

PEMBUATAN ZIRKONIA SEMI STABIL DARI PASIR ZIRKON KALIMANTAN TENGAH DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN PENSTABIL CAMPURAN CaO DAN MgO

YUHELDA DAHLAN, NURYADI SALEH dan PRAMUSANTO

Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara
Jalan Jenderal Sudirman 623, Bandung 40211
Telp. 022 6030483, Fax. 022 6003373
e-mail: darsa@tekmira.esdm.go.id

SARI

Pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) dari pasir zirkon Kalimantan Tengah telah dilakukan dengan metode disosiasi termal pada skala laboratorium. Pasir zirkon Kalimantan Tengah yang digunakan mempunyai kadar 58,95% ZrO_2 dengan pengotor terbanyak SiO_2 28,21%, Fe_2O_3 1,30%, dan TiO_2 6,68%. Kadar zirkon sebesar ini belum ekonomis apabila digunakan untuk pembuatan zirkonia semi stabil, oleh karena itu perlu dilakukan peningkatan kadar sehingga mencapai kadar $>65\%$ ZrO_2 . Peningkatan kadar pasir zirkon dilakukan melalui pemisahan mineral pengotornya dengan menggunakan kombinasi serangkaian peralatan yang terdiri dari meja goyang, pemisah magnetik, dan *high tension separator* (HTS). Dari hasil percobaan peningkatan kadar diperoleh konsentrat pasir zirkon berkadar 66,15% ZrO_2 , dengan perolehan sebesar 88,95%. Untuk memperoleh zirkonia semi stabil, bahan penstabil berupa campuran CaO dengan MgO ditambahkan ke dalam zirkonia berkadar 93,81% yang dibuat dari pasir zirkon dengan cara *mixing* dan *sintering*. Untuk mendapatkan kondisi pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) yang baik, perlu dilakukan percobaan dengan memvariasikan suhu *sintering* dan jumlah bahan penstabil. Kemudian produk yang diperoleh dianalisis kadar ZrO_2 nya dan diuji bentuk struktur kristalnya dengan difraksi sinar-x. Hasil difraksi sinar-x terhadap zirkonia semi stabil (PSZ) yang diperoleh menunjukkan hanya puncak ZrO_2 dengan bentuk struktur kristal tetragonal terjadi pada suhu *sintering* 1100°C dengan jumlah bahan penstabil 11% mol (5% berat) CaO dan 11% mol (3,6% berat) MgO.

Kata kunci: Zirkonia semi stabil, pasir zirkon, disosiasi termal, bahan penstabil, *sintering*

ABSTRACT

Partially stabilized zirconia (PSZ) preparation from Central Kalimantan zircon sand has been done using thermal dissociation method at laboratory scale. The Central Kalimantan zircon sand contains 58.95% ZrO_2 with high impurities of SiO_2 28.21%, Fe_2O_3 1.30%, and TiO_2 6.68%. The zircon has not fulfilled yet the specification for preparation of PSZ, it must be upgraded to $>65\%$ ZrO_2 . Upgrading of zircon sand was done through removal of its impurities with combination of a series of equipment that consisted of shaking table, magnetic separator, and high tension separator (HTS). The upgraded zircon sand contains 66.15% ZrO_2 , with recovery 88.95%. To obtain the PSZ, the stabilizer materials of CaO and MgO was added into zirconia with 93.81% ZrO_2 resulted from mixing and sintering. To obtain good condition of pPSZ preparation, it was carried out by variation of sintering temperature and quantity of stabilizer materials. The ZrO_2 content of products was analysed and crystal structure was examined by x-ray diffraction. The x-ray diffraction shows only PSZ peak of ZrO_2 with structural form of tetragonal crystal occurred at sintering temperature 1100°C with addition of stabilizer material, 11 mol% (5% weight) CaO and 11 mol% (3.6% weight) MgO.

Keywords: partially stabilized zirconia, zircon sand, thermal dissociation, stabilizer material, sintering

PENDAHULUAN

Zirkonia semi stabil yang lebih dikenal dengan *partially stabilized zirconia* (PSZ) adalah zirkonia yang mempunyai sifat stabil sebagian, karena kekurangan oksida untuk pembentukan fase kubik (fase stabil), mempunyai bentuk kristal tetragonal, stabil pada suhu tinggi, dapat berubah ke bentuk kristal monoklinik pada suhu lebih rendah oleh karena itu zirkonia semi stabil juga disebut sebagai polikristal zirkonia tetragonal (TZP) (Anonim, 2006).

Zirkonia semi stabil (PSZ) dapat digunakan untuk komponen mesin/motor, pompa kimia, dan nozel (mulut pipa), pelapis silinder, kepala piston, katup, peralatan telekomunikasi, pewarna keramik dan perabotan rumah tangga (Anonim, 2006 dan Alkena, 2008). Dengan penggunaannya yang banyak, maka pembuatan zirkonia semi stabil di dalam negeri perlu dilakukan, karena mineral zirkon ($ZrSiO_4$) merupakan sumber utama untuk pembuatan zirkonia semi stabil, memiliki potensi cadangan di Indonesia yang cukup besar. Di Kalimantan Tengah saja terdapat sekitar 2.000.000.000 ton (PT. Pensa, 2007), yang merupakan mineral sampingan dari proses pengolahan emas aluvial.

Pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) dari pasir zirkon Kalimantan Tengah, dilakukan dengan cara peleburan. Peleburan pasir zirkon baru bernilai ekonomis apabila pasir zirkon yang dipergunakan mengandung minimal 65% ZrO_2 . Untuk mendapatkan pasir zirkon berkadar > 65% ZrO_2 perlu dilakukan peningkatan kadar. Peningkatan kadar dapat dilakukan dengan cara membuang mineral-mineral pengotornya berdasarkan perbedaan sifat fisik yaitu; perbedaan berat jenis, magnetisitas dan konduktifitas, dengan menggunakan serangkaian peralatan yang terdiri dari meja goyang, pemisah magnetik dan *high tension separator* (HTS) (Harben, 1995 dan Dahlan, 2008).

Pembuatan zirkonia semi stabil dengan peleburan pasir zirkon secara disosiasi termal dapat dilakukan pada suhu 1750°C, kemudian celup kejut (*quenching*) di dalam larutan NaOH. Untuk mendapatkan zirkonia dilakukan pelarutan dengan asam sulfat, kristalisasi dan kalsinasi pada suhu 900°C (Kwela, 2006). Kemudian dari zirkonia (ZrO_2) yang diperoleh dilakukan penambahan bahan penstabil dan disintering pada suhu di atas 1000°C (Chiang, 1997 dan Mujadi, 2008).

Bahan penstabil yang digunakan untuk pembuatan zirkonia semi stabil adalah campuran CaO dan MgO, dengan jumlah lebih besar dari 8% mol (3,81% berat) untuk CaO dan 8% mol (2,77% berat) untuk MgO (Anonim, 2006 dan Anonim, 2009). Jumlah bahan penstabil yang ditambahkan sangat tergantung kepada kemurnian zirkonia (ZrO_2) yang diperoleh dari pasir zirkon.

Untuk mendapatkan zirkonia semi stabil yang baik, diperlukan pencarian kondisi jumlah penambahan bahan penstabil dan suhu sintering. Sedangkan untuk melihat bentuk kristal hasil proses digunakan difraksi sinar-x dan analisis kimia untuk kadar ZrO_2 .

METODOLOGI

Pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) dari pasir zirkon, dilakukan dalam beberapa tahapan yang meliputi: studi bahan baku, peningkatan kadar pasir zirkon, pembuatan zirkonia semi stabil dan karakterisasi produk zirkonia semi stabil (PSZ).

Bahan Baku

Bahan baku yang dipergunakan untuk pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ), adalah pasir zirkon yang berasal dari hasil pencucian *tailing* pengolahan emas rakyat di Kalimantan Tengah dengan komposisi kimia sebagai berikut: 58,95% ZrO_2 , 28,21% SiO_2 , 1,48% Al_2O_3 , 1,30% Fe_2O_3 , 0,05% MnO, 0,14% CaO, 0,16% MgO, 0,13% Na_2O , 0,03% K_2O , 1,21% HfO_2 , 6,68 TiO_2 , 0,17% Y_2O_3 , 0,73 Cr_2O_3 dan 0,52 LOI.

Bahan Tambahan

Bahan-bahan kimia tambahan yang dipergunakan untuk pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) dari pasir zirkon adalah; soda api (NaOH) p.a, asam sulfat (H_2SO_4) p.a, amonia cair (NH_4OH) p.a, dan alkohol.

Peralatan

Peralatan yang dipergunakan untuk pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) dari pasir zirkon yaitu; alat preparasi terdiri dari *ball mill*, *rotap sieve shaker*, timbangan teknis, timbangan analitik dan *splitter*. Sedangkan peralatan untuk peningkatan kadar terdiri dari meja goyang, pemisah magnetik dan HTS, serta peralatan untuk pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ)

terdiri dari *resistant furnace*, *hot plate*, krusibel grafit dan alat-alat gelas.

Percobaan

Peningkatan kadar Pasir zirkon

Peningkatan kadar zirkon dilakukan dengan cara memisahkan mineral-mineral pengotornya seperti; silika, ilmenit, rutil, hematit, magnetit, pirit dan xenotim, dengan serangkaian peralatan yang terdiri dari meja goyang (*shaking table*), pemisah magnetik (*magnetic separator*) dan *high tension separator (HTS)*, sehingga dapat diperoleh kadar pasir zirkon minimal 65% ZrO_2 .

Peningkatan kadar pasir zirkon menggunakan meja goyang dilakukan menggunakan aliran air sebesar 12 liter/menit, kemiringan meja 3° dan panjang *stroke* 6 mm (Dahlan, 2008) sehingga percobaan dapat menghasilkan konsentrat berkadar minimum 60% ZrO_2 . Konsentrat dari meja goyang yang diperoleh ditingkatkan lagi kadarnya dengan menggunakan pemisah magnetik yang bertujuan untuk memisahkan mineral-mineral pengotor yang bersifat magnetik seperti ilmenit dan rutil. Pemisahan mineral yang bersifat magnetik di dalam konsentrat meja goyang menggunakan pemisah magnetik berkekuatan 10.000 gauss. Untuk mencapai pasir zirkon berkadar minimal 65% ZrO_2 perlu dilakukan pemisahan mineral yang mempunyai sifat konduktor seperti rutil. Pemisahan mineral-mineral yang bersifat konduktor, dilakukan pada voltase 30 kV, kecepatan pengumpulan 7,5 g/menit dan kemiringan *launder* 30° (Dahlan, 2008).

