

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 menyebarluaskan 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

	Halaman
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>Fabirication 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 zirkonia, 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_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/cm³.

Pada makalah kedua mengkaji lapisan film tipis zirkonia 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 CaCO₃ meningkat seiring dengan penambahan asam stearat dengan persen tertinggi 99,387 %. dalam bubur 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 pasir silikon karbida yang bertujuan mengubah TiO₂ menjadi TiC, bahan dengan komposisi 97% Al₂O₃, 3% TiO₂ 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

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MATERIAL *CUTTING TOOLS*

ALUMINA ADITIF TITANIA

*Fabrication and Characterization Cutting Tools Alumina Aditif Titania*Maulid Purnawan^a, Soewanto Rahardjo^a, dan M. Sobron Lubis^b^aBalai Besar Keramik, Jl. Jendral Ahmad Yani No.392 Bandung 40272^bUniversitas Tarumanagara Jl. Letjen S. Parman No.1, Jakarta Barat 11470

Naskah masuk: 19 November 2017, Revisi: 13 Desember 2017, Diterima: 28 Desember 2017

ABSTRAK

*P*embuatan material cutting tools dari alumina aditif titania telah dilakukan. Aditif TiO_2 dan TiC pada alumina berfungsi meningkatkan kekuatan mekanik. Komposisi material cutting tools keramik dibentuk dengan cara press dan dibakar pada 2 variasi suhu pembakaran yaitu 1600°C dan 1700°C . Pembakaran dilakukan dengan metode substitusi karbon yang bersumber dari pasir silikon karbida yang bertujuan mengubah TiO_2 menjadi TiC . Berdasarkan hasil karakterisasi yang dilakukan, bahan dengan komposisi 97% Al_2O_3 , 3% TiO_2 yang dibakar pada suhu 1700°C mempunyai sifat yang lebih baik untuk dijadikan sebagai bahan cutting tools dengan kekerasan (vickers hardness) 25,21 GPa.

Kata Kunci: Alumina, TiO_2 , TiC , Cutting tools, Substitusi karbon

ABSTRACT

*F*abrication of cutting tools material using alumina aditif titania has been done. TiO_2 and TiC additives on alumina are used to increase mechanical strength. The material composition of ceramic cutting tools is formed by press method and burned at two temperature variations, 1600°C and 1700°C . The combustion is carried out by carbon substitution method that is sourced from pasir silicon carbide which aims to convert TiO_2 to TiC . The results showed that material containing 97% Al_2O_3 , 3 % TiO_2 which was burned at 1700°C had the best characteristics to be used as materials for cutting tools with a vickers hardness is 25,21 GPa.

Kata Kunci: Alumina, TiO_2 , TiC , Cutting tools, carbon substitution

I. PENDAHULUAN

Cutting tools berbahan dasar keramik banyak digunakan dalam

berbagai aplikasi mengingat karakteristiknya yaitu memiliki ketahanan termal yang tinggi,

kekuatan suhu tinggi yang baik, daya tahan api, kerapatan rendah, kekerasan tinggi dan ketahanan aus, resistif listrik, dan ketahanan kimia yang lebih baik[1][2]. Aplikasi cutting tools keramik biasanya digunakan untuk mesin potong kecepatan tinggi dan untuk material dengan kekerasan yang tinggi[3]. Salah satu bahan keramik untuk *cutting tools* adalah alumina yang dikembangkan oleh banyak peneliti sejak tahun 1970. Penelitian yang dilakukan fokus pada perbaikan struktur mikro, meningkatkan nilai ketangguhan dan mengendalikan keadaan permukaan. Beberapa cara yang dilakukan adalah dengan mengendalikan proses fabrikasi dan menambahkan komponen tambahan ke dalam alumina. Beberapa contoh komponen tambahan yang biasa digunakan antara lain $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiC}$, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiB}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ti}(\text{CN})$, $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{WTi})\text{C}$, dan $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}_w$ [3][4]. Banyak penelitian yang menyarankan penambahan TiC ke dalam matrix alumina yang dapat berfungsi untuk meningkatkan kekuatan dan ketangguhan *cutting tools*[5]. Pada proses pembakarannya, TiC sebagai senyawa karbida ini harus dibakar menggunakan tungku dengan kondisi reduksi atau minimal oksigen. Tungku

