

ISSN : 0854 - 5405



# *Jurnal* **KERAMIK DAN GELAS INDONESIA**

JOURNAL OF THE INDONESIAN CERAMICS AND GLASS

Vol. 26 No. 2 Desember 2017



KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI

## **BALAI BESAR KERAMIK**

JKGI	VOL. 26	No. 2	Hal. 52 - 113	Bandung Desember 2017	ISSN 0854 - 5405
------	---------	-------	---------------	--------------------------	---------------------

Terakreditasi No: 658/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

*Jurnal*

# KERAMIK DAN GELAS INDONESIA

JOURNAL OF THE INDONESIAN CERAMICS AND GLASS

Vol. 26 No. 1 Juni 2017

Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia adalah majalah ilmiah yang diterbitkan dua kali dalam setahun untuk menyebarkan hasil-hasil penelitian dan pengembangan serta ulasan ilmiah tentang keramik dan gelas kepada lembaga penelitian dan pengembangan, ilmuwan, dan peminat lainnya. Tulisan dalam Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia dapat dikutip dengan menyebutkan sumbernya.

Penanggung Jawab  
Kepala Balai Besar Keramik  
Ir. Supomo, M.Sc

Editor in Chief  
Ir. Hernawan, MT

Tim Penilai Kelayakan/Mitra Bestari  
DR. Handoko Setyo Kuncoro, ST, MT, M.Eng, Ph.D  
Dr. Eneng Maryani, S.Si, MT  
Dra. Sri Cicih Kurniasih, M.Si  
Drs. Fanani Hamzah, MS  
Dra. Naniek Sulistarihani, MS  
DR. Ir. Aristianto Muslim M. Barus, MSCE  
Dr. Diana Rakhmawaty E, M.Si  
Prof. Dr. Ir. Tarzan Sembiring  
Prof. DR. Ir. Bambang Sunendar Purwasasmita, M.Eng  
DR. Aditya Ramelan  
Drs. Suhandha  
Ir. Subari

Alamat  
Balau Besar Keramik  
Jl. Ahmad Yani No. 392 Bandung 40272  
Telp: (022) 7206221, 7207115, 7206296  
Fax: (022) 7205322  
e-mail: keramik@bbk.go.id

Berdasarkan SK LIPI No. 742/E/2012 dan Nomor Akreditasi : 461/AU2/P2MI/LIPI/08/2012  
ditetapkan sebagai majalah berkala ilmiah terakreditasi

**DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
1. Studi Awal Pemanfaatan Limbah Lumpur Pengolahan Ilmenit Sebagai Bahan Magnet <i>Preliminary Study of Utilization of Ilmenite Processing Mud Waste as a Magnet Material</i> Eneng Maryani, Tiar Ramadhan, Herlina Damayanti	52-60
2. Perkembangan Film Tipis Zirkonia: Sifat, Sintesis dan Aplikasi <i>Progress in Zirconia Thin Films: Properties, Synthesis, and Application</i> Ratih Resti Astari dan Rifki Septawendar	61-79
3. Studi Sifat Elektronik Lapisan Nano Tunggal Sic 3c Dengan Metode Perhitungan Prinsip Pertama <i>Study of SiC 3C Single Nano Layer Electronic Properties with First Principle Calculation</i> Muhammad Syaifun Nizar dan Ayu Ratnasari	80-86
4. Sintesis Precipitated Calcium Carbonated Dengan Asam Stearat Sebagai Pengubah Permukaan <i>Synthesis of Precipitated Calcium Carbonated With Acid Stearat As A Surface Modifier</i> Citra Fitriani K, Dede Taufik, Kristanto Wahyudi, dan Hernawan	87-95
5. Pembuatan dan Karakterisasi Material <i>Cutting Tools</i> Alumina Aditif Titania <i>Fabrication and Characterization Cutting Tools Alumina Aditif Titania</i> Maulid Purnawan, Soewanto Rahardjo, dan M. Sobron Lubis	96-102
6. Kesesuaian Sni Dengan Standar Internasional Pada Produk Kloset Duduk Keramik <i>Compatibility of Indonesian National Standard (SNI) to Internastional Standards on WC</i> Nurhidayati, Ratih Resti Astari, Hendra Kustiawan	103-113

## KATA PENGANTAR

Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia Vol.26 No.2 Desember 2017 ini menyajikan 6 (enam) makalah yang ditulis oleh peneliti Balai Besar Keramik dan instansi litbang lainnya. Makalah-makalah tersebut membahas pemanfaatan limbah ilmenite sebagai bahan magnet, kajian film tipis zirconia, simulasi dan perhitungan lebar pita energi lapisan nano tunggal SiC 3C, sintesis *precipitated calcium carbonated* dengan asam stearat sebagai pengubah permukaan, pembuatan material cutting tools alumina aditif titania dan kesesuaian sni dengan standar internasional pada produk kloset duduk keramik.