Pembuatan Zirkonia Semi Stabil

Zirkonia semi stabil (PSZ) dibuat dari konsentrat pasir zirkon berkadar 66,75% ZrO_2 yang dilebur dengan

metode disosiasi termal pada suhu 1700°C. Hasil peleburan lalu dicelup kejutkan (*quenching*) di dalam larutan NaOH kemudian disaring untuk memisahkan larutan natrium silika. Residu yang diperoleh dilarutkan ke dalam 6 M asam sulfat (H_2SO_4) untuk mendapatkan larutan zirkon sulfat. Larutan zirkon sulfat dipisahkan, dikristalisasi dengan amoniak cair (NH_4OH) dan dikalsinasi pada suhu 900°C untuk mendapatkan zirkonia murni (ZrO_2). Untuk mendapatkan zirkonia semi stabil (PSZ) dilakukan penambahan bahan penstabil berupa campuran $CaO+MgO$ ke dalam zirkonia murni (ZrO_2) yang diperoleh. Setelah penambahan bahan penstabil, campuran di campur (*mixing*) dan dipanaskan (*sintering*). Hasil zirkonia semi stabil (PSZ) yang diperoleh diidentifikasi dengan menggunakan difraksi sinar-x untuk melihat bentuk struktur kristal dari mineral yang terjadi serta kimia basah untuk komposisi kimia.

Untuk mendapatkan kondisi pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) yang baik, maka dilakukan pencarian suhu *sintering* yang berkisar antara 1000-1200°C dan kadar bahan penstabil $CaO+MgO$ antara 8% mol (2,77%berat) MgO dan 8% mol (3,81%berat) CaO sampai 11% mol (3,6% berat) MgO dan 11% mol (5%berat) CaO

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi Bahan Baku

Studi bahan baku pasir zirkon yang dipergunakan untuk pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) asal Kalimantan Tengah, mempunyai distribusi ukuran terdapat pada Tabel 1, mineralogi dan derajat liberasi terdapat pada Tabel 2 dan Gambar 1.a. sampai Gambar 1.b. serta difraksi sinar-x terdapat pada Gambar 2.

Tabel 1. Hasil analisis distribusi ukuran butir dan komposisi kimia pasir zirkon Kalimantan Tengah

Ukuran (mesh)	Berat (%)	Kadar (%)										
		ZrO_2	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	HfO_2	Na_2O	MgO	Y_2O_3	Cr_2O_3	CaO
60	5,90	15,77	60,27	4,03	2,31	15,01	0,30	0,058	0,10	0,01	0,60	0,03
40	61,72	61,64	28,28	1,41	1,37	6,73	0,13	0,126	0,05	0,17	0,82	0,12
40	19,30	60,62	29,76	0,78	0,82	4,85	1,23	0,136	0,12	0,18	0,70	0,15
60	8,57	60,72	30,38	0,57	0,57	4,84	1,23	0,208	0,10	0,20	0,64	0,13
-200	4,51	61,64	31,09	0,45	0,57	3,55	1,24	0,305	0,07	0,21	0,21	0,15
Kadar rata-rata	100	58,66	30,76	1,33	1,21	6,55	0,50	0,14	0,07	0,04	0,74	0,12

Hasil analisis kimia pada berbagai ukuran butir pasir zirkon memperlihatkan, kandungan zirkon tersebar pada setiap ukuran. Zirkon paling banyak berada pada ukuran lolos 60 mesh sekitar 61,72%. Mineral pengotor dengan jumlah besar adalah SiO₂, TiO₂ dan FeO₂. Pengotor SiO₂ berada pada setiap ukuran dengan kadar > 28,28%, begitu juga Fe₂O₃ dan TiO₂ juga terdapat pada setiap ukuran dengan kadar Fe₂O₃ < 1% dan TiO₂ < 6.73

Hasil analisis mineralogi menunjukkan bahwa mineral zirkon merupakan mineral utama di dalam bahan baku dan mineral-mineral seperti; kasiterit, rutil, magnetit, hematit, ilmenit, xenotim, kuarsa dan lain-lain sebagai pengotor. Mineral zirkon di dalam bahan baku berada pada setiap ukuran dengan jumlah di atas 74% pada ukuran lolos -60 mesh. Hasil analisis ini dapat memberikan indikasi yang sangat baik untuk dilakukan peningkatan kadar mineral zirkon dengan metode pemisahan berdasarkan perbedaan sifat fisika antara mineral zirkon dengan

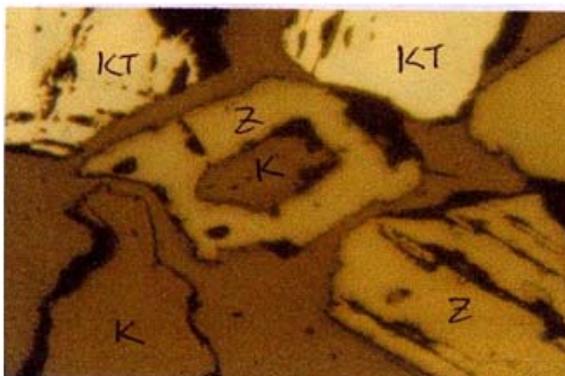
mineral pengotornya. Perbedaan sifat fisika mineral zirkon dengan mineral pengotornya terdapat pada perbedaan berat jenis, sifat magnetisitas dan konduktifitas (Harben, 1995). Di samping itu tingkat liberasi mineral zirkon di dalam bahan baku menunjukkan bahwa mineral zirkon sudah terliberasi di atas 84% pada ukuran lolos 60 mesh, hal ini juga ditunjang oleh hasil foto mikrograf bahan baku pada Gambar 1.a sampai Gambar 1.e yang menunjukkan bahwa mineral zirkon sudah tidak berikatan dengan mineral lainnya.

