

## Pengaruh Temperatur, Waktu, dan Aditif Dalam Pembuatan *Zircon Micronized*

### *Temperature, Time, and Additives Effects On Zircon Micronized Production*

Sajima\*, Moch. Setyadji

Pusat Sains dan Teknologi Akselerator–BATAN  
Jln. Babarsari, Kotak Pos 6101 ykbb, Yogyakarta 55281  
Telp (0274) 488435, Fax (0274)489762  
\*E-mail: sajima@batan.go.id

Naskah diterima: 19 April 2017, direvisi: 22 Mei 2017, disetujui: 31 Mei 2017

#### ABSTRAK

Penelitian pengaruh temperatur, waktu dan aditif terhadap proses penggilingan dalam pembuatan *zircon micronized* telah dilakukan. Proses pembuatan *zircon micronized* diawali dari proses sortir hasil penambangan dilanjutkan dengan benefisiasi, pemanggangan, pelindian, pengeringan dan penggilingan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi proses pemanggangan optimum terjadi pada temperatur 425 °C, selama 25 menit dan menggunakan aditif sebanyak 4%. Pada kondisi proses tersebut diperoleh *zircon-micronized* (2 µm) sebanyak 92,10% dengan lama penggilingan 10 menit.

**Kata kunci:** aditif, *zircon micronized*, pemanggangan, temperatur, waktu.

#### ABSTRACT

Research on temperature, time and additives effects on milling process in micronized-zircon production has been conducted. The production of *zircon micronized* started from sorting process on mining products then followed by beneficiation, roasting, leaching, drying and milling processes. The results showed that the optimum conditions of the roasting process was at the temperature of 425 °C, in 25 minutes and using 4% additives. In these conditions, micronized *zircon* (2 µm) obtained as much as 92.10% in 10 minutes milling time.

**Keywords:** additives, *zircon micronized*, roasting, temperature, time.

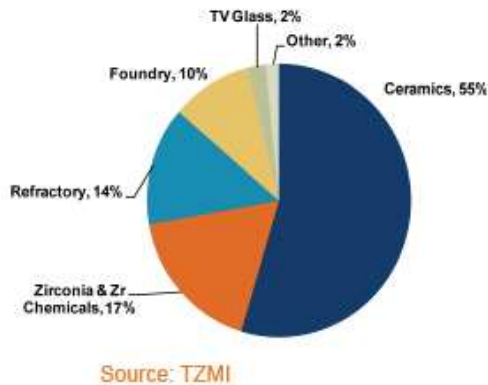
#### PENDAHULUAN

Mineral zirkon adalah mineral ikutan pada tambang timah atau emas yang berbentuk butiran maupun pasir. Pada umumnya mineral zirkon terbentuk sebagai rombakan di dalam endapan aluvium dan sering berasosiasi dengan mineral berat lain seperti ilmenit, monasit, rutil, dan xenotim. Bahan ini merupakan cadangan bijih kadar rendah (*low grade/lateric ores*) yang banyak tersebar di sepanjang sabuk timah selat Malaka [1]. Penelitian ini merupakan upaya

untuk mendukung implementasi Peraturan Menteri tentang kewajiban melakukan proses peningkatan nilai tambah [2]. Saat ini sebagian besar produk penambangan pasir zirkon Indonesia hanya diekspor sebagai konsentrat zirkon dengan kandungan ZrO<sub>2</sub> dibawah 60 % sehingga nilai jualnya sangat rendah (pemasukan devisa rendah).

Hasil kajian pada rantai nilai menunjukkan bahwa aplikasi produk zirkon di industri non nuklir selama 20 tahun sejak 1990 konsisten mengalami kenaikan. Peran

zircon dibagi menjadi enam kelompok besar yaitu industri keramik, *refractory*, paduan, TV glass, *zirconia* dan *zircon chemicals* [3].



