

KARAKTERISASI TERMAL BAHAN MAGNETIK SISTEM $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ ($0 < X < 0,7$) SEBAGAI BAHAN ABSORBER GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

Sugik Sugiantoro dan Wisnu Ari Adi

Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN) - BATAN
Kawasan Puspiptek, Serpong 15314, Tangerang Selatan

ABSTRAK

KARAKTERISASI TERMAL BAHAN MAGNETIK SISTEM $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ ($0 < X < 0,7$) SEBAGAI BAHAN ABSORBER GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK. Telah dilakukan karakterisasi termal bahan magnetik sistem $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ dengan ($x = 0, 0,3, 0,5$ dan $0,7$) hasil proses *mechanical alloying*. Bahan magnetik ini dibuat dari oksida penyusun BaCO_3 , La_2O_3 , dan MnCO_3 . Campuran di milling selama 10 jam. Hasil karakterisasi termal secara keseluruhan percobaan didapatkan bahwa puncak dekomposisi karbonat terjadi pada suhu 400°C dan puncak pembentukan $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ terjadi pada suhu kurang lebih 830°C dengan sistem perbandingan yang ideal adalah $\text{La} = 0,7$ dan $\text{Ba} = 0,3$ sedangkan suhu *sintering* dapat dilakukan pada suhu diatas 900°C .

Kata kunci: Ba-La Manganite, Dekomposisi, Karakterisasi termal dan magnetik

ABSTRACT

THERMAL CHARACTERIZATION OF $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ SYSTEM MAGNETIC MATERIALS AS ELECTROMAGNETIC WAVE ABSORBER MATERIAL ($0 < X < 0,7$). Thermal characterization of $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ system magnetic materials with ($x = 0, 0.3, 0.5,$ and 0.7) the result of mechanical alloying process have been performed. This magnetic material is prepared by oxides, namely BaCO_3 , La_2O_3 , and MnCO_3 . The mixture was milled for 10 h. The result of thermal characterization showed that peak of carbonate decomposition occurred at 400°C and the formation peak of $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ phase occurred at about 830°C with an ideal composition of La and Ba was 0.7 and 0.3, respectively. And the sintering temperature could be carried out at temperature of above 900°C .

Keywords: Ba-La manganite, Decomposition, Thermal characterization and magnetic

PENDAHULUAN

Sejak tahun 1988, *magnetoresistance* telah menjadi topik yang menarik dari bahan magnetik. *Giant Magneto Resistance (GMR)* ditemukan pada lapisan film dan butiran film. Namun dengan ditemukannya *Colossal MagnetoResistance (CMR)* maka bahan *MagnetoResistance (MR)* menjadi lebih menarik. Diantara bahan *MR* yang banyak digunakan adalah *perovskite* manganit atau LaMnO_3 . Untuk mendapatkan *MR* dengan medan magnet tinggi sensitivitas pada suhu kamar. Oleh sebab itu pada bahan *perovskite* manganit tersebut dilakukan *doping* menggunakan Barium (*LBMO*), Strontium (*LSMO*) dan Calcium (*LCMO*) dengan perbandingan tertentu.

Perovskite fasa oksida logam menunjukkan berbagai sifat fisik menarik yang meliputi feroelektrik, dielektrik, piroelektrik dan sifat piezoelektrik. Sifat fisik yang berbeda dari *perovskite* fasa bahan yang berhubungan dengan transisi fasa mereka, yang pada gilirannya sensitif terhadap variabel seperti komposisi

kimia, kemurnian, jumlah permukaan dan cacat masal, ukuran butir dan kondisi *sintering*. Oleh karena itu, kebutuhan untuk mengontrol parameter-parameter ini sangat penting untuk pengendalian kualitas yang efektif dari perangkat yang dihasilkan oleh bahan tersebut.

Penggunaan untuk materi ini didasarkan pada dielektrik intrinsik mereka, sifat feroelektrik, piezoelektrik, dan piroelektrik relevansi dalam aplikasi elektronik yang sesuai seperti perangkat elektromekanis, transduser, kapasitor dan aktuator.

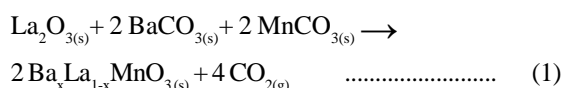
Adapun aplikasi untuk peralatan elektronik yang bekerja pada frekuensi tinggi seperti penguat sinyal (amplifier), dapat memiliki masalah pada emisi suara frekuensi tinggi, yaitu sering mengalami interferensi atau gangguan gelombang elektromagnetik (*EMI*). Untuk meredam munculnya interferensi tersebut diperlukan bahan absorber yang dapat menyerap gelombang elektromagnetik tersebut. Prasyarat yang diperlukan sebagai bahan absorber gelombang elektromagnetik

adalah bahan ini memiliki permeabilitas yang tinggi (*magnetic loss properties*) dan permitivitas yang tinggi (*dielectric loss properties*).