dengan metode *hot isostatic press* adalah metode yang banyak digunakan[6][7][8], namun perangkat tersebut memerlukan biaya yang tinggi. Metode lainnya adalah menggunakan tungku *microwave* seperti yang dilakukan oleh Yu Cheng, dkk. 2016[5][9], namun tungku tersebut memerlukan biaya yang tinggi juga. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi tungku pembakaran dengan metode substitusi karbon yang bersumber dari sagar Silikon karbida (SiC). Penggunaan sagar SiC tidak memerlukan biaya tinggi seperti metode yang telah berkembang sebelumnya. Karbon yang terlepas dari sagar SiC pada saat pembakaran akan mensubstitusi TiO_2 menjadi TiC. Substitusi ini dimungkinkan terjadi karena afinitas elektron Ti lebih rendah dari Si.

II. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Alumina A-12, TiO_2 , *Carboxymethyl Cellulose* (CMC), Sagar SiC. Dalam penelitian ini formula yang digunakan seperti tabel 1. Formula dalam tabel 1 ditimbang kemudian dicampur dengan air sehingga menjadi *slurry* dan digiling di dalam potmill selama 24 jam. *Slurry*

selanjutnya diendapkan dan dikeringkan dalam oven pengering pada temperatur 110 °C. Bahan kering kemudian dihaluskan menggunakan *crusher* sampai diperoleh tepung dengan kehalusan 150 μm (lolos ayakan ukuran 100 mesh).

Tabel 1. Komposisi percobaan

	Komposisi 1	Komposisi 2
Al_2O_3	97 %	97 %
MgO	3 %	-
TiO_2	-	3 %

Tepung lalu dicetak menjadi bentuk purwarupa menggunakan perekat CMC dengan metode *press* pada tekanan 5 ton. Bentuk purwarupa yang telah dicetak lalu dikeringkan pada temperatur 110 °C.

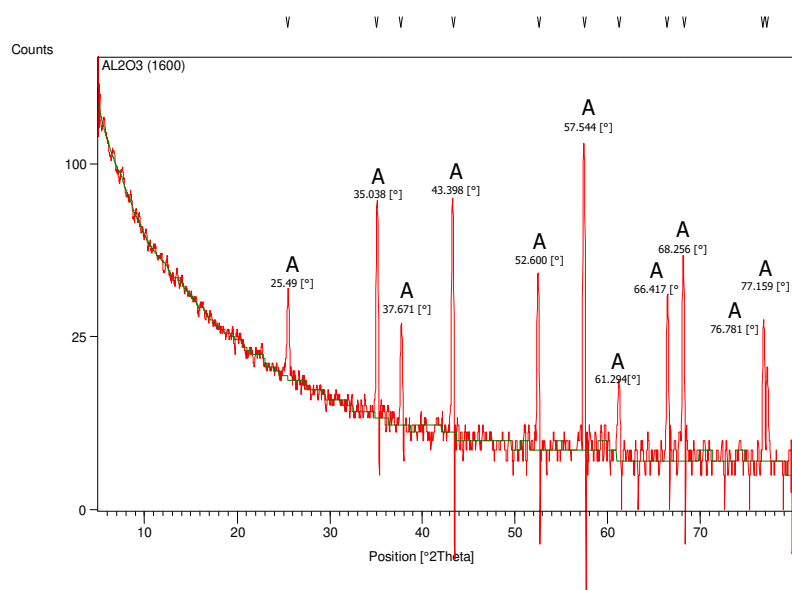
Bentuk purwarupa kemudian dibakar pada suhu 1600 °C dan 1700 °C dalam tungku gas menggunakan sagar Silikon karbida yang berfungsi sebagai sumber karbon yang diharapkan bersubstitusi dengan Al_2O_3 atau TiO_2 menjadi AlC atau TiC. Bentuk purwarupa yang telah dibakar selanjutnya dikarakterisasi dalam beberapa parameter seperti SEM, XRD, analisa kimia, peresapan air dan kekerasan menggunakan Vickers.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