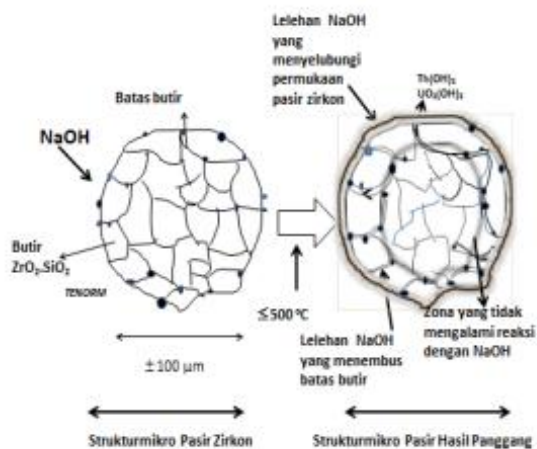
Gambar 1. Aplikasi zircon dalam industri non nuklir [3].

*Zircon Micronized* atau *Opacifier* sering disebut *Zircosil*, dalam industri keramik berperan sebagai glasir opak (glasir penutup) dengan prosentase pemakaian 13 % dari total bahan glasir yang digunakan [4]. Aplikasi dalam industri keramik, bahan ini dalam bentuk serbuk. Ukuran serbuk sangat berpengaruh pada derajat opasitas (*opacity degree*), semakin halus butiran serbuk menyebabkan harga semakin mahal [5]. Derajat opasitas tergantung pada indeks refraktif relatif antara kristal dan matrik gelas, jumlah hamburan cahaya *independent*, ukuran partikel dan bentuk serta ukuran kristal. Kecuali hal tersebut, zircon mempunyai nilai tinggi dalam hal refractive index, *whiteness*, mekanik, *toughness* dan *durability* [6].

PT Monokem Surya dalam pengolahan pasir zircon menjadi *zircon micronized* dilakukan secara langsung dengan menggiling pasir zircon, sehingga diperlukan waktu cukup lama sehingga kurang ekonomis. Menurut Snyders dkk, waktu gilling yang diperlukan untuk mendapat kan serbuk zircon dengan ukuran 325 mesh adalah 2 jam [7]. Pada penelitian tersebut, umpan yang

digunakan berupa konsentrat zircon hasil proses benefisi (tanpa pengolahan secara kimia). Hal ini menyebabkan pengolahan memerlukan waktu yang cukup lama.

Pada penelitian ini, proses pembuatan *zircon micronized* dikerjakan secara catu dengan memodifikasi tahapan pemanggangan (*roasting*), pelindian (*leaching*) dan penggilingan (*milling*) sehingga diperoleh kondisi proses yang ekonomis. Pemanggangan adalah pemanasan dengan menggunakan kelebihan udara, dimana udara dihembuskan pada umpan disertai penambahan bahan aditif dan proses pemanasan tidak mencapai titik leleh (*didih*). Proses pemanggangan ini berfungsi untuk mengeluarkan pengotor yang bersifat volatil sulfur, arsen (Ar), dari persenyawaannya dan membentuk material menjadi *porous* [8].



Gambar 2. Reaksi yang terjadi di permukaan batas butir pada tahap pemang gan [8].

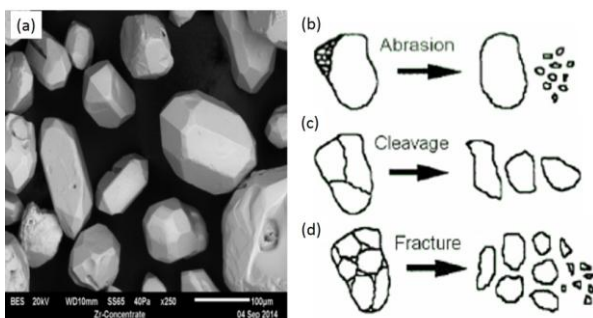
Pelindian adalah proses pelarutan selektif dimana hanya logam-logam tertentu yang dapat larut. Pemilihan metode pelindian tergantung pada kandungan logam berharga dalam bijih dan karakteristik bijih, khususnya mudah tidaknya bijih dilindi oleh reagen kimia tertentu. Proses pelindian terjadi dalam dua tahap, yakni kontak antara padatan dengan pelarut sehingga terjadi perpindahan

massa dari padatan ke larutan dan pemisahan padatan dan larutan setelah proses selesai [9].