Pengembangan bahan magnet untuk bahan absorber adalah bahan magnet berbasis *manganate system perovskite* ABO_3 yang memiliki permitivitas yang relatif tinggi. Bahan ini memiliki keunggulan permitivitasnya yang tinggi. Sehingga diharapkan dengan rekayasa bahan dapat dimanfaatkan menjadi bahan unggul untuk aplikasi absorber gelombang elektromagnetik.

Pada penelitian ini dilakukan modifikasi bahan *lanthanum manganite sistem perovskite* ($LaMnO_3$). Modifikasi bahan ini adalah dengan mensubstitusi atom Lanthanum dengan atom Barium. Sehingga diharapkan kehadiran Barium dapat mempengaruhi jumlah keberadaan *coupling* Mn^{3+}/Mn^{2+} berkontribusi terhadap sifat magnetik pada bahan ini. Namun pengaruh penambahan unsur barium ke dalam Lanthanum ini dimungkinkan memiliki batasan-batasan tertentu. Karena diduga tidak semua atom Barium ini dapat menggantikan posisi atom lanthanum.

Bahan *magnetic lanthanum manganite* dengan substitusi barium disintesis menggunakan metode reaksi padatan yang terdiri dari oksida-oksida penyusun yaitu $BaCO_3$, La_2O_3 , dan $MnCO_3$. Perlakuan pencampuran bahan-bahan dasar tersebut dengan jumlah perbandingan massanya digunakan prinsip stoikiometri sesuai reaksi pada Persamaan (1):



Dengan variasi fraksi berat penambahan unsur Barium ke dalam Lanthanum adalah $x = 0, 0,3, 0,5$ dan $0,7$.

Karakterisasi termal bertujuan untuk mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi pada bahan oksida penyusun *magnetic lanthanum manganite* karena pengaruh termal. Hal tersebut dilakukan agar dapat diketahui perlakuan suhu untuk *sintering* bahan *magnetic lanthanum manganite dopping* Barium yang optimum sehingga diharapkan dapat menghasilkan bahan $La_{1-x}Ba_xMnO_3$.

METODE PERCOBAAN

Bahan dasar yang digunakan pada pembuatan $La_{1-x}Ba_xMnO_3$ adalah $BaCO_3$, La_2O_3 , dan $MnCO_3$ dari produk *Merck* dengan kemurnian lebih dari 99,9 %.

Ketiga bahan dasar tersebut dicampur menggunakan alat *High Energy Milling (HEM)* Spex 8000. *HEM* ini berada di laboratorium Bidang Karakterisasi dan Analisis Nuklir (BKAN), Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN)-BATAN dengan *normal speed* = 1400 rpm, *run time* = 90 menit, *of time* = 30 menit, dan *on of cycle* = 1 kali. Dimensi *vial HEM*, panjang 7,6 cm dan diameter 5,1 cm. Sedangkan

diameter *ball mill* sebesar 10 mm, terbuat dari bahan *stainless steel*. Campuran ini ditambahkan etanol dan *dimilling* selama 10 jam pada suhu ruang.

Karakterisasi termal dilakukan dengan menggunakan alat *Simultaneous Thermal Analyzer* buatan Setaram tipe TAG 24S. Perlakuan karakterisasi termal pada bahan hasil sintesis $La_{1-x}Ba_xMnO_3$ dilakukan dengan cara memasukkan sejumlah 40 mg hingga 50 mg sampel kedalam wadah kemudian dipanaskan hingga suhu 900 °C dengan kecepatan pemanasan 10 °C permenit menggunakan atmosfer argon.

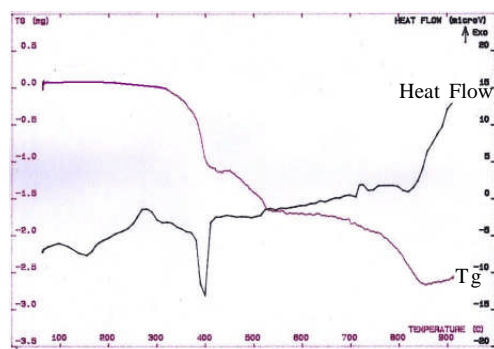
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan bahan dasar $LaMnO_3$ pada penelitian ini adalah dengan mencampurkan La_2O_3 dan $MnCO_3$ secara stoikiometri dengan seperangkat alat *HEM* yang selanjutnya dilakukan karakterisasi termal, hasilnya seperti terlihat pada Gambar 1.