Hasil difraksi sinar-x pasir zirkon yang digunakan sebagai bahan baku (Gambar 2) memperlihatkan zirkon sebagai mineral yang dominan dan kuarsa sebagai mineral pengotor. Selain kuarsa terdapat juga mineral-mineral pengotor lainnya yaitu; magnetit, hematit, ilmenit, rutil, kasiterit, xenotim, monasit, dan limonit yang dari hasil difraksi sinar-x tidak teramati, karena kadarnya yang kecil, tetapi terdeteksi dari analisis mineralogi.

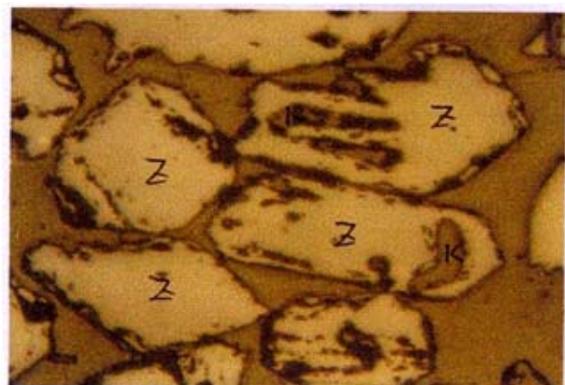
Tabel 2. Hasil mineralogi dan derajat liberasi pasir zirkon Kalimantan Tengah

Fraksi Ukuran (mesh)	Komposisi mineral (%)										Derajat liberasi (%)
	Z	KT	I	R	M	H	L	X	MS	K	
60	32,08	16,97	0,69	1,38	0,38	4,12	1,39	0,34	3,67	39,36	84,34
-60 + 100	74,15	5,02	0,48	0,48	0,53	1,04	1,16	-	-	17,14	87,71
-100 + 140	83,01	6,42	0,26	0,26	0,59	0,87	0,21	0,26	-	8,12	94,01
-140 + 200	87,10	7,35	0,17	0,51	0,18	0,37	0,13	-	0,90	3,29	96,13
-200	92,38	4,18	-	-	0,51	-	-	-	-	2,93	96,34

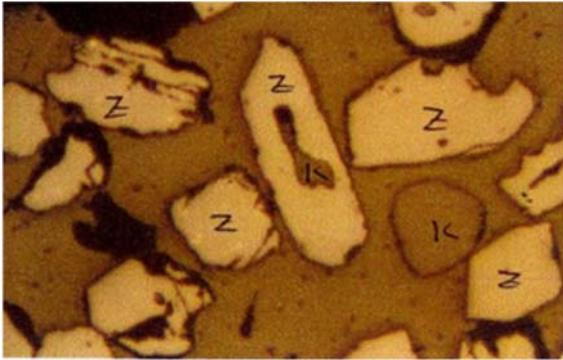
Keterangan: Z= zirkon, I= Ilmenit, R =Rutil, M=Magnetik, H=Hematit, L= limonit
X= xenotim, MS= Monasit, K= Kuarsa KT= Kasiterit



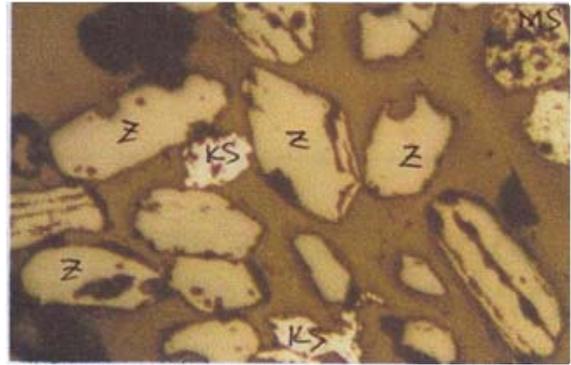
Gambar 1.a. Foto mikrograf pasir zirkon ukuran +60 mesh



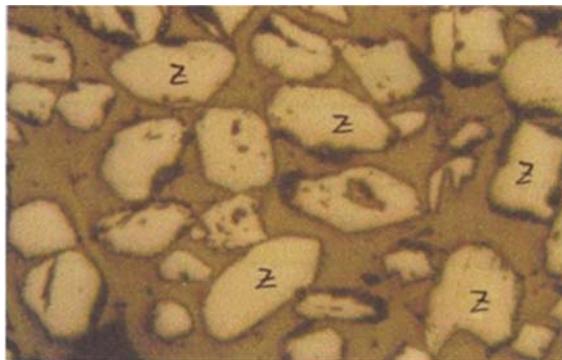
Gambar 1.b. Foto migrograf pasir zirkon ukuran -60+100 mesh