Penggilingan adalah suatu proses untuk mengurangi (memperkecil) ukuran partikel yang memiliki keanekaragaman karakteristik fisik, mekanik maupun kimia. Selain pengurangan ukuran partikel, penggilingan juga dapat digunakan untuk proses pencampuran, *amorphisation* bahan dan paduan mekanik.

Pengecilan ukuran partikel tergantung oleh beberapa faktor dasar [10], diantaranya:

1. Karakteristik bahan dalam *mill* (berat, volume, kekerasan, berat jenis, distribusi ukuran bahan).
2. Karakteristik media gilingan (berat, berat jenis, ukuran distribusi ukuran bola).
3. Kecepatan putar *mill*;



Gambar 3. a). Hasil pembacaan pasir zirkon dengan SEM.; b-d). Mekanisme pengurangan ukuran [10].

Umpan yang digunakan berupa material pasir zirkon (hasil SEM umpan ditunjukkan pada Gambar 3a.). Pasir zirkon mengalami pengikisan di bagian permukaan ketika mendapat tekanan dengan intensitas rendah sehingga diperoleh partikel-partikel halus dari permukaan partikel induk dan partikel ukuran sedang (Gambar 3.b). Partikel-partikel berukuran sedang retak karena mengalami penekanan akan pecah atau membelah ketika mendapat tekanan terus menerus, membentuk butiran yang tidak seragam antara 50 hingga

80% (Gambar 3.c). Butiran butiran yang belum merata ukurannya dan sebagian mengalami keretakan akan pecah dan berubah bentuk karena tekanan yang kuat menuju ukuran yang lebih kecil dan merata (Gambar 3.d).

Metode pengukuran menggunakan *Partical Size Analyze* (PSA) adalah pengukuran rata-rata partikel menggunakan metode *Dynamic Light Scattering* (DLS) yang memanfaatkan hamburan inframerah [11]. Hamburan inframerah ditembakkan oleh alat ke sampel sehingga sampel akan bereaksi menghasilkan gerak *Brown* (gerak acak dari partikel yang sangat kecil dalam cairan akibat dari benturan dengan molekul-molekul yang ada dalam zat cair). Gerak inilah yang kemudian di analisis oleh alat, semakin kecil ukuran molekul maka akan semakin cepat gerakannya. *Scanning Electron Microscope* (SEM) adalah salah satu mikroskop elektron yang didesain untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dikarakterisasi menggunakan berkas elektron [11]. Prinsip kerja dari perangkat ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas elektron yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkas elektron akan memantulkan kembali berkas elektron (berkas elektron sekunder) ke segala arah. Tetapi dari semua berkas elektron yang dipantulkan terdapat satu berkas elektron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi.

## METODOLOGI

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir zirkon dengan kadar  $ZrO_2 = 63\%$ ;  $SiO_2 = 33,10\%$ ,  $Al_2O_3 = 0,35\%$  dan  $TiO_2 = 0,13\%$ . Natrium hidroksida (NaOH) teknis digunakan sebagai bahan aditif.

Larutan *Hydrochloric acid* (HCl) 0,2 M digunakan sebagai pelarut di dalam proses pelindian. Air bebas mineral digunakan untuk pencucian padatan yang berasal dari hasil proses pelindian asam.

### Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *muffle furnace* tipe M-1100, merupakan perangkat proses penghasil panas menggunakan listrik dengan tegangan 80 V dan arus 25 A. Reaktor pelindian dilengkapi dengan pengaduk dan pemanas berkapasitas 1 liter pelarut. Sentrifugal (*centrifuge*) berkecepatan putar 6.000 rpm digunakan untuk memisahkan hasil proses pelindian. Oven digunakan untuk proses pengeringan padatan (bahan utama) hasil proses pelindian. Mesin penggiling digunakan untuk penghalusan hasil proses pelindian (produk). Partical size analyzer digunakan untuk uji ukuran butiran hasil proses. Satu set SEM JSM-6510 LA dari pabrikan JEOL digunakan untuk konfirmasi hasil proses (morfologi).