Hasil karakterisasi termal pada Gambar 1. terlihat adanya beberapa puncak kurva endotermik dan eksotermik pada kurva *heat flow* serta kurva penurunan berat pada kurva *TG*. Dari Gambar 1 kurva *heat flow* metunjukkan adanya puncak endotermik yang terjadi pada suhu 90 °C hingga 190 °C. Puncak tersebut mengindikasikan adanya sisa dari etanol sebagai pelarut yang digunakan pada proses pencampuran La_2O_3 dan $MnCO_3$. Karena jumlah etanolnya yang sangat kecil maka pada kurva *TG* tidak nampak adanya penurunan.

Pada puncak eksotermis yang terjadi pada suhu kurang lebih 270 °C hingga suhu 300 °C merupakan puncak perubahan susunan kristal dari $MnCO_3$ sebelum terjadi degradasi $MnCO_3$ menjadi MnO .

Puncak endotermis yang terjadi pada suhu 390 °C hingga 410 °C mengindikasikan adanya degradasi dari $MnCO_3$. Pada suhu 390 °C hingga 410 °C mulai terjadi pelapasan CO_2 . Kejadian tersebut berlanjut pada suhu suhu kurang lebih 460 °C hingga 520 °C. Hal tersebut diindikasikan pula dengan adanya penurunan berat yang terjadi pada kurva *TG*. Dekomposisi $MnCO_3$ terjadi pada 310 ~ 400 °C dalam atmosfer nitrogen, dekomposisi terbesar terjadi pada 370 °C, sedangkan untuk atmosfer udara biasa suhu dekomposisinya lebih rendah 10 °C dibandingkan dengan menggunakan nitrogen [4].



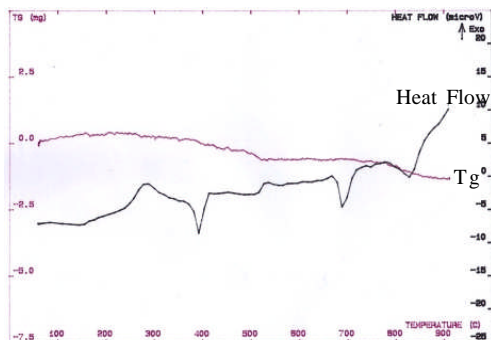
Gambar 1. $LaMnO_3$ sebelum *sintering*

Perubahan yang terjadi pada suhu antara 700 °C hingga 750 °C diindikasikan mulai terjadinya perubahan susunan ikatan La_2O_3 kemudian membentuk ikatan dengan MnO . Pada suhu 700 °C hingga 750 °C secara perlahan mulai terjadi pelepasan oksigen dengan diindikasikan adanya awal penurunan berat pada kurva TG-nya hal tersebut berlanjut hingga suhu 860 °C. Pada kurva *heat flow* pada suhu 800 °C hingga 860 °C terjadi pembentukan $\text{La}_{1-x}\text{MnO}_{3\pm\delta}$.

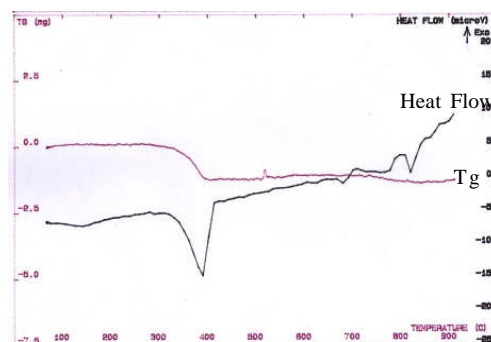
Pengaruh penambahan Barium ke dalam LaMnO_3 ditunjukkan oleh Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4. Pada percobaan ini BaCO_3 , La_2O_3 , dan MnCO_3 dicampur sesuai dengan cara kerja di atas dengan menggunakan variasi perbandingan sesuai fraksi berat stoikiometri antara La dan Ba, selanjutnya dikarakterisasi termal.