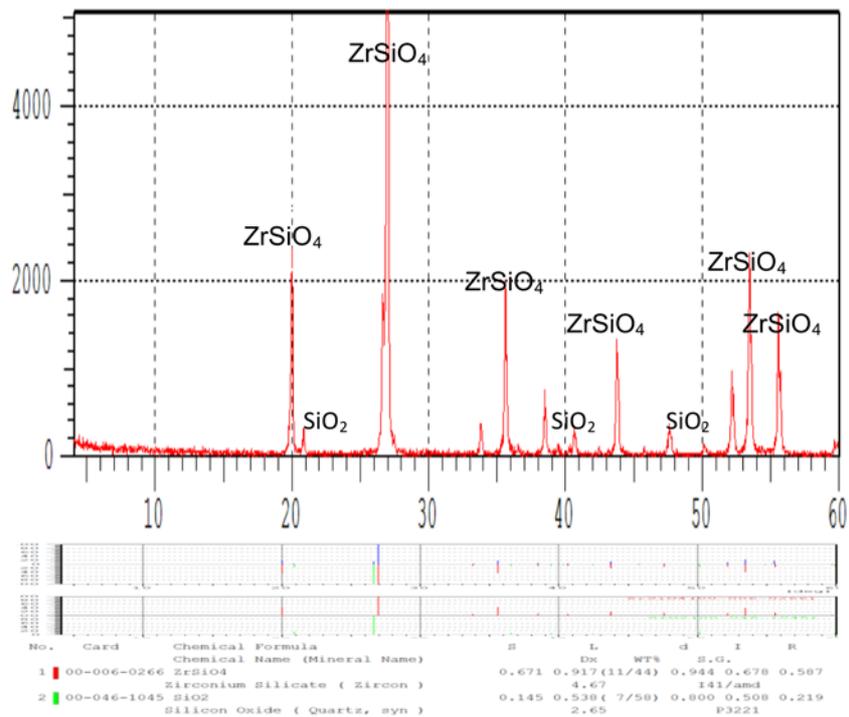
Gambar 1.c. Foto mikrograf pasir zirkon ukuran -100+140 mesh



Gambar 1.d. Foto mikrograf pasir zirkon ukuran -140+200 mesh



Gambar 1.e. Foto mikrograf pasir zirkon ukuran -200 mesh



Gambar 2. Hasil difraksi sinar-x pasir zirkon (bahan baku) Kalimantan Tengah

Peningkatan Kadar Zirkon

Peningkatan kadar pasir zirkon yang dilakukan dengan menggunakan serangkaian kombinasi peralatan yang terdiri dari meja goyang, pemisahan magnetik dan *High Tension Separator* (HTS) dengan hasil terdapat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3. terlihat kadar zirkon mengalami kenaikan dari berkadar 58,95% ZrO_2 pada umpan menjadi berkadar 64,86% ZrO_2 pada konsentrat, dengan perolehan 70,41% menggunakan meja goyang. Kenaikan kadar ZrO_2 di dalam konsentrat disebabkan oleh karena penurunan jumlah kuarsa, hematit, magnetik, ilmenit dan rutil di dalam konsentrat, hal ini disebabkan saat proses meja goyang dimana mineral-mineral yang mempunyai berat jenis lebih kecil akan lebih mudah terlempar dan terpisahkan. Untuk proses ini pasir zirkon mempunyai berat jenis lebih besar yaitu 4,6 – 5,8 g/cm^3 dibandingkan dengan berat jenis kuarsa (2,57 g/cm^3), ilmenit (4,79 g/cm^3) dan rutil (4,2 g/cm^3) (Harben, 1995), sehingga pada saat proses meja goyang berlangsung kuarsa terpisah dari zirkon, akibatnya kadar zirkon pada konsentrat bertambah. Perolehan meja goyang sangat dipengaruhi oleh laju alir air. Laju alir air yang besar, dapat menimbulkan contoh banyak terbawa oleh air menjadi *tailing*. Di samping pada saat proses meja goyang kandungan lempung dalam contoh akan terbawa aliran air sehingga menyebabkan jumlah (berat) konsentrat yang diperoleh akan lebih kecil.

Peningkatan kadar zirkon dengan pemisah magnetik dapat menaikkan kadar zirkon dari 64,86% menjadi 65,69% dengan perolehan 93,49 %. Kenaikan kadar zirkon ini disebabkan pemisahan magnetik dapat memisahkan mineral yang bersifat magnetik. Dengan penggunaan pemisah magnetik berkekuatan 10.000 Gauss dapat menurunkan kadar Fe dari 0,68% menjadi 0,13%.

Peningkatan kadar zirkon dengan *High Tension Separator* (HTS), bertujuan untuk memisahkan mineral yang bersifat konduktor, karena zirkon adalah mineral nonkonduktor, maka zirkon akan dipisahkan sebagai nonkonduktor (*tailing*). Penggunaan *High Tension Separator* (HTS) dapat menaikkan kadar zirkon dari 65,69% menjadi 66,15% yaitu sekitar 3,29%, hal ini terlihat dengan turunnya kadar TiO_2 dari 0,75% menjadi 0,15% di dalam konsentrat.

Peningkatan kadar zirkon dengan menggunakan ketiga peralatan tersebut menghasilkan perolehan total 58,55%. Perolehan ini sangat kecil, karena hanya separoh dari zirkon terbuang. Untuk mendapatkan perolehan yang besar atau maksimal perlu dilakukan *cleaner* terhadap *tailing* dari masing-masing tahapan peralatan yang digunakan.

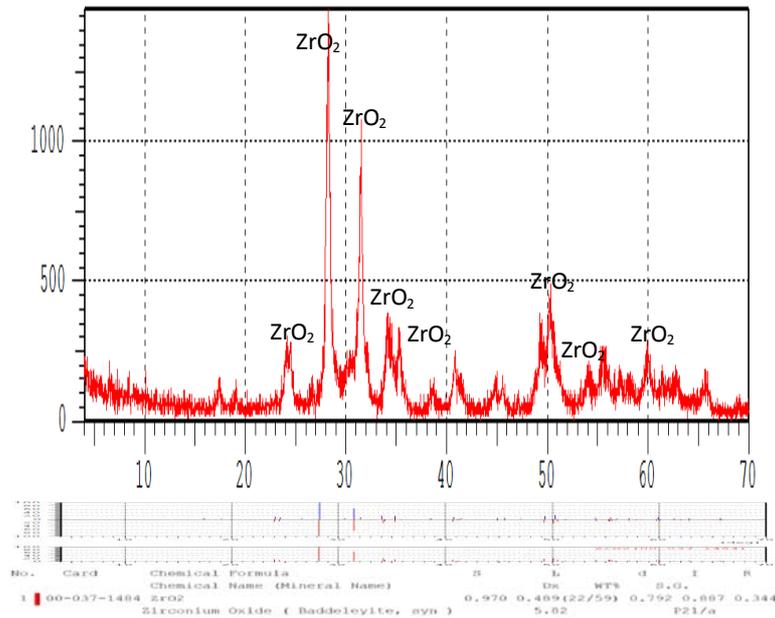
Pembuatan Zirkonia Semi Stabil

Pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) mempergunakan bahan baku zirkonia yang mempunyai sifat tidak stabil yang dibuat dari konsentrat pasir zirkon Kalimantan Tengah berkadar 66,15% dengan metode disosiasi termal. Pembuatan zirkonia (ZrO_2) dari konsentrat pasir zirkon, dengan hasil difraksi sinar-x terdapat pada Gambar 3.

Hasil difraksi sinar-x untuk zirkonia (ZrO_2) yang dijadikan bahan baku pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) pada Gambar 3. menunjukkan hanya puncak ZrO_2 saja muncul, sedangkan puncak-puncak yang lainnya tidak muncul karena kadarnya yang sangat kecil. Dari analisis komposisi kimia selain mengandung ZrO_2 sebesar 93,81%, juga terdapat pengotor berupa SiO_2 sebesar 4,60%. Jadi untuk mendapatkan zirkonia (ZrO_2) berkadar 98% ($ZrO_2 + HfO_2$), perlu dilakukan lagi pemurnian dengan menghilangkan SiO_2 yang masih ada.

Tabel 3. Hasil peningkatan kadar zirkon Kalimantan Tengah

Alat	Berat konsentrat (Kg)	Recovery (%)	Kadar (%)						
			ZrO_2	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	Al_2O_3	HfO_2	Y_2O_3
Meja goyang	3,585	70,41	64,86	22,89,	0,68	1,26	0,54	1,36	0,15
Pemisahan magnetik	3,000	93,49	65,69	23,47	0,13	0,75	0,39	1,37	0,13
HTS	2,650	88,95	66,15	23,69	0,37	0,15	0,86	1,40	0,36
Total perolehan (%)		58,55%							



Gambar 3. Hasil difraksi sinar-x zirkonia (ZrO_2) untuk bahan baku pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ)

Untuk pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) disini digunakan bahan penstabil campuran $CaO + MgO$, dengan memvariasikan suhu *sintering* dan jumlah bahan penstabil.

Variasi Suhu *Sintering*

Untuk mendapatkan zirkonia semi stabil yang mempunyai struktur kristal tertragonal, dilakukan dengan variasi suhu *sintering* antara 1000-1200°C, menggunakan bahan baku zirkonia berkadar 93,81% dan bahan penstabil $CaO + MgO$ masing-masing berkadar 8% mol (2,77% berat) MgO dan 8% mol (3,81% berat) MgO . Hasil yang diperoleh terdapat pada Gambar 4 dan Tabel 4.

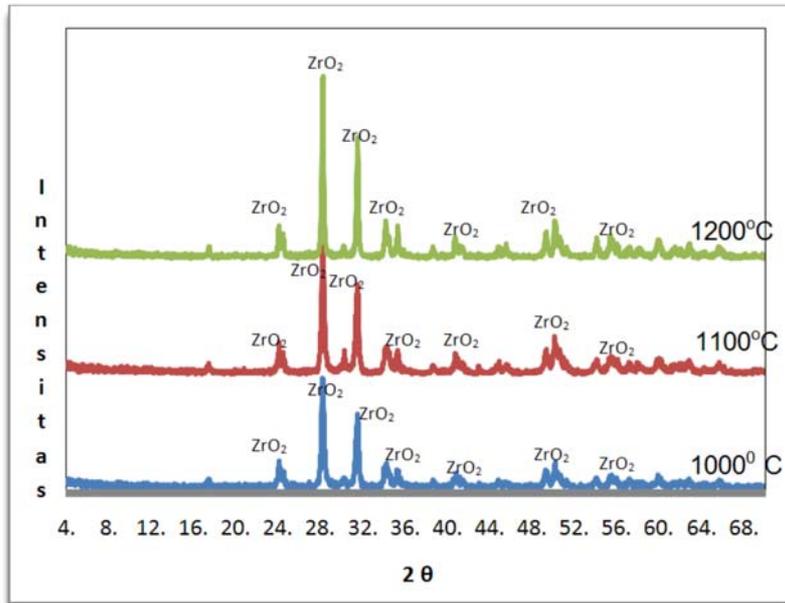
Hasil difraksi sinar-x dari zirkonia semi stabil (PSZ) yang dihasilkan dengan variasi suhu (1000-1200°C), tidak menunjukkan terbentuknya zirkonia yang mempunyai bentuk kristal tertragonal, tetapi menunjukkan zirkonia yang mempunyai bentuk struktur kristal monoklinik. Kalau dilihat dari diagram fasa pembentukan $ZrO_2 - MgO$ dan $ZrO_2 - CaO$, seharusnya pada suhu *sintering* di atas 1000°C sudah terbentuk zirkonia berstruktur kristal tertragonal, baik untuk bahan penstabil CaO maupun MgO (Chiang, 1997). Tetapi dari percobaan hanya terbentuk zirkonia yang mempunyai bentuk struktur kristal monoklinik pada suhu *sintering* 1000-1200°C, hal ini

kemungkinan disebabkan oleh penambahan bahan penstabil sejumlah 8% mol (3,81% berat) CaO dan 8% mol (2,77% berat) MgO (Anonim, 2006) tidak mencukupi untuk bahan baku yang berkadar 93,81% ZrO_2 . Hal ini terlihat dari hasil analisis komposisi kimia zirkonia semi stabil (PSZ) yang diperoleh pada Tabel 4 menunjukkan komposisi kimia MgO 2,77% dan CaO 3,81% terlalu kecil dari yang diperlukan untuk pembentukan zirkonia yang mempunyai struktur kristal berbentuk tertragonal (Anonim, 2006).

Variasi Jumlah Bahan Penstabil

Untuk mendapatkan jumlah bahan penstabil campuran $CaO + MgO$, dilakukan variasi jumlah antara 8% mol sampai 11% mol untuk bahan penstabil CaO dan MgO dengan menggunakan bahan baku zirkonia berkadar 93,81% ZrO_2 pada suhu *sintering* 1000°C, dengan hasilnya terdapat pada Gambar 5 dan Tabel 5.

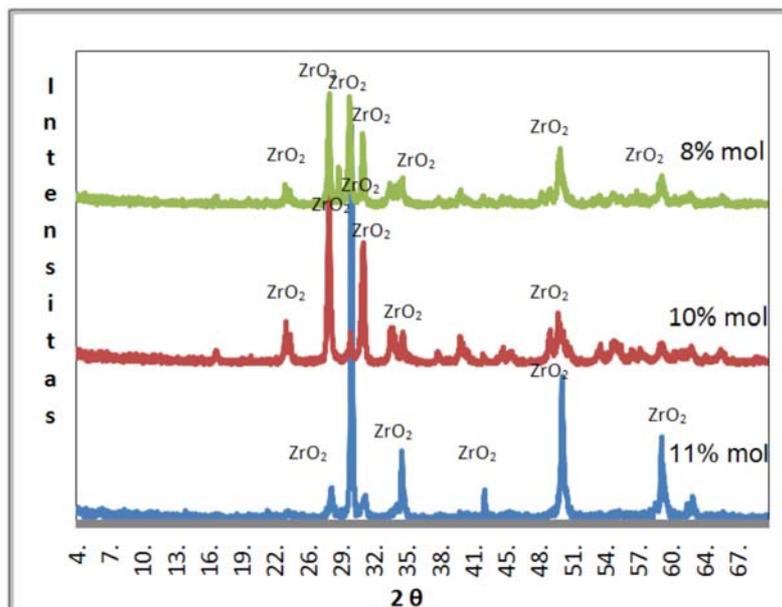
Hasil difraksi sinar-x dari zirkonia semi stabil (PSZ) yang dihasilkan dengan variasi jumlah bahan penstabil (8% mol sampai 11% mol) untuk masing-masing CaO dan MgO , menunjukkan terjadinya zirkonia yang mempunyai bentuk kristal tertragonal pada jumlah bahan penstabil 11% mol (5% berat) CaO dan 11% mol (3,60% berat) MgO . Hal ini terlihat dari perbedaan puncak zirkonia yang muncul



Gambar 4. Hasil difraksi sinar-x zirkonia semi stabil (PSZ) variasi suhu *sintering*

Tabel 4. Komposisi kimia zirkonia semi stabil (PSZ) hasil variasi suhu *sintering*

suhu	Bahan Penstabil			Produk PSZ (%)			Bentuk kristal
	ZrO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	ZrO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	
1000°C	93,81	3,81	2,77	78,0	2,84	1,22	monoklinik
1100°C	93,81	3,81	2,77	77,5	3,11	1,20	monoklinik
1200°C	93,81	3,81	2,77	77,5	1,01	2,21	monoklinik



Gambar 5. Hasil difraksi sinar-x zirkonia semi stabil (PSZ) variasi jumlah bahan penstabil

Tabel 5. Komposisi kimia zirkonia semi stabil (PSZ) hasil variasi jumlah bahan penstabil CaO+MgO

Bahan Penstabil			Produk PSZ (%)			Bentuk kristal
ZrO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	ZrO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	
93,81	3,81	2,77	77,50	1,20	3,11	monoklinik
93,81	4,31	3,39	87,49	3,77	2,96	monoklinik
93,81	5,0	3,60	85,67	4,29	4,29	tetragonal

pada Gambar 5, dimana puncak zirkonia yang mempunyai bentuk struktur kristal tetragonal muncul pada puncak (2θ) 30 sedangkan untuk zirkonia yang mempunyai struktur kristalnya monoklinik akan muncul pada puncak (2θ) 28.

Jumlah bahan penstabil CaO maupun MgO yang digunakan untuk dapat menghasilkan zirkonia semi stabil (PSZ) adalah 8% mol atau (3,81% berat) untuk CaO dan 2,77% berat untuk MgO (Anonim, 2006 dan Anonim, 2009), tetapi pada pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) di sini jumlah bahan penstabil CaO maupun MgO yang dipergunakan lebih besar dari 8% mol (11% mol), hal ini disebabkan kadar zirkonia (zirkonia yang dibuat dari pasir zirkon) yang dipergunakan hanya 93,81% ZrO₂. Hal ini juga terlihat dari hasil analisis komposisi kimia pada Tabel 5, dimana dengan penambahan 11% mol jumlah bahan penstabil baru dapat menghasilkan zirkonia semi stabil (PSZ) yang mengandung CaO berkadar di atas 3,81% dan MgO di atas 2,77%. Tetapi jumlah bahan penstabil ini sudah sesuai dengan diagram fasa pembentukan ZrO₂-MgO dan ZrO₂-CaO, di mana untuk bahan penstabil CaO berkisar antara 0-29% mol dan MgO > 5% mol (Chiang, 1997).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dan pembahasan pembuatan zirkonia semi stabil (PSZ) dari pasir zirkon Kalimantan Tengah di atas dengan metode disosiasi termal, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pasir zirkon Kalimantan Tengah yang dipergunakan berasal dari hasil pencucian *tailing* pengolahan emas rakyat, berkadar 58,95% ZrO₂ dengan pengotor terbanyak adalah SiO₂ 28,21%, Fe₂O₃ 1,30%, TiO₂ 6,68%.
2. Pasir zirkon Kalimantan Tengah dapat ditingkatkan kadarnya dengan menggunakan kombinasi peralatan yang terdiri dari meja goyang, pemisahan magnetik dan *high tension*

separator (HTS), dengan hasil mencapai 66,15% ZrO₂, dengan perolehan sebesar 88,95%.

3. Zirkonia semi stabil (PSZ) yang dibuat dengan menggunakan metode penambahan bahan penstabil (stabilizer) campuran CaO + MgO ke dalam zirkonia berkadar 93,81% ZrO₂ yang dibuat dari konsentrat pasir zirkon Kalimantan Tengah (66,15% ZrO₂), dapat menghasilkan zirkonia dengan bentuk struktur kristal tetragonal pada jumlah bahan penstabil masing-masing berkadar 11% mol (5% berat) untuk CaO dan 11% mol (3,60% berat) MgO pada suhu *sintering* 1100°C.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2006, *Applications and Preparations of Zirconia and Stabilized Zirconia Powders* Technical support Team, <http://www.stanfordmaterials.com/zr.html> 31 mei 2008

Alkane, 2008, *Demonstration Pilot Plant Commissioning Brings World Class Dubbo Zirconia Project Closer*, <http://www.alkane.com.au/reports/asx/pdf/20080408.pdf>, 3 Juli 2009

Anonim, 2009, *Zirconia Technology, Products and Application*, <http://www.zirox.co.in/zirconia/technology.htm>, 15 September 2009, jam 13.44

Chiang M.Y., Birmei, D.W, Kingery D., 1997, *Physic Ceramics Principles for Ceramic Science and Engineering*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Hal 544.

Dahlan Y., Pramusanto, Saleh N., Wahyudi A., Rodliyah I., Setyatmoko E. Somantri S., 2008, "Pembuatan zirkonia dari pasir zirkon" *Laporan Penelitian Puslibang Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung*.

Kwela Z., 2006, "*Alkali-fusion Processes for The Recovery of Zirconia and Zirconium Chemical from Zircon Sand*", Faculty of Engineering Built Environment and Information Technology, University of Pretoria, Pretoria

Muljadi, Zaini Thosin K.A., Sebayang P., 2008, "Studi Perubahan Struktur Kristal, Kekerasan Vickers dan Ketangguhan pada Keramik Cubic – ZrO₂ yang diberi Aditif Al₂O₃, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008*, Universitas Lampung, Lampung

Harben P.W., 1995" *The Industrial Minerals Handy Book*", 2nd edition, Industrial Minerals Division, Metal Buletin PLC, London, United Kindom.

PT. PENSA, 2007," Laporan Kajian Cadangan Zirkonium di Kalimantan Tengah", <http://www.pensa-ltd.com/company-profile/grop-company.mining-energy>, 13 Februari 2007.