### Cara Kerja

#### Variasi Temperatur

Umpan seberat 100 gram, dan NaOH teknis 4 gram ditimbang, kemudian dicampur hingga heterogen. Campuran dimasukkan ke dalam *muffle furnace* kemudian dipanggang pada temperatur 450°C. Apabila temperatur tercapai, proses dipertahankan selama 30 menit kemudian *muffle furnace* dimatikan dan dibiarkan dingin. Hasil pemanggangan dilindi menggunakan HCl 0,02 M selama 90 menit, kemudian dipisahkan antara padatan dan cairan menggunakan sentrifugal. Padatan yang diperoleh dicuci dengan air bebas mineral hingga pH filtrat atau air cucian mencapai 7. Hasil pencucian dikeringkan dalam oven pada temperatur 105 °C hingga

diperoleh berat yang stabil sebagai bahan utama *zircon micronized* kemudian digiling dengan memvariasi waktu untuk menentukan waktu yang optimum (1 hingga 10 menit). Hasil penggilingan dianalisis menggunakan metode PSA. Percobaan diulangi dengan temperatur pemanggangan yang berbeda (300, 325, 350, 375, 400, 425 dan 475 °C).

#### Variasi Waktu

Umpan seberat 100 gram, dan NaOH teknis 4 gram ditimbang, kemudian dicampur hingga heterogen. Campuran dimasukkan ke dalam *muffle furnace* dan dipanggang pada temperatur 450 °C. Apabila temperatur pemanggangan tercapai, proses pemanggangan dipertahankan selama 35 menit kemudian *muffle furnace* dimatikan dan dibiarkan dingin. Hasil pemanggangan dilindi menggunakan HCl 0,02 M selama 90 menit, kemudian dipisahkan antara padatan dan cairan menggunakan sentrifugal. Padatan yang diperoleh dicuci menggunakan air bebas mineral hingga pH filtrat atau air cucian mencapai 7. Padatan hasil pencucian dikeringkan dalam oven pada temperatur 105 °C hingga diperoleh berat yang stabil sebagai bahan utama *zircon micronized* kemudian digiling. Hasil penggilingan dianalisis menggunakan metode PSA. Percobaan diulangi dengan waktu yang berbeda (10, 15, 20, 25, 40, 45, 50 dan 55 menit).

#### Variasi Aditif

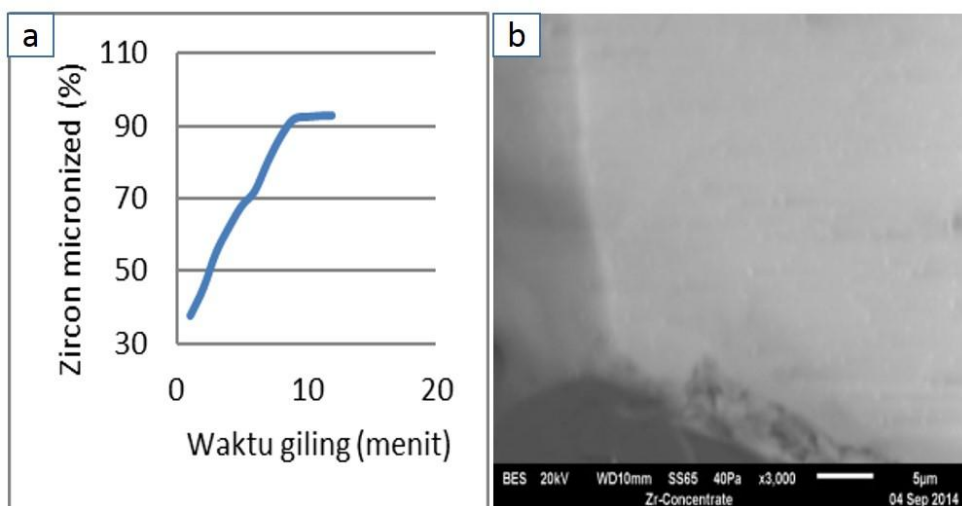
Umpan seberat 100 gram, dan NaOH teknis 4 gram ditimbang, kemudian dicampur hingga heterogen. Campuran dimasukkan ke dalam *muffle furnace* dan dipanggang pada temperatur 425 °C. Apabila temperatur pemanggangan tercapai, proses pemanggangan dipertahankan selama 25 menit kemudian *muffle furnace* dimatikan dan dibiarkan dingin. Hasil pemanggangan dilindi

