

## FABRIKASI DAN KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK KACA MAGNETIK BERBASIS BARIUM FERIT

Lilik Hadi Kholilul Rohman, Agus Yulianto, Sulhadi

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang,

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Novemberr 2012  
Disetujui November 2012  
Dipublikasikan Mei 2013

Kata kunci:  
Barium ferit  
kaca bekas (cult)  
*furnace*

### Abstrak

Pembuatan dan karakterisasi kaca magnetik telah berhasil dilakukan dengan menggunakan bahan kaca jendela bekas (cult) dicampur dengan barium ferit ( $BaO.6Fe_2O_3$ ). Pembuatan kaca magnetik dilakukan menggunakan teknik cetak yang kemudian dipanaskan menggunakan furnace dengan suhu  $700^{\circ}C$ . Bahan cult dicampur dengan bahan serbuk magnet menggunakan mortal kemudian ditambah PVA baru dicetak menggunakan *Hydraulic* press dengan tekanan maksimum selama kurang lebih 3 menit. Hasil cetakan (pellet) langsung dipanaskan dengan menggunakan furnace pada suhu  $700^{\circ}C$  selama 45 menit. Kaca magnetik yang dihasilkan kemudian dihaluskan permukaannya dengan menggunakan kertas ampelas 500cc dan 1000cc. Pengujian sifat mekanik kaca magnetik diukur dengan menggunakan alat California Bearing Ratio. Nilai uji kuat tekan menurun pada komposisi barium ferit sebesar 0,5% - 1%, sedangkan pada komposisi barium ferit sebesar 1% - 1,5% nilai uji kuat tekan naik. Pada komposisi barium ferit sebesar 1% nilai uji kuat tekan yang paling rendah, hal ini dipandang sebagai gejala anomali yang perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Kaca magnetik dapat dihasilkan secara efektif dengan komposisi barium ferit sebesar 0,5% - 1,5%.

### Abstract

## PENDAHULUAN

Teknologi keramik telah dikenal sejak lama dalam peradaban manusia. Bentuk sederhana dari keramik adalah berupa benda-benda gerabah yang terbuat dari lempung, baik diproses melalui pembakaran ataupun tidak. Seiring dengan kemajuan teknologi, saat ini bahan keramik telah dikembangkan menjadi berbagai produk modern dengan keunggulan sifat yang sangat variatif. Kaca termasuk salah satu produk keramik modern yang memiliki bidang pemakaian sangat luas (Doremus, 1973).

Penggunaan kaca yang sangat banyak di berbagai keperluan manusia menuntut produksi bahan ini dalam jumlah yang sangat besar. Jumlah produksi yang sangat besar tersebut menimbulkan dampak pada lingkungan sebab kaca tidak bersifat korosif (Mallawany, 2002). Kaca-kaca bekas (disebut *cult*) yang sudah tidak terpakai lagi merupakan limbah yang tidak akan terurai secara alamiah oleh pengurai organik. Dengan demikian diperlukan berbagai penanganan alternatif untuk menjadikan limbah kaca dapat dikembalikan ke alam secara aman atau mengolahnya kembali menjadi produk yang berdaya guna.

Kebutuhan bahan magnet terus meningkat sesuai dengan tuntutan aplikasinya. Aplikasi bahan magnet yang meluas diberbagai bidang mendorong dikembangkannya bahan magnet yang memenuhi sifat-sifat yang diinginkan, inovatif dan memiliki daya saing (Sudirman, 2001). Untuk memenuhi sifat-sifat yang diinginkan tersebut, saat ini banyak dikembangkan sistem produksi magnet dalam bentuk komposit. Magnet jenis ini dibuat dengan mencampur serbuk bahan magnet dengan bahan pengikat bukan magnet.

Dalam kurun waktu tahun 2003–2007 di salah satu unit Laboratorium Jurusan Fisika telah dilakukan kajian secara intensif mengenai mineral alam pasir besi. Mineral ini telah diolah menjadi serbuk magnet ferit berupa Barium dan stronsium ferit (Yulianto, 2003). Serbuk magnet barium heksaferit ( $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) tersebut telah diolah lebih lanjut menjadi magnet komposit dengan pengikat semen portland (Jatiutoro, 2007). Kedua jenis magnet komposit yang telah dihasilkan memiliki sifat magnetik yang cukup baik untuk dapat dimanfaatkan pada produk-produk industri seperti produk magnet mainan

anak serta magnet core pada lampu dan motor DC. Beberapa hasil yang telah diperoleh tersebut mendorong untuk dilakukan eksplorasi bahan perekat lain. Hal inilah mendorong dilakukannya penelitian tentang pembuatan kaca magnetik berbasis barium ferit.