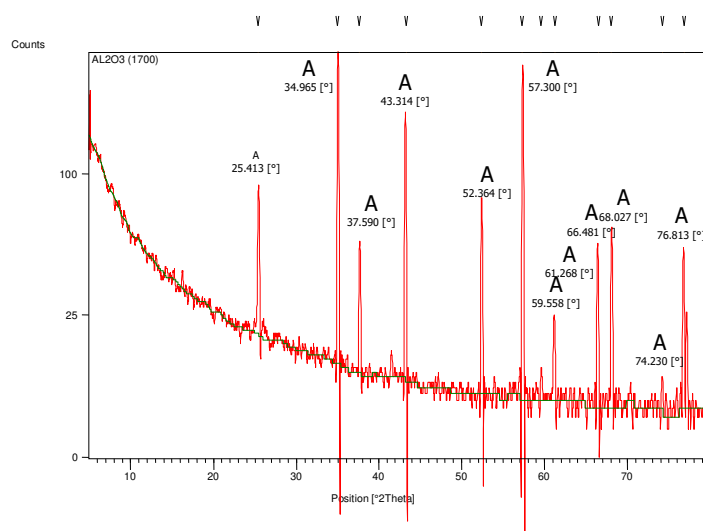
Hasil pengujian XRD sampel alumina komposisi 1 dan 2

ditunjukkan pada Gambar 1 hingga 4. Hasil XRD komposisi 1 dengan temperatur pembakaran 1600 °C menunjukkan adanya puncak Al_2O_3 dengan bentuk kristal rhombohedral pada sudut 2θ 25,48 [012], 35,04[104], 37,67[110], 43,40 [113]. Begitu pula pada sampel hasil pembakaran 1700 °C menunjukkan adanya puncak Al_2O_3 dengan bentuk kristal rhombohedral dengan sudut 2θ ; 25,41 [012], 34,96[104], 37,59[110], 43,31 [113].

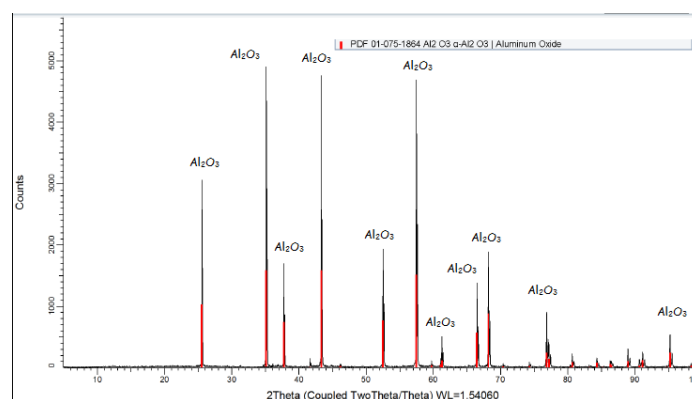
Hasil XRD komposisi 2 dengan temperatur pembakaran 1600 °C menunjukkan adanya puncak Al_2O_3 (Difrac EVA PDF 01-075-1865) sedangkan pada temperatur pembakaran 1700 °C menunjukkan adanya puncak Al_2O_3 (Difrac EVA PDF 01-075-1865) dan TiC (Difrac EVA PDF 00-031-1400). Kehadiran TiC pada suhu 1700 °C mengindikasikan terjadinya substitusi antara karbon yang lepas dari sagar SiC terhadap TiO_2 menjadi TiC. Intensitas puncak TiC yang rendah dikarenakan jumlah TiO_2 dalam formula komposisi 2 juga rendah yaitu 1,4 % seperti terlihat pada hasil uji analisa kimia pada Tabel 2. Hasil karakterisasi SEM ditampilkan pada Gambar 5,6 dan 7.



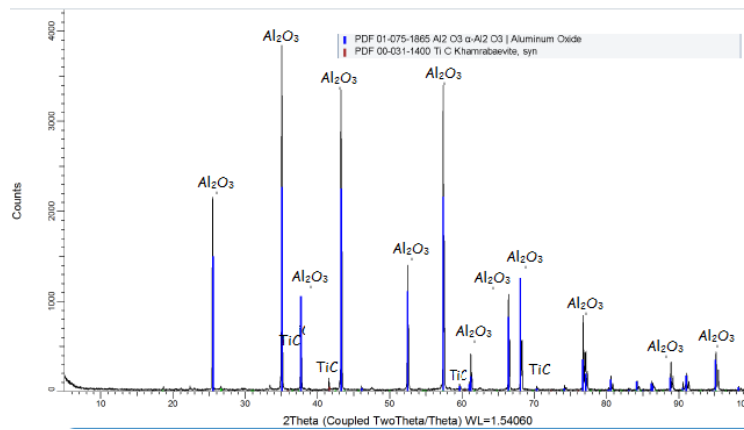
Gambar 1. Grafik XRD komposisi 1 suhu pembakaran 1600 °C