Pada perbandingan La = 0,7 dan Ba = 0,3 hasilnya ditunjukkan pada Gambar 2. Puncak-puncak yang dihasilkan masih sama halnya seperti Gambar 1. Sebagian besar masih dipengaruhi oleh puncak kurva La_2O_3 dan MnCO_3 . Pada suhu 90 °C hingga 190 °C puncak tersebut merupakan adanya sisa dari etanol sebagai pelarut yang digunakan pada proses pencampuran, kemudian pada 270 °C hingga 300 °C merupakan puncak perubahan susunan kristal dari MnCO_3 sebelum terjadi degradasi MnCO_3 menjadi MnO . Puncak endotermis yang terjadi pada 380 °C hingga 400 °C mengindikasikan adanya degradasi dari MnCO_3 dan BaCO_3 yang disertai pelepasan ikatan CO_2 .

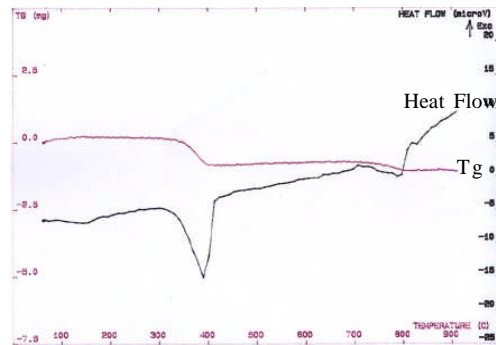
Puncak endotermis yang terjadi pada suhu kurang lebih 680 °C hingga 710 °C mengindikasikan puncak dari Barium yang mulai meleleh. Pada puncak selanjutnya



Gambar 2. $\text{La}_{0,7}\text{Ba}_{0,3}\text{MnO}_3$ sebelum sintering



Gambar 3. $\text{La}_{0,5}\text{Ba}_{0,5}\text{MnO}_3$ sebelum sintering



Gambar 4. $\text{La}_{0,3}\text{Ba}_{0,7}\text{MnO}_3$ sebelum sintering

pada 780 °C hingga 850 °C mengindikasikan mulai terjadi pembentukan ikatan $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$.

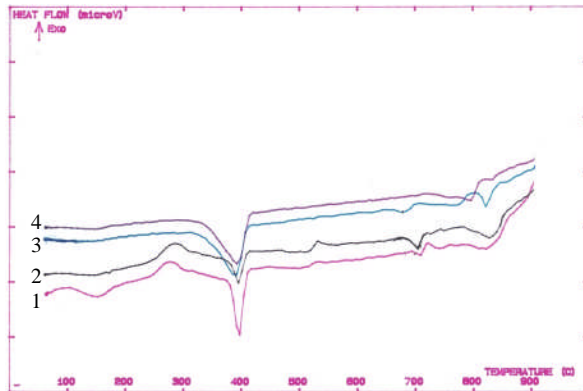
Pengaruh penambahan Barium dengan perbandingan La= 0,5 dan Ba = 0,5 hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3. Puncak endotermis yang terjadi pada 360 °C hingga 400 °C mengindikasikan adanya degradasi dari MnCO_3 dan BaCO_3 , yang disertai pelepasan ikatan CO_2 mengingat jumlah karbonat yang ada pada BaCO_3 bertambah dan karbonat dari MnCO_3 seperti puncak *heat flow* pada Gambar 2 tersebut terlihat besar dan melebar, hal tersebut ditandai pula oleh adanya penurunan berat pada kurva TG.

Pada 700 °C hingga 770 °C mulai terjadi perubahan ikatan BaO sebelum terjadi pelelehan barium. Selanjutnya pada 680 °C hingga 700 °C BaO mulai meleleh yang disertai dengan pelepasan ikatan sebagian oksigen, hal ini diindikasikan dengan adanya penurunan berat pada kurva TG. Pada puncak yang terjadi pada 800 °C hingga 840 °C mulai terjadi pembentukan ikatan antara La, Ba dan MnO_3 menjadi $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$.

Pengaruh penambahan Barium dengan perbandingan La= 0,3 dan Ba = 0,7 hasilnya ditunjukkan pada Gambar 4. Perbandingan jumlah Barium yang lebih besar dibandingkan jumlah Lantanum maka puncak yang dominan adalah puncak dekomposisi karbonat dan pelelehan Barium, yang dilanjutkan dengan pembentukan $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$. Hasil ditunjukkan kurva *heat flow* pada Gambar 4. Dekomposisi karbonat terjadi pada 300 °C hingga 400 °C. Hal tersebut ditunjukkan adanya perubahan penurunan berat pada kurva TG yang mengindikasikan berkurangnya jumlah CO_2 .