Pada makalah pertama barium ferri oksida yang dihasilkan termasuk jenis magnet keras karena memiliki nilai koersivitas ( $H_c$ ) = 0,638-0,711 kOe. Karakteristik magnet lainnya yaitu nilai induksi remanen ( $B_r$ ) = 0,16-0,22 kG, energi maksimal ( $B_h$ ) = 0,001-0,01 MGOe dan densitas = 3,43-3,50 g/cm<sup>3</sup>.

Pada makalah kedua mengkaji lapisan film tipis zirconia yang memiliki prospek sangat potensial untuk keramik, seperti konduktor ion oksigen dan sensor oksigen, sebagai lapisan pembatas termal, untuk lapisan penyangga dalam perangkat superkonduktor, laser, bidang katalis, sebagai bahan dielektrik, dan untuk penggunaan di bidang biomedis seperti untuk implan dalam tubuh manusia

Pada makalah ketiga dengan menggunakan prinsip pertama, sifat listrik suatu bahan pada ukuran skala nano dapat diprediksi dengan simulasi komputasi, sifat elektronik lapisan tunggal nano SiC 3C dihitung *density of state* dan struktur pita energi. Hasil komputasi SiC 3C lapisan nano tunggal dengan ukuran 1,3 x 1,3 nm ukuran sel kristal 3x3x1 didapatkan celah pita energi sebesar -1.7 eV mirip dengan semikonduktor tipe p dengan pita konduksi minimum berada 8 eV diatas pita valensi.

Pada makalah keempat menunjukkan persen CaCO<sub>3</sub> meningkat seiring dengan penambahan asam stearat dengan persen tertinggi 99,387 %. dalam bubuk menentukan ukuran butir kapur yang dapat dicapai. Selain itu derajat putih (*whiteness*) dan derajat kecerahan (*brightness*) meningkat secara signifikan seiring dengan penambahan asam stearat, nilai yang tertinggi adalah *whiteness* 84,61 dan *brightness* 90,93 dengan konsentrasi asam stearat 2,5%.

Pada makalah kelima menunjukkan hasil pembakaran pada suhu 1700°C dengan metode substitusi karbon yang bersumber dari sagar silikon karbida yang bertujuan mengubah TiO<sub>2</sub> menjadi TiC, bahan dengan komposisi 97% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3% TiO<sub>2</sub> mempunyai sifat yang lebih baik untuk dijadikan sebagai bahan *cutting tools* dengan kekerasan (*vickers hardness*) 25,21GPa.

Pada makalah keenam hasil analisis gap dengan JIS dan EN, SNI kloset duduk perlu perlu menambahkan pasal klasifikasi dan mengkaji pengujian serta syarat lulus uji khususnya uji pembilasan (Bowl Surface Flush Test). Sesuai perkembangan teknologi, SNI Kloset Duduk juga diharapkan dapat mengakomodir isu penghematan air (*water saving efficiency*).

Hasil penelitian dan kajian di atas diharapkan dapat menyumbangkan kemajuan teknologi keramik di Indonesia, sehingga tidak terlalu tertinggal dengan kemajuan teknologi keramik di negara lain.

Redaksi

# STUDI AWAL PEMANFAATAN LIMBAH LUMPUR PENGOLAHAN ILMENIT SEBAGAI BAHAN MAGNET

*Preliminary Study of Utilization of Ilmenite Processing Mud Waste as a  
Magnet Material*

Eneng Maryani<sup>a</sup>, Tiar Ramadhan<sup>b</sup>, Herlina Damayanti<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Peneliti Balai Besar Keramik

<sup>b</sup>Prodi Kimia UIN Bandung

Naskah masuk: 10 November 2017, Revisi: 8 Desember 2017, Diterima: 28 Desember 2017

