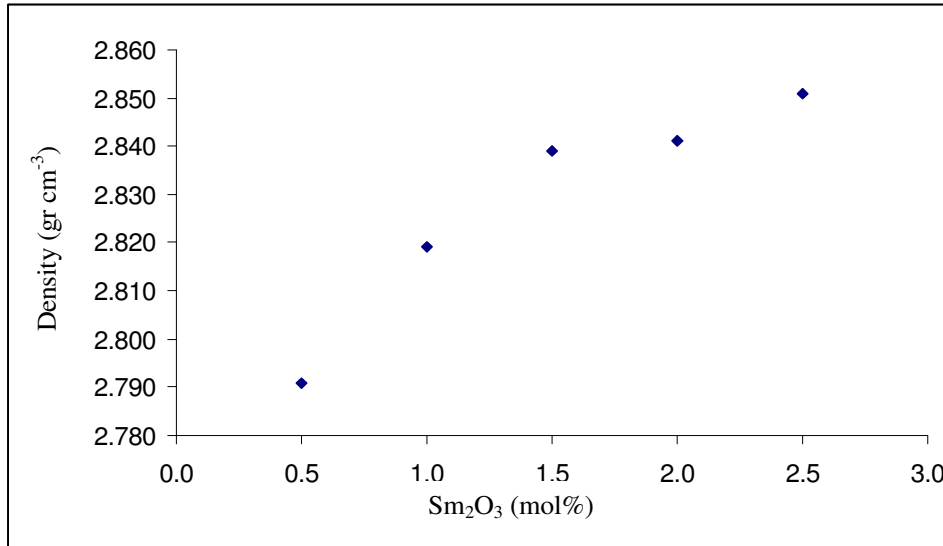
### Massa Jenis Kaca

Massa jenis kaca selain dipengaruhi oleh komposisi dari bahan pembentuk kaca, juga dipengaruhi oleh faktor yang lain seperti kesan terma, perubahan fasa, pengkristalan dan kesan sinaran [7]. Namun demikian faktor yang paling mempengaruhi massa jenis kaca adalah komposisi kaca tersebut. Disini akan dibahas pengaruh penambahan  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  terhadap massa jenis kaca berasaskan  $\text{P}_2\text{O}_5 - \text{Sm}_2\text{O}_3 - \text{MnO}_2$ .

**Tabel 2:** Pengaruh penambahan  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  terhadap massa jenis kaca berasaskan  $\text{P}_2\text{O}_5 - \text{Sm}_2\text{O}_3 - \text{MnO}_2$

Nomor Sampel	Komposisi $\text{Sm}_2\text{O}_3$ (mol%)	Masa jenis, $\rho$ ( $\text{gr cm}^{-3}$ )
S-8	0.5	$2.791 \pm 0.014$
S-9	1.0	$2.819 \pm 0.013$
S-10	1.5	$2.839 \pm 0.014$
S-11	2.0	$2.841 \pm 0.023$
S-12	2.5	$2.851 \pm 0.013$

Pada Tabel 2, ditunjukkan pengaruh penambahan  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  terhadap ketumpatan kaca berasaskan  $\text{P}_2\text{O}_5 - \text{Sm}_2\text{O}_3 - \text{MnO}_2$ . Nilai massa jenis kaca dihitung dengan menggunakan persamaan seperti pada persamaan (2.1). Dari Tabel 2, hubungan antara massa jenis kaca dan kandungan  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  dapat diplotkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2:** Plot massa jenis terhadap prosentase mol (mol%) penambahan  $\text{Sm}_2\text{O}_3$

Dari Gambar 2, dapat dilihat dengan jelas bahawa nilai massa jenis meningkat dengan pertambahan komposisi  $\text{Sm}_2\text{O}_3$ . Massa jenis kaca bertambah disebabkan susunan kaca semakin rapat dan padat dengan adanya penambahan komposisi  $\text{Sm}_2\text{O}_3$ .

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa sistem kaca berdasaskan  $\text{P}_2\text{O}_5 - \text{Sm}_2\text{O}_3 - \text{MnO}_2$  telah berhasil dibuat dengan menggunakan tekink *melt quenching*. Massa jenis untuk kaca berasaskan  $\text{P}_2\text{O}_5 - \text{Sm}_2\text{O}_3 - \text{MnO}_2$  dipengaruhi oleh komposisi  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  yang mana menyebabkan massa jenis kaca bertambah dengan pertambahan komposisi  $\text{Sm}_2\text{O}_3$ .

### **Ucapan Terima Kasih**

Saya mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. rahim Sahar dan PM. Dr. Supar Rohani yang telah membimbing saya selama penelitian. Selain itu saya juga mengucapkan terima kasih kepada MOSTI melalui VOT nomor 32475 yang membiayai penelitian ini.

### **Daftar Pustaka**

- William Ellis. (1994). *“More Glitter in Glass”*. The Star. 7-9
- Subbalakshmi, P. and Veeraiah, N. (2003). *J. Non-Cryst. Solids*. 54 : 1027-1035
- Shih, P. Y. (2004). *J. Non-Cryst. Solids*. 84: 151-156
- Shih, P. Y. Yung, S. W. Chin, T. S. (1998). *J. Non-Cryst. Solids*. 224: 143-152
- Xiaoyan Yu. Delbert E. Day. Gary J. Long. Richard K. Brow. (1997). *J. Non-Cryst. Solids*. 215: 21-31
- Khattak, G. D. Khawaja, E. E. Wenger, L. E. Thompson, D. J. Salid, M. A. Hallak, A. B. Daous, M.A. (1996). *J. of Non-Cryst.Solids*, 194:1
- Selby, J.E. (1997). *“Introcdution to Glass Science and Technology”*. Letchworth:The Royal Society of Chemistry. 133-213