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian fabrikasi dan karakterisasi sifat mekanik kaca magnetik berbasis barium ferit. Penggunaan serbuk magnet sebagai doping akan menghasilkan produk kaca yang bersifat unik dan unggul. Disamping itu, kaca bekas mudah untuk didapatkan dan tidak perlu mengeluarkan biaya. Bahan penyusun kaca magnetik yang lainnya, yaitu barium ferrite yang merupakan kelompok bahan ferit (heksaferit) di mana bahan penyusun utamanya adalah  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang merupakan hasil sampingan (limbah) dari proses industri baja di Indonesia (Sudirman dkk, 2002).

## METODE

Eksperimentasi dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu penggerusan dan penyaringan kaca bekas (*cult*), menyiapkan serbuk magnet, pencampuran kedua bahan dan digerus dengan mortal, kemudian pencetakan dengan Hydraulic press, serta proses oksidasi dengan tungku pemanas, dilanjutkan dengan karakterisasi hasil.

Bahan dasar *cult* (kaca jendela) dihancurkan kemudian dihaluskan dengan cara digerus dengan menggunakan mortal sampai halus. Pada proses penggerusan mortal ditutup dengan kain agar pecahan kaca tidak mengenai bagian tubuh. Selain itu menggunakan masker agar pecahan kaca yang sangat halus tidak masuk ke dalam hidung.

Menyaring berarti memisahkan suatu bahan dengan menuangkannya melalui saringan sehingga didapat butir-butir dengan ukuran tertentu. Penyaringan dimaksudkan untuk menghasilkan butir dengan ukuran tertentu, agar dapat diolah lebih lanjut. Pada proses penyaringan, bahan dibagi menjadi bahan kasar yang tertinggal di atas saringan dan bahan lebih halus yang lolos melalui saringan. Bahan yang tertinggal hanyalah partikel-partikel yang berukuran lebih besar daripada lubang saringan, sedangkan bahan yang lolos berukuran lebih kecil daripada lubang saringan (Bernasconi, 1995). Sebelum kedua bahan dasar dicampur terlebih dahulu

kaca disaring dengan menggunakan penyaring teh. Kedua bahan dasar terlebih dahulu ditimbang dengan menggunakan timbangan digital, dengan komposisi bahan seperti pada Tabel 1. Masing-masing sampel mempunyai massa awal 3 gram.

Kedua bahan dasar yang telah ditimbang sesuai dengan komposisi masing-masing kemudian dicampur secara kering di dalam mortal dan disertai dengan penggerusan. Kemudian ditambahkan PVA beberapa tetes hingga campuran agak basah. Penambahan PVA disini sebagai perekat yang nantinya akan melebur pada suhu 200°C pada saat pemanasan.

Masing-masing sampel tersebut kemudian dicetak menggunakan Hydraulic press. Serbuk yang akan dicetak dimasukkan ke dalam cetakan (dies) berbentuk silinder yang terbuat dari besi dengan diameter 2,50 cm, kemudian dipress (ditekan) secara mekanik pada tekanan maksimum alat press selama 1 menit, sehingga serbuk tersebut

Tabel 1. Komposisi *cult* dan serbuk magnet barium ferit.

Komposisi bahan	Komposisi I	Komposisi II	Komposisi III	Komposisi IV	Komposisi V
<i>Cult</i>	99,5 %	99,25 %	99 %	98,75 %	98,5 %
BaO.6Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 %	0,75 %	1 %	1,25 %	1,5 %

berbentuk silinder tipis (pellet).

Pellet yang dihasilkan kemudian dipanaskan dengan menggunakan furnace sampai titik leleh kaca jendela yaitu pada suhu 700°C. Setelah mencapai suhu 700°C furnace dipertahankan dahulu sampai kira-kira 45 menit supaya pellet dapat meleleh seluruhnya. Setelah 45 menit kemudian furnace diturunkan sampai suhu ruangan.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$P = 39,3850 \times X^{0,94} \text{ lbf}$$

$$P = 0,45359 \times 39,3850 \times X^{0,94} \text{ kg}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

Keterangan:

$\sigma$  = nilai kuat tekan sampel magnet komposit (kg/cm<sup>2</sup>)

$P$  = berat beban (kg)

$A$  = luas penampang sampel magnet komposit (cm<sup>2</sup>)

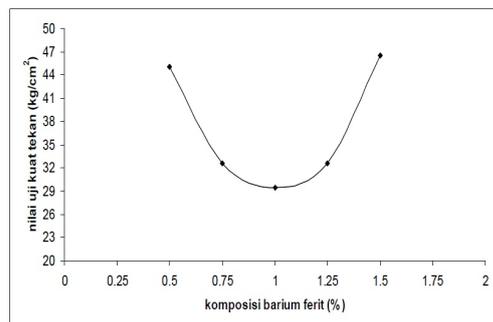
$X$  = pembacaan dial (cm)