Gambar 2. Grafik XRD komposisi 1 suhu pembakaran 1700 °C



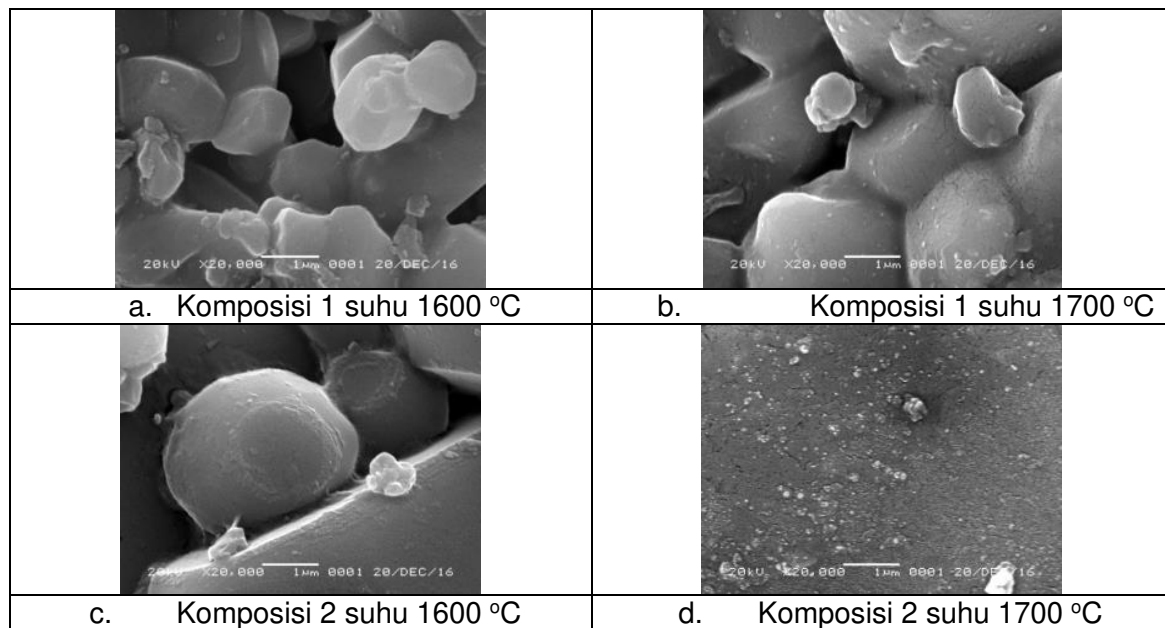
Gambar 3. Grafik XRD komposisi 2 suhu pembakaran 1600 °C



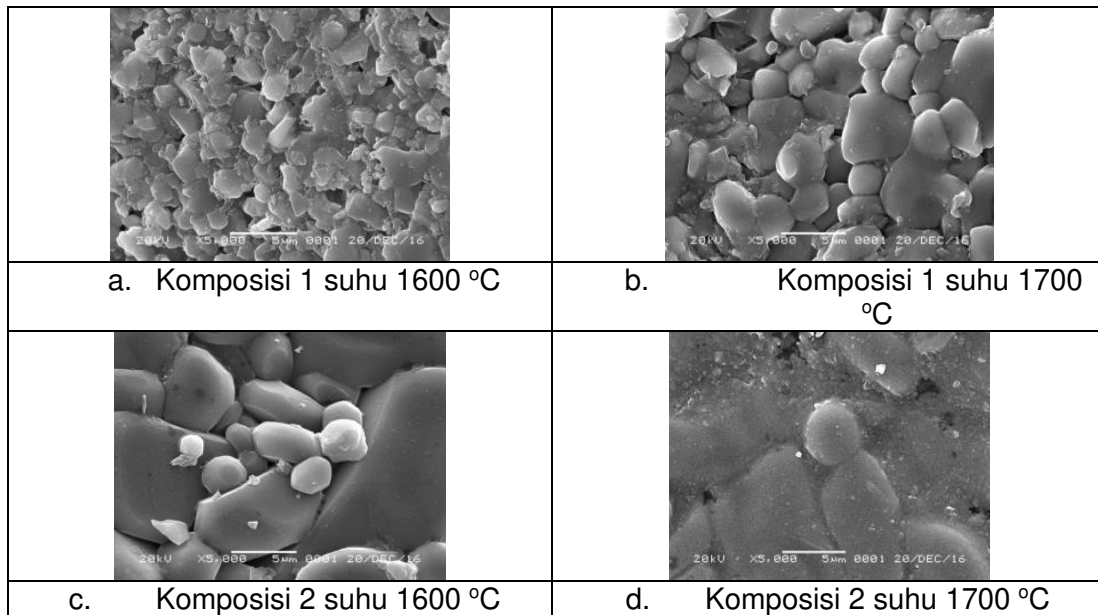
Gambar 4. Grafik XRD komposisi 2 suhu pembakaran 1700 °C