menggunakan HCl 0,02 M selama 90 menit, kemudian dipisahkan antara padatan dan cairan menggunakan sentrifugal. Padatan yang diperoleh dicuci menggunakan air bebas mineral hingga pH filtrat atau air cucian mencapai 7. Padatan hasil pencucian dikeringkan dalam oven pada temperatur 105 °C hingga diperoleh berat yang stabil sebagai bahan utama *zircon micronized* kemudian digiling. Hasil penggilingan dianalisis menggunakan metode PSA. Percobaan diulangi dengan

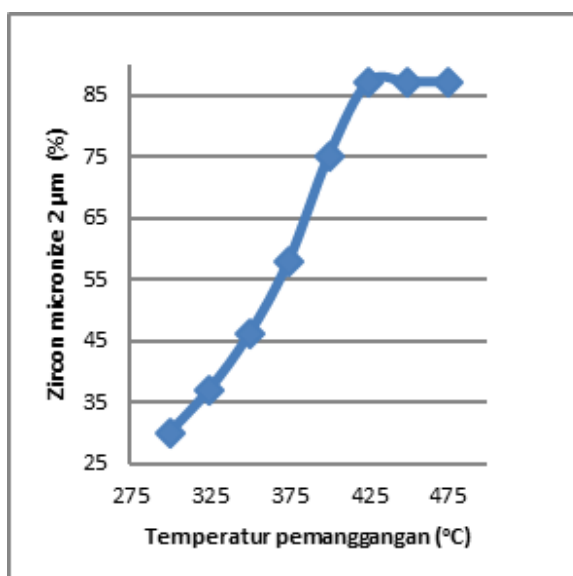
berat aditif yang berbeda (1%, 2%, 3%, 4%, 6% dan 7%).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Waktu giling yang terbaik untuk mendapatkan *zircon micronized* (2 μm) adalah 10 menit (Gambar 4a) dengan hasil SEM terdapat pada Gambar 4b. Hasil penelitian pengaruh temperatur proses pemanggangan terhadap *zircon micronized* (2 μm) hasil penggilingan selama 10 menit disajikan Gambar 5.

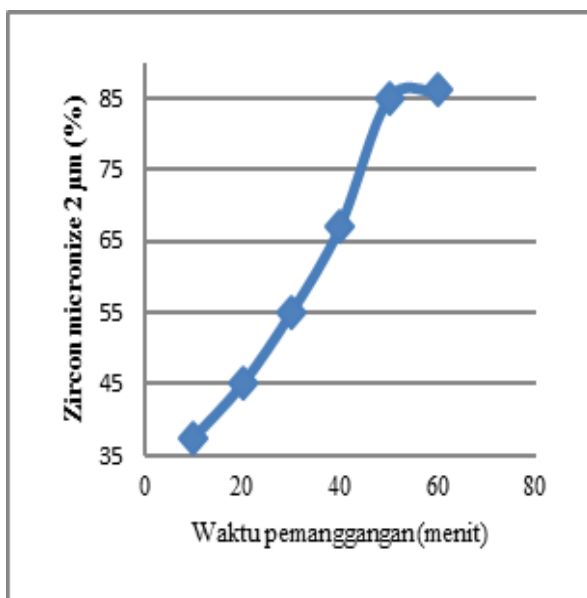


Gambar 4. a). Waktu giling yang diperlukan untuk membuat *zircon micronized* ( 2 μm ); b). Hasil pembacaan pasir zirkon setelah dibelah tanpa pemanggangan dengan SEM.



Gambar 5. Pengaruh temperatur proses pemanggangan terhadap jumlah *zircon micronized* (2 μm) hasil proses penggilingan selama 10 menit.

Gambar 5 menunjukkan bahwa ketika proses pemanggangan dilakukan pada temperatur 300 °C diperoleh zircon micronized dengan ukuran 2 µm sebesar 30%, namun ketika proses pemanggangan dilakukan pada temperatur 425 °C diperoleh zircon micronized berukuran 2 µm sebesar 86 °C. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur pemanggangan akan menyebabkan energi aktivasi bahan semakin besar sehingga memacu pergerakan atom-atom akibatnya reaksi antara umpan dengan reaktan berlangsung semakin baik. Ketika proses pemanasan dinaikkan lagi dari suhu 425 °C hingga mencapai 475 °C, tidak terjadi kenaikan yang berarti pada jumlah zircon micronized yang terbentuk (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa temperatur 425 °C adalah temperatur optimum pada tahap pemanggangan. Hasil penelitian pengaruh waktu pemanggangan terhadap zircon micronized (2 µm) hasil proses penggilingan selama 10 menit disajikan Gambar 6.



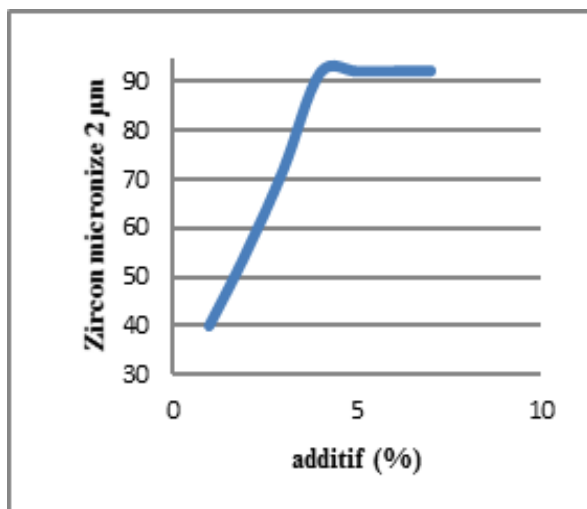
Gambar 6. Pengaruh waktu proses pemanggangan terhadap jumlah zircon micronized (2 µm) dengan penggilingan selama 10 menit.

Semakin lama waktu pemanggangan (10 menit hingga 60 menit), akan menyebabkan jumlah zircon micronized (2 µm) hasil penggilingan selama 10 menit semakin banyak (Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama pemanggangan akan menyebabkan waktu kontak antara umpan dengan bahan aditif semakin banyak, akibatnya reaksi dapat berjalan lebih sempurna. Pada Gambar 6 terlihat bahwa ketika proses pemanggangan dilakukan lebih lama lagi (70 menit) tidak terjadi kenaikan hasil yang signifikan (garis mendatar). Hal ini menunjukkan bahwa waktu pemanggangan selama 60 menit merupakan waktu optimum proses pemanggangan. Hasil penelitian pengaruh bahan aditif pada pemanggangan terhadap jumlah zircon micronized (2 µm) hasil penggilingan selama 10 menit disajikan Gambar 7.