$d$  = diameter sampel magnet komposit (cm)

Pengujian sifat mekanik dari bahan yang dihasilkan untuk mengetahui daya tahan hasil sampel kaca magnet terhadap penetrasi. Pengujian menggunakan alat California Bearing Ratio. Nilai kuat tekan sampel kaca magnetik dihitung berdasarkan persamaan:

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi sifat mekanik berupa uji kuat tekan dari kaca magnetik yang dihasilkan dengan menggunakan alat California Bearing Ratio yang terdapat di Teknik Sipil UNNES. Hasil uji kuat tekan terhadap 5 sampel kaca magnetik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva hubungan nilai uji kuat tekan kaca magnetik dengan komposisi barium ferit.

Dari hasil uji kuat tekan yang dilakukan terhadap kaca magnetik dengan 5 komposisi barium ferit (BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) antara 0,5% – 1,5% dapat menghasilkan kaca magnetik secara baik dan efektif. Nilai uji kuat tekan yang dihasilkan berkisar antara 29,5 – 46,6 kg/cm<sup>2</sup> (Gambar 1). Pada komposisi barium ferit (BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) antara 0,5% - 1% nilai uji kuat tekan menurun dan pada komposisi barium ferit (BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) antara 1% - 1,5% nilai uji kuat tekan naik. Pada komposisi barium ferit (BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 1% nilai uji kuat tekan yang dihasilkan paling rendah yaitu 29,5 kg/cm<sup>2</sup>. Hal ini dipandang sebagai gejala anomaly yang perlu dilakukan penelitian lebih lanjut lagi.

### SIMPULAN

Kaca magnetik dapat dibuat dengan cara mencetak dan memanaskan campuran antara bahan kaca bekas (*cult*) dengan bahan serbuk magnet barium ferit (BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Pada komposisi barium ferit sebesar 0,5%, 0,75%, 1%, 1,25%, 1,5% dapat menghasilkan kaca magnetik secara baik dan efektif. Pada komposisi bahan serbuk magnet barium ferit sebesar 1% diperoleh nilai uji kuat tekan yang paling rendah, hal ini dipandang sebagai gejala anomaly yang perlu dilakukan penelitian lebih lanjut lagi. Variasi komposisi

serbuk magnet berpengaruh terhadap nilai uji kuat tekan yang dihasilkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bernasconi, Gerster, Hauser, Stauble, Schneider. 1995. Teknologi Kimia bagian 1. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Bernasconi, Gerster, Hauser, Stauble, Schneider. 1995. Teknologi Kimia bagian 2. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Doremus, R. 1973. Glass Science. Canada : John Wiley and Sons.
- El-Mallawany, Raouf A.H. 2002. Tellurite Glasses Handbook (Physical Properties and Data). Florida: CRC Press.
- Jatiutoro, Purwo. 2006. Pembuatan dan Karakterisasi Magnet Komposit Dari Bahan Magnet Barium Heksaferit ( $BaO.6Fe_2O_3$ ) Dengan Bahan Pengikat Semen Portland. Skripsi. Jurusan Fisika FMIPA UNNES : Semarang.
- Sudirman, Ridwan, Mujamilah, H.Julaiha, E.Hayati. 2001. Analisis Sifat Mekanik dan Magnetik Magnet Komposit Berbasis Heksaferit  $SrFe_{12}O_{19}$  dengan matriks Polipropilena dan Polietilena, Jurnal Sains Materi Indonesia vol.3 No.2. Tangerang: Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) BATAN.
- Sudirman, Ridwan, Mujamilah, S.Budiman, F.E.Putri. 2002. Studi Elastoferit Berbasis Etil Vinil Asetat (EVA) dan Elastomer Termoplastik (ETP) dan Pengujian Sifat Mekanik, Struktur Mikro dan Magnetiknya. Jurnal Sains Materi Indonesia vol.3 No.2. Tangerang: Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) BATAN.
- Yulianto. A., S. Bijaksana, dan W. Loeksmanto. 2002. Karakterisasi Magnetik dari Pasir Besi Cilacap, Jurnal Fisika HFI Vol. A5 No.0527. Tangerang: Himpunan Fisika Indonesia.
- Yulianto. A., S. Bijaksana, W. Loeksmanto dan D. Kurnia. 2003. Produksi Hematit ( $Fe_2O_3$ ) dari Pasir Besi Pemanfaatan Potensi Alam Sebagai Bahan Industri Berbasis Sifat Kemagnetan, Jurnal Sains Materi Indonesia. Jakarta: BATAN.