## ABSTRAK

*P*engolahan ilmenit menjadi titania menghasilkan limbah berupa lumpur yang banyak mengandung senyawa  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dan thenardite ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Oleh karena umumnya bahan magnet mengandung unsur Fe maka limbah ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan magnet. Larutan  $\text{BaCl}_2$  ditambahkan pada limbah tersebut yang telah dicuci sesuai perhitungan stoikiometri reaksi pembentukan barium heksaferit dengan dua variasi suhu pencampuran yaitu suhu kamar dan  $80^\circ\text{C}$ . Reaksi antara senyawa Fe dalam limbah dan  $\text{BaCl}_2$  tidak menghasilkan barium heksaferit. Senyawa kimia yang terbentuk adalah barit ( $\text{BaSO}_4$ ), hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan barium ferri oksida. Sebagian larutan  $\text{BaCl}_2$  yang ditambahkan bereaksi dengan ion sulfat yang lebih reaktif membentuk barit. Sisanya bereaksi dengan ion  $\text{Fe}^{3+}$  membentuk barium ferri oksida. Barium ferri oksida yang dihasilkan termasuk jenis magnet keras karena memiliki nilai koersivitas ( $H_{cj}$ ) = 0,638-0,711 kOe. Karakteristik magnet lainnya yaitu nilai induksi remanen ( $B_r$ ) = 0,16-0,22 kG, energi maksimal ( $B_h_{max}$ ) = 0,001-0,01 MGOe dan densitas = 3,43-3,50 g/cm<sup>3</sup>.

**Kata Kunci:** limbah, ilmenit, bahan magnet, barium heksaferit, barium ferri oksida, koersivitas

## ABSTRACT

*T*he extraction of titania from ilmenite results in a waste of mud containing lots of  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  and thenardite ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). The waste can be utilized as magnetic material because generally the magnetic material contains Fe element.  $\text{BaCl}_2$  solution was added to the washed waste according to the stoichiometric calculation of barium hexaferite formation reaction with two variations of mixing temperature ie room temperature and  $80^\circ\text{C}$ . The

reaction between Fe compounds in waste and BaCl<sub>2</sub> does not produce barium hexaferrite. The chemical compounds formed are barite (BaSO<sub>4</sub>), hematite (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and barium ferric oxide. Some of the added BaCl<sub>2</sub> solution reacts with more reactive sulphate ions to form barite. The rest of BaCl<sub>2</sub> reacts with Fe<sup>3+</sup> ions to form barium ferric oxide. Barium ferric oxide produced includes a hard magnet type because it has a coercivity value (H<sub>cj</sub>) = 0.638-0.711 kOe. Other magnetic characteristics are remanent induction value (Br) = 0,16-0,22 kG, maximal energy (Bh<sub>max</sub>) = 0,001-0,01 MGOe and density = 3,43-3,50 g/cm<sup>3</sup>.

**Keywords:** waste, ilmenite, magnetic material, barium hexaferrite, barium ferric oxide, coersivity value

## I. PENDAHULUAN

Ilmenit merupakan mineral alam sebagai salah satu sumber titania atau titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>). Ilmenit memiliki rumus kimia FeTiO<sub>3</sub>, berwarna hitam atau coklat gelap dan *opaq* [1-3]. Kadar TiO<sub>2</sub> dalam ilmenit bisa mencapai 52,6% [1]. Deposit mineral ini dapat dijumpai di pulau Bangka, Indonesia berupa pasir hitam yang mengandung TiO<sub>2</sub> sekitar 35-45% [2].

Metode yang umum digunakan untuk mengekstraksi titania dari ilmenit adalah *leaching* dengan asam sulfat dan asam klorida [1-2]. Selain itu ada juga yang melakukan ekstraksi titania melalui interaksi dengan reagen yang bersifat alkalin [2]. Pada penelitian ini ekstraksi ilmenit dilakukan melalui *leaching* dengan asam sulfat. Proses sulfat ini merupakan teknologi komersial

pertama untuk mendapatkan titania dari ilmenit (kadar TiO<sub>2</sub>: 40-60%) atau *slag* titanium (TiO<sub>2</sub>: 72-85%) [1]. Persamaan reaksi dari proses tersebut adalah sebagai berikut [1,4]:



Persamaan reaksi (1) adalah reaksi pemecahan senyawa Ti dan Fe pada ilmenit menjadi titanil sulfat (TiOSO<sub>4</sub>) dan besi sulfat (FeSO<sub>4</sub>). Reaksi (2) adalah pengendapan senyawa titanium hidrat melalui reaksi hidrolisis senyawa titanil sulfat. Reaksi (3) adalah pengondisian dan kalsinasi titanium hidrat menjadi TiO<sub>2</sub>.