Pada tahapan selanjutnya yang terjadi pada 700 °C hingga 800 °C adalah proses terjadinya perubahan ikatan Barium oksida karena pada kisaran suhu 725 °C barium mengalami pelelehan. Dilanjutkan pembentukan ikatan dengan LaMnO_3 membentuk $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$. Pada jangkauan suhu tersebut mulai terjadi perubahan ikatan Barium oksida disertai dengan pelepasan oksigen sehingga terjadi penurunan berat. Hal tersebut dapat dilihat dengan adanya penurunan berat pada kurva TG.

Pola *heat flow* secara keseluruhan dari pengaruh penambahan barium pada sistem LaMnO_3 melalui proses pencampuran serbuk BaCO_3 , La_2O_3 , dan MnCO_3 hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5. Dari Gambar tersebut



Keterangan:

- | | |
|---|---|
| 1. $\text{La}_{1-x}\text{MnO}_{3+\delta}$ | 2. $\text{La}_{0,7}\text{Ba}_{0,3}\text{MnO}_3$ |
| 3. $\text{La}_{0,5}\text{Ba}_{0,5}\text{MnO}_3$ | 4. $\text{La}_{0,3}\text{Ba}_{0,7}\text{MnO}_3$ |

Gambar 5. Difraktogram $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$

ditunjukkan bahwa secara keseluruhan puncak dekomposisi dari karbonat terjadi pada 400 °C sedangkan puncak pembentukan $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ terjadi pada 830 °C.

Pengaruh penambahan Barium mulai terlihat pada kurva *heat flow* 3 dan *heat flow* 4 yang terjadi pada 800 °C hingga 850 °C. Pada kurva *heat flow* 3 pada suhu tersebut terlihat adanya puncak ganda. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh penambahan perbandingan Barium yang mengalami kelebihan sehingga berpengaruh pada proses pembentukan $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ yang ideal. Sedangkan pada kurva *heat flow* 4 dominasi kelebihan jumlah Barium dalam perbandingan mengakibatkan pergeseran puncak pembentukan $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$.

Dari hasil percobaan secara keseluruhan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5. Data perbandingan antara Lantanum dan Barium yang ideal seperti ditunjukkan oleh kurva *heat flow* 2 yaitu dengan perbandingan $\text{La} = 0,7$ dan $\text{Ba} = 0,3$. Pada gambar tersebut juga diperlihatkan bahwa perlakuan termal pada sampel hingga suhu 900 °C sudah ditunjukkan adanya pembentukan sistem $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ dari hal tersebut suhu *sintering* dapat dilakukan diatas suhu 900 °C.

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa puncak dekomposisi karbonat terjadi pada 400 °C dan puncak pembentukan sistem $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ terjadi pada 830 °C dengan sistem perbandingan yang ideal $\text{La} = 0,7$ dan $\text{Ba} = 0,3$ sedangkan suhu *sintering* dapat dilakukan pada suhu diatas 900 °C.

DAFTAR ACUAN

- [1]. CHEN ZHIGAO, et al., *Rare Metal Materials And Engineering*, **33** (10) (2004)
- [2]. AP RAMIREZ, *J. Phys Condens. Matter*, **9** (1997) 8171-8199
- [3]. JUN ZHANG, et al., *Physical Review B*, **64** (tahun?) 184404
- [4]. G DEZANNEAU , A SIN , et al., *Saloid State Communication*, **121** (2002) 133-137
- [5]. M. A. PENˆA and J. L. G. FIERRO, *Chem. Rev.* **2001**, *101*, 1981-2017
- [6]. J. L. COHN, *Journal of Superconductivity Incorporating Novel Magnetism*, **13** (2) 2000
- [7]. R. ZENATI, et al., *J. Solid State Chem.* **119** (1995) 191-196.
- [8]. VIKRAM SEN, et al., *Physica B*, **405** (2010) 1-4
- [9]. SHOGO MIYOSHIA, et al., *Solid State Ionics*, **161** (2003) 209-217
- [10]. RYO MAEZONO, SUMIO ISHIHARA and NAOTO NAGAOSA., *Physical Review B*, **58** (11) (1998) 583
- [11]. B.V.SLOBODIN, L.L.SURAT, E.V.VLADIMIROVA, *Journal of Alloys and Compounds*, **335** (2002) 115-119
- [12]. C. ARUTA, et al., *Journal of Applied Physics* **100**, 023910 (2006)
- [13]. DAVID L. BISH, JEFFEREY E. POST, *American Mineralogist*, **74** (1989) 177-186