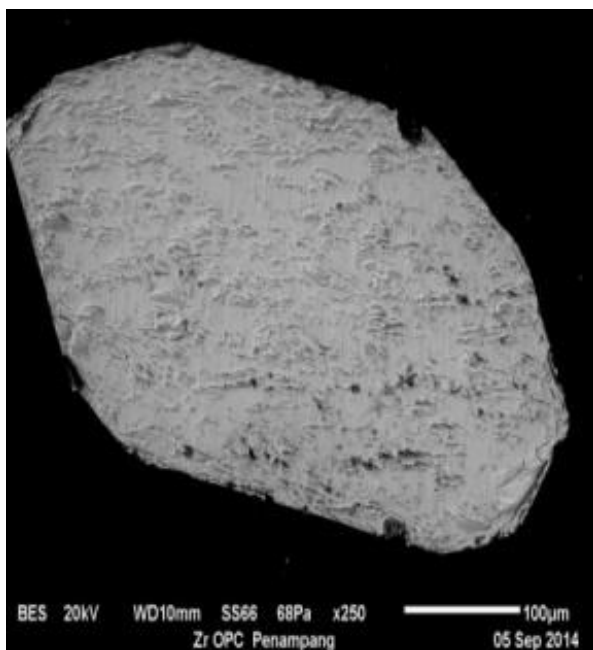
Gambar 7 menunjukkan bahwa ketika dilakukan proses pemanggangan pasir zircon dengan menaikkan jumlah aditif dari 1 % berat hingga 4 % berat, maka akan terjadi kenaikan jumlah zircon micronized (2 µm) secara signifikan, yaitu dari 40,02 % menjadi 92,10 %. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak bahan aditif ditambahkan akan menyebabkan pengotor yang menempel pada permukaan umpan terikat dan terlepas dari permukaan butiran zircon, sehingga membuat bahan menjadi lunak dan rapuh (*amorphous*). Namun, ketika jumlah aditif ditambah lagi hingga 7 %, tidak terjadi kenaikan jumlah zircon micronized secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemanggangan pasir zircon dalam pembuatan zircon micronized menjadi optimum dengan penambahan bahan aditif sebanyak 4%. Hasil pengamatan pasir zircon dengan menggunakan SEM terhadap hasil



pemangangan setelah dibelah seperti pada Gambar 8.



Gambar 7. Pengaruh bahan aditif dalam pemangangan pasir zirkon terhadap jumlah *zircon micronized* ( $2 \mu\text{m}$ ) hasil penggilingan selama 10 menit.



Gambar 8. Hasil pembacaan SEM pasir zirkon hasil pemangangan setelah dibelah.

## KESIMPULAN

Temperatur, waktu dan aditif (natrium hidroksida) berpengaruh pada proses pemangangan pasir zirkon dalam pembuatan *zircon micronized* ( $2 \mu\text{m}$ ). Hasil penelitian

menunjukkan bahwa kondisi operasi proses tercapai pada temperatur pemangangan  $425 \text{ }^\circ\text{C}$ , waktu 25 menit dan komposisi bahan aditif sebanyak 4 %. Pada kondisi proses tersebut diperoleh *zircon micronized* ( $2 \mu\text{m}$ ) sebanyak 92,10 % dengan lama penggilingan 10 menit.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Pusat Sains dan Teknologi Akselerator Badan Tenaga Nuklir nasional dan PT Monokem Surya yang telah memberikan dana dan fasilitas penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Poernomo, "Informasi Umum Zirkonium," Yogyakarta, 2012.
- [2] Kementerian ESDM, *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral no 08 Tahun 2015*. Indonesia, 2015.
- [3] C. Cameron, "Worldwide Market for Zirconium to Reach 2.6 Million Metric Tons by 2017," *Ceramic Industry*, pp. 1–12, 2012.
- [4] Soesilowati and S. Hidayati, "Aplikasi Glasir Zirkon Pada Industri Gerabah Keramik di Pagerjuang Bayat," *Informasi Teknologi Keramik & Gelas*, 2008.
- [5] S. Routray, L. N. Padhi, and T. Bera, "Recovery of Zirkons of South Eastern Coast of India Their Potential as Refractories and Ceramics," *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 5, pp. 73–82, 2014.
- [6] S. Lubbe, R. Munsami, and D. Fourie, "Beneficiation of Zircon Sand in South Africa," *J. South African Inst. Min. Metall.*, vol. 7A, pp. 583–588, 2012.
- [7] E. Snyders, J. H. Potgieter, and J. T. Nel, "The Upgrading of an Inferior Grade Zirkon to Superior Opacifier for Sanitary Ware and Glazers," *J. South African Inst. Min. Metall.*, 2005.
- [8] T. Indrati, Sajima, and Sudaryadi, "Analisis Struktur Mikro Hasil Pemangangan Pasir Zirkon," 2005.
- [9] R. Liu, J. K. Qu, J. Song, T. Qi, and D. U. Ailing, "