Selain menghasilkan produk utama yaitu titania, proses sulfat tersebut juga menghasilkan limbah berupa lumpur coklat yang banyak mengandung FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O. Oleh karena umumnya bahan magnet

mengandung unsur Fe, maka pada penelitian ini dilakukan studi awal pemanfaatan limbah tersebut sebagai bahan magnet.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan utama yang digunakan yaitu limbah ilmenit yang berbentuk padatan lunak berwarna coklat. Limbah ilmenit dicuci terlebih dahulu dengan cara ditambahkan air, diaduk dengan *stirrer* mekanik selama 6 jam dan didiamkan. Setelah endapan terpisah, pelarut dipisahkan dengan cara didekantasi. Pengerjaan tersebut dilakukan beberapa kali untuk menghilangkan kandungan ion natrium, sulfat dan pengotor lainnya.

Endapan yang dihasilkan dari pencucian tersebut dicampurkan dengan larutan NaOH : Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (5:1) kemudian ditambahkan larutan BaCl<sub>2</sub> sambil diaduk. Campuran tersebut dibagi menjadi 2 bagian. Campuran pertama diaduk kembali selama 6 jam (kode B) dan campuran kedua diaduk sambil dipanaskan pada suhu 80°C (kode BB). Endapan yang terbentuk disaring dan dicuci dengan akuades hingga pH menjadi 7 (netral). Endapan dikeringkan dalam oven, kemudian dikalsinasi pada suhu

950°C dengan waktu penahanan 2 jam.

Produk hasil kalsinasi digerus hingga halus kemudian diayak sampai lolos ayakan 200 mesh. Serbuk produk yang diperoleh dicetak menggunakan mesin press hidrolik dengan tekanan 200 kg/m<sup>2</sup>. Hasil cetakan kemudian dikalsinasi kembali pada suhu 1100°C lalu diuji kandungan mineralnya menggunakan alat *X-ray Diffraction* (XRD) dan karakteristik magnet-nya menggunakan permagraph.

Limbah pengolahan ilmenit diuji kandungan senyawa kimia-nya menggunakan alat *X-ray Fluoresence* (XRF), kandungan mineralnya dengan XRD dan analisa morfologi-nya dengan alat *scanning electron microscope* (SEM).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Karakteristik Limbah Ilmenit

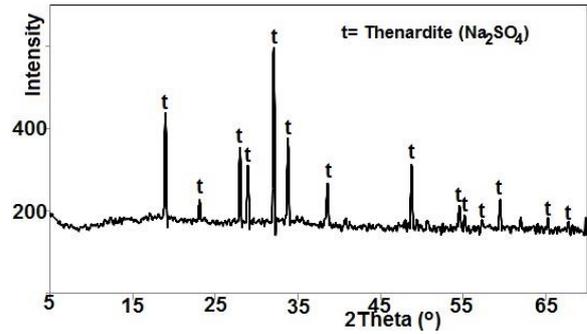
Limbah ilmenit yang digunakan berupa lumpur berwarna coklat. Limbah tersebut banyak mengandung senyawa besi Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> serta Na<sub>2</sub>O dan SO<sub>3</sub> yang merupakan sisa pereaksi yang sengaja ditambahkan pada proses ekstraksi TiO<sub>2</sub> dari ilmenit (Tabel 1). Kandungan Na<sub>2</sub>O dan SO<sub>3</sub> dalam limbah tersebut berupa mineral

thernadite ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) seperti terlihat pada Gambar 1.

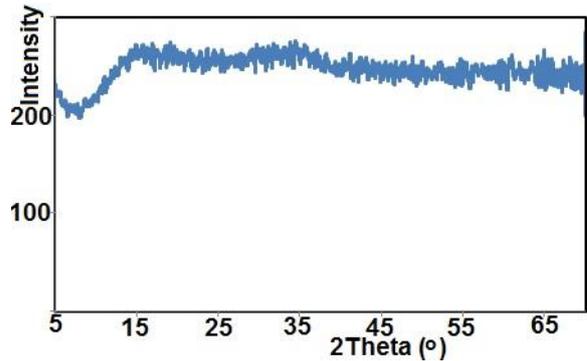
Tabel 1 Hasil analisa kimia limbah ilmenit

Komponen Kimia	Kadar (%)	
	Limbah awal	Limbah dicuci
$\text{SiO}_2$	0,606	2,21
$\text{TiO}_2$	4,47	10,41
$\text{Al}_2\text{O}_3$	2,04	5,28
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	19,72	45,00
$\text{MnO}$	0,926	2,13
$\text{CaO}$	0,191	0,685
$\text{MgO}$	1,14	2,32
$\text{Na}_2\text{O}$	34,81	6,31
$\text{SO}_3$	25,56	4,56
LOI	8,24	16,93
$\text{ZrO}_2$	0,29	0,542
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	2,01	3,19

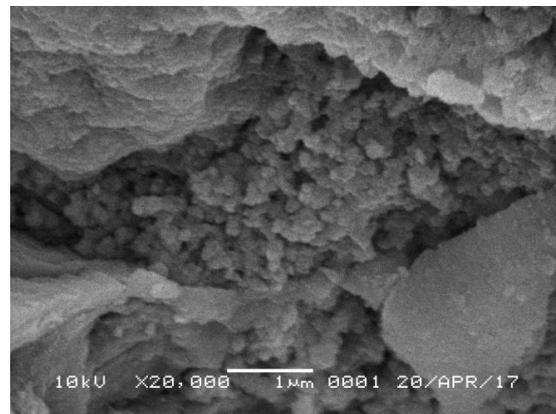
Proses pencucian limbah tersebut menyebabkan sisa pereaksi  $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{SO}_3$  menjadi berkurang dari 34,81% menjadi 6,31% untuk  $\text{Na}_2\text{O}$  dan 25,56% menjadi 4,56% untuk  $\text{SO}_3$ , seperti terlihat pada Tabel 1. Penurunan kandungan  $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{SO}_3$  pada limbah yang telah dicuci, juga teramati dengan menghilangnya puncak dari *thernadite* ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) pada limbah yang telah dicuci seperti terlihat pada Gambar 2. Difraktogram XRD tersebut tidak menunjukkan adanya puncak difraksi.



Gambar 1 Difraktogram XRD limbah ilmenit awal



Gambar 2 Difraktogram XRD limbah ilmenit yang telah dicuci



Gambar 3 Morfologi dari limbah pengolahan ilmenit yang telah dicuci

Hal tersebut menandakan bahwa kandungan senyawa dalam limbah tersebut bersifat amorf. Keberadaan senyawa Fe dalam limbah tersebut dapat diamati dari pola difraktogram

XRD tersebut yang menunjukkan *background* yang tinggi yaitu pada intensitas  $>200$ .

Morfologi dari limbah ilmenit yang telah dicuci dapat dilihat pada Gambar 3. Senyawa  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  yang terkandung dalam limbah tersebut merupakan nanopartikel berbentuk kotak yang masih teraglomerasi.

### 3.2 Karakteristik mineral hasil reaksi pemanfaatan limbah ilmenit

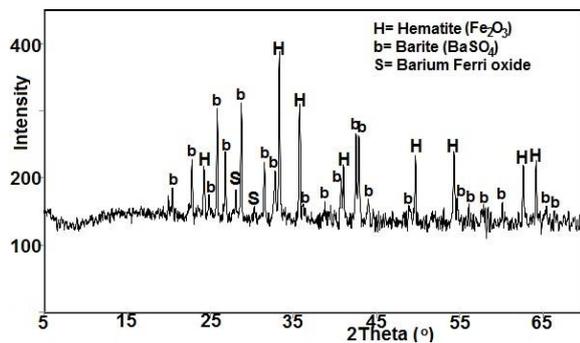
Limbah pengolahan ilmenit digunakan sebagai prekursor Fe pada pembuatan bahan magnet. Bahan magnet yang dirancang pada penelitian ini adalah barium heksaferit dengan rumus kimia  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ . Barium heksaferit merupakan magnet permanen yang telah banyak diaplikasikan pada industri elektronik karena karakteristik magnet-nya yang sangat baik, seperti memiliki magnetisasi besar (72 emu/g pada suhu  $25^\circ\text{C}$ ), temperatur Curie ( $450^\circ\text{C}$ ), koersivitas (6,7 kOe) dan anisotropik magnetik yang tinggi, serta tahan terhadap pengaruh kimia dan korosi [5-7]. Oleh karena itu, penambahan  $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  pada penelitian ini dirancang mengikuti reaksi stoikiometri pembentukan barium heksaferit.

Sifat magnet barium ferrit meningkat melalui substitusi ion  $\text{Fe}^{3+}$  dengan beberapa ion *divalent* – *tetravalent* seperti  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Si}^{4+}$ , dan sebagainya, atau kombinasi dari ion-ion tersebut seperti Co-Ti, Zn-Ti, Ni-Zr, dan sebagainya [8,9]. Selain itu, *doping* kation tertentu pada barium heksaferit menyebabkan timbulnya karakteristik tertentu yang sangat berguna untuk aplikasi tertentu. Barium heksaferit yang didoping dengan Ti atau Mg dapat digunakan sebagai absorber gelombang elektromagnetik pada spektrum *microwave* yang efisien [10,11]. Penambahan aditif Mn pada struktur barium heksaferit menghasilkan material yang menjanjikan untuk aplikasi penyerap radar (RAM) [12].

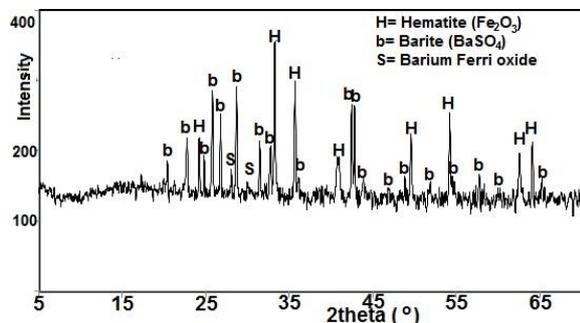
Beberapa senyawa kimia yang dapat dijadikan sebagai *doping* pada barium heksaferit sudah terkandung dalam limbah pengolahan ilmenit tersebut seperti  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  serta 4,47%  $\text{TiO}_2$  yang ikut terbuang bersama limbah tersebut (Tabel 1). Oleh karena itu, tidak diperlukan penambahan *doping* barium heksaferit jika menggunakan limbah tersebut sebagai prekursor Fe.

Hasil reaksi antara ion  $\text{Fe}^{3+}$  dalam limbah pengolahan ilmenit dengan

barium klorida, tidak menghasilkan barium ferit baik untuk sampel B maupun BB seperti terlihat pada Gambar 4 dan 5. Berdasarkan kedua difraktogram XRD tersebut menunjukkan fase yang terbentuk bukan fase tunggal, tetapi ada tiga fasa yang terbentuk yaitu hematit, barit dan barium ferri oksida.



Gambar 4 Difraktogram XRD sampel B



Gambar 5 Difraktogram XRD sampel BB

Senyawa  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  yang terkandung dalam limbah tersebut mengalami hidrolisis dan bereaksi dengan hidroksida membentuk  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Ion barium yang ditambahkan diharapkan dapat bereaksi dengan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  supaya

terbentuk barium ferit. Akan tetapi reaksi tersebut tidak terjadi. Ion barium malah bereaksi dengan ion sulfat yang lebih reaktif, sehingga terbentuk barit atau barium sulfat ( $\text{BaSO}_4$ ). Senyawa  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  mengalami transformasi menjadi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (hematit) melalui proses kalsinasi.

Selain barit dan hematit, pada difraktogram XRD kedua sampel tersebut (Gambar 4 dan 5) juga dihasilkan fasa kristal barium ferri oksida. Hal ini berarti meskipun reaksi  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  dengan  $\text{BaCl}_2$  tidak menghasilkan barium ferit, tetapi kedua senyawa tersebut sudah bereaksi sebagian membentuk spinel barium ferri oksida. Barium ferri oksida yang terbentuk tersebut juga termasuk bahan magnet. Bila dilihat dari hasil pola XRD-nya, terbentuknya barium ferri oksida ini masih merupakan fasa minor. Hal ini disebabkan ion  $\text{Ba}^{2+}$  lebih reaktif terhadap ion  $\text{SO}_4^{2-}$  daripada ion  $\text{Fe}^{3+}$ . Peningkatan terbentuknya barium ferri oksida dapat dilakukan dengan cara:

1. Menghilangkan ion sulfat sebagai pengotor yaitu dengan cara dilakukan proses pencucian menggunakan air panas, karena

senyawa pengotor tersebut lebih mudah larut dalam air panas.

2. Penambahan surfaktan yang bermuatan positif untuk menghalangi reaksi antara ion barium ( $Ba^{2+}$ ) dan ion sulfat ( $SO_4^{2-}$ ) agar tidak membentuk  $BaSO_4$ , sehingga barium dapat bereaksi dengan ion  $Fe^{3+}$  secara sempurna untuk membentuk barium ferri oksida atau barium heksaferit.

### 3.3 Karakteristik magnetik hasil reaksi pemanfaatan limbah ilmenit

Magnet terdiri dari dua jenis yaitu magnet keras dan magnet lunak. Material magnet lunak mempunyai nilai koersivitas 0,16A/m (0,002Oe) sampai 400A/m (5Oe). Material magnet keras mempunyai koersivitas 10kA/m (125Oe) hingga 1mA/m (12kOe) [7,13]. Karakteristik magnet dari sampel hasil reaksi pemanfaatan limbah ilmenit menunjukkan nilai koersivitas 0,711kOe untuk kode B dan 0,638kOe untuk kode BB (Tabel 2). Nilai koersivitas dari bahan magnet yang dihasilkan tersebut masih lebih rendah dibandingkan nilai koersivitas bahan magnet barium ferit yang bisa mencapai 6,7 kOe [5]. Akan tetapi berdasarkan penggolongan jenis

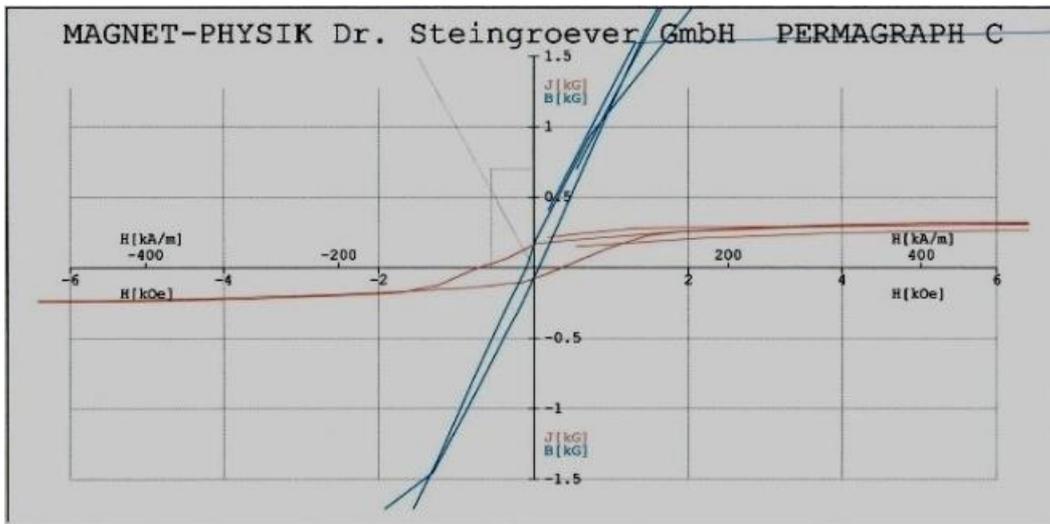
magnet berdasarkan nilai koersivitasnya, bahan magnet yang dibuat dari limbah ilmenit ini sudah termasuk jenis magnet keras.

Sifat kemagnetan sampel magnet yang dihasilkan seperti nilai induksi remanen ( $B_r$ ) = 0,16-0,22kG, koersivitas ( $H_{cj}$ ) = 0,638-0,711kOe, energi maksimal ( $Bh_{max}$ ) = 0,001-0,01MGOe dan densitas = 3,43-3,50g/cm<sup>3</sup> masih lebih rendah daripada sifat magnet barium heksaferit yang disintesis dari  $Fe_2O_3$  dan  $BaCO_3$  yaitu  $B_r$ = 0,74kG,  $H_{cj}$ = 2,671kOe,  $Bh_{max}$ = 0,1MGOe dan densitas 3,91g/cm<sup>3</sup> [7]. Data sifat kemagnetan tersebut diambil dari kurva histeresis sampel B dan BB yang terlihat pada Gambar 6 dan 7.

Tabel 2 Hasil pengujian sifat magnet

Kode	$B_r$ (kG)	$H_{cj}$ (kOe)	$Bh_{max}$ (MGOe)	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )
B	0,16	0,711	0,001	3,43
BB	0,22	0,638	0,01	3,5

Proses aging pemanasan suhu 80°C menyebabkan sifat kemagnetan yaitu nilai induksi remanen ( $B_r$ ), energi maksimal ( $Bh_{max}$ ) dan densitas makin meningkat, tetapi nilai koersivitas menjadi turun seperti terlihat pada Tabel 2.



Gambar 6 Kurva histeresis sampel B



Gambar 7 Kurva histeresis sampel BB

#### IV. KESIMPULAN

Limbah lumpur pengolahan ilmenit banyak mengandung senyawa  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan magnet. Larutan  $\text{BaCl}_2$  ditambahkan pada limbah tersebut yang telah dicuci sesuai perhitungan stoikiometri reaksi

pembentukan barium heksaferit dengan dua variasi suhu pencampuran yaitu suhu kamar dan  $80^\circ\text{C}$ . Reaksi antara senyawa Fe dalam limbah dan  $\text{BaCl}_2$  tidak menghasilkan barium heksaferit. Senyawa yang terbentuk adalah barit ( $\text{BaSO}_4$ ), hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan barium ferri oksida. Barium ferri oksida yang

dihasilkan termasuk jenis magnet keras karena memiliki nilai koersivitas ( $H_cj$ ) = 0,638-0,711kOe. Karakteristik magnet lainnya yaitu nilai induksi remanen ( $B_r$ ) = 0,16-0,22kG, energi maksimal ( $B_{hmax}$ ) = 0,001-0,01MGOe dan densitas = 3,43-3,5 g/cm<sup>3</sup>

### DAFTAR PUSTAKA

1. M.J. Gázquez, J.P. Bolivar, R. Garcia-Tenorio, & F. Vaca, "A Review of the Production Cycle of Titanium Dioxide Pigment", *Materials Sciences and Applications*, 2014, 5, 441-458
2. S. Wahyuningsih, A.H. Ramelan, E. Pramono, & A. Djatisulistya, "Titanium Dioxide Production by Hydrochloric acid Leaching of Roasting Ilmenite Sand", *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4, 11, 2014, 1-7
3. D.P. Herman, "Potensi Mineral Cassiterite dan Ilmenite pada Daerah Bekas Penambangan Timah Bangka", *Jurnal Promine*, 2015, 3(2), 30-41
4. T.K. Mukherjee & R.N. Patra, "Status of Waste Treatment in Titanium Mineral Industries", *Environmental and Waste Management*, 1998, 52-66
5. Hsuan-Fu Yu, "BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> Powder with High Magnetization Prepared by Acetone-Aided Coprecipitation", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 341, 2013, 79-85
6. J.Y. Kwak, C.S. Lee, D. Kim, & Y. Il Kim, "Characteristics of Barium Hexaferrite Nanoparticles Prepared by Temperature-Controlled Chemical Coprecipitation", *Journal of the Korean Chemical Society*, 56(5), 2012, 609-616
7. R. R. Astari, H.S. Kuncoro, D.N. Rahman, & Toni, "Karakterisasi Sifat Magnetik dan Densitas Magnet Barium Ferit dengan Penambahan MnO<sub>2</sub>", *Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia*, 2017
8. A. Gurbuz, N. Onar, I. Ozdemir, A.C. Karaoglanli, & E. Celik, "Structural, Thermal and Magnetic Properties of Barium-Ferrite Powders Substituted with Mn, Cu or Co and X (X= Sr and Ni) Prepared by the Sol-Gel Method", *Materials and Technology*, 46(3), 2012, 305-310.
9. X. Zhang, Y. Duan, H. Guan, S. Liu, & B. Wen, "Effect of Doping MnO<sub>2</sub> on Magnetic Properties for

- M-Type Barium Ferrite”, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, <http://www.paper.edu.cn>
- 10.P. Quiroz, B. Halbedel, A. Bustamante, & J.C. González, “Effect of Titanium Ion Substitution in the Barium Hexaferrite Studied by Mössbauer Spectroscopy and X-ray Diffraction”, Hyperfine Interact, 25 August 2011
  - 11.S. Salman, S. Afghahi, M. Jafarian, M. Salehi, Y. Atassi, “Improvement of the Performance of Microwave X Band Absorbers Based on Pure and Doped Ba-Hexaferrite”, Journal of Magnetic Materials, 421, 2017, 340-348
  - 12.A. Maulana S. Sebayang, C. Kurniawan, & P. Sebayang, “Microstructure, Magnetic Properties and Microwave Absorption of BaFe(12-x)MnxO19 Magnetic Materials”, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Prodi Teknik Mesin Universitas Pamulang, 12 November 2016, A-23-30
  - 13.D.C. Jiles, Recent advances and future directions in magnetic materials, Acta Material 51 (2003) 5907–5939