Tabel 2. Hasil Uji Analisa Kimia

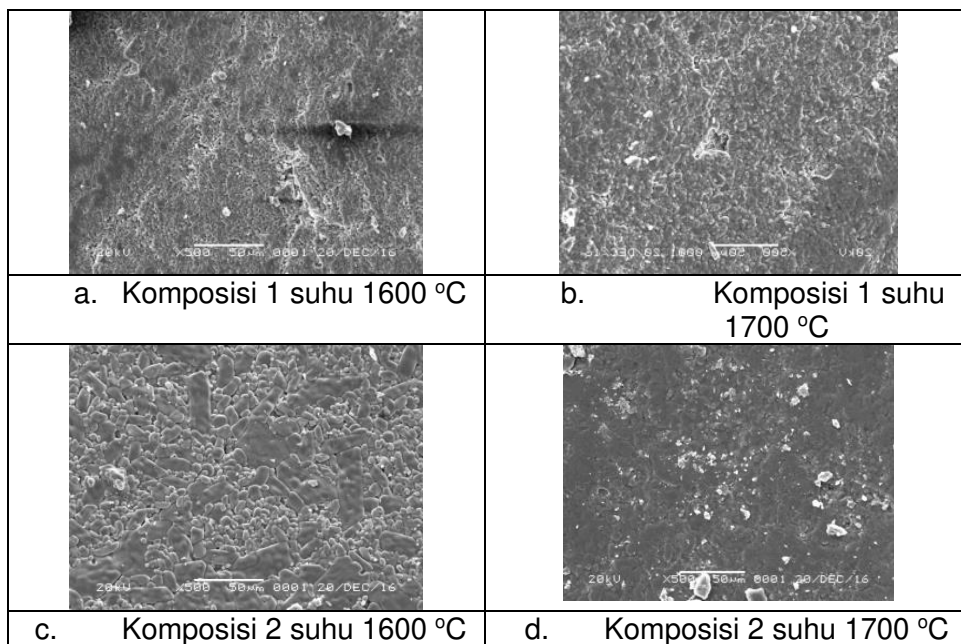
Analit	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	MgO	CaO
Komposisi 1	96,25	1,95	-	1,47	0,32
Komposisi 2	96,43	1,94	1,40	-	0,22



Gambar 5. Hasil SEM perbesaran 20000 kali



Gambar 6. Hasil SEM perbesaran 5000 kali



Gambar 7. Hasil SEM perbesaran 500 kali

Hasil uji SEM pada Gambar 5, 6 dan 7 menunjukkan bahwa sampel dengan suhu pembakaran 1700 °C lebih sinter dibandingkan dengan suhu pembakaran 1600 °C.

Pada sampel komposisi 1 dengan suhu pembakaran 1600 °C memperlihatkan partikel alumina mulai

merapat dan butiran partikelnya mulai berikatan namun jumlahnya masih sedikit dan masih terdapat pori lebih banyak, sedangkan pada suhu pembakaran 1700 °C jumlah butiran partikel yang berikatan lebih banyak dibandingkan suhu 1600 °C.

Pada sampel komposisi 2 dengan suhu pembakaran 1600 °C memperlihatkan kerapatan partikel yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi 1, hal ini disebabkan oleh penambahan TiO₂ pada komposisi 2 yang berfungsi menurunkan titik sintering. Sedangkan pada pembakaran 1700°C, hampir seluruh butiran partikel berikatan dan jumlah pori semakin sedikit. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya TiC pada suhu tersebut. Terbentuknya TiC pun mengakibatkan meningkatnya kekerasan secara signifikan dari 9,552 GPa (1600°C) menjadi 25,21 GPa (1700°C) seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji Kekerasan

No.	Jenis bahan	Kekerasan, Vickers (GPa)
1	Komposisi 1 (1600°C)	8,16
2	Komposisi 1 (1700°C)	9,34
3	Komposisi 2 (1600°C)	9,55
4	Komposisi 2 (1700°C)	25,21
5	Microwave furnace Al ₂ O ₃ /45%(W,Ti)C Deng Jianxing, dkk [3]	19,9
6	Hot iso static press Al ₂ O ₃ /WC/TiC Jun Zhao, dkk.[6]	23,35

Hasil ini pun memiliki nilai yang relatif setara dengan bahan *cutting tools* yang difabrikasi dengan metode *hotpress* dan *microwave furnace*

IV. KESIMPULAN

Material *Cutting tools* keramik berbahan dasar alumina telah berhasil dibentuk dengan metode modifikasi tungku pembakaran menggunakan substitusi karbon yang bersumber dari sgar silikon karbida. Komposisi terbaik diperoleh pada komposisi Al₂O₃ 97% , TiO₂ 3% yang dibakar pada temperatur 1700°C dengan nilai kekerasan 25,21 GPa.

DAFTAR PUSTAKA

1. IŞIK Y. The Performance Evaluation of Ceramic and Carbide Cutting Tools in Machining of Austempered Ductile Irons. Uludag Univ. Fac. Eng. J. 2014;19:67–76. .
2. Ahmed YMZ, Zaki ZI, Bordia RK, Besisa DHA, Amin AMM. Simultaneous synthesis and sintering of TiC/Al₂O₃ composite via self propagating synthesis with direct consolidation technique. Ceram. Int. [Internet]. Elsevier;

- 2016;42:16589–16597.
Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.07.080>.
3. Jianxin D, Zhenxing D, Dongling Y, Hui Z, Xing A, Jun Z.
Fabrication and performance of Al₂O₃/(W,Ti)C + Al₂O₃/TiC multilayered ceramic cutting tools. Mater. Sci. Eng. A. 2010;527:1039–1047. .
4. M., Sobron Yamin Lubis; Steven, Darmawan; Soewanto ,Rahardjo; Maulid P. Efek Temperature Sinter Bahan Alumina Pure dan Alumina A-12 terhadap Sifat Shrinkage dan Kekerasan. Semin. Nas. Keramik XVI. Bandung: Balai Besar Keramik; 2017. p. 103–109. .
5. Cheng Y, Hu H, Sun S, Yin Z. Experimental study on the cutting performance of microwave sintered Al₂O₃/TiC ceramic tool in the machining of hardened steel. Int. J. Refract. Met. Hard Mater. [Internet]. Elsevier Ltd; 2016;55:39–46.
Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2015.11.006>.
6. Zhao J, Yuan X, Zhou Y. Cutting performance and failure mechanisms of an Al₂O₃/WC/TiC micro- nano-composite ceramic tool. Int. J. Refract. Met. Hard Mater. [Internet]. Elsevier Ltd; 2010;28:330–337. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2009.11.007>.
7. Shamsudin Z Bin. DEVELOPMENT OF CERAMIC CUTTING TOOL INSERT OF ALUMINA (Al₂ O₃) AND ZIRCONIA (ZrO₂) FOR TURNING HARDENED TOOL STEEL. Universiti Teknologi Malaysia; .
8. Broniszewski K, Wozniak J, Kostecki M, Czechowski K, Jaworska L, Olszyna A. Al₂O₃??V cutting tools for machining hardened stainless steel. Ceram. Int. [Internet]. Elsevier; 2015;41:14190–14196. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wear.2013.03.002>.
9. Cheng Y, Zhang Y, Wan T, Yin Z, Wang J. Mechanical properties and toughening mechanisms of graphene platelets reinforced Al₂O₃/TiC composite ceramic tool materials by microwave

sintering. Mater. Sci. Eng. A
[Internet]. Elsevier;
2017;680:190–196. Available
from:
[http://dx.doi.org/10.1016/j.msea.](http://dx.doi.org/10.1016/j.msea.2016.10.100)
2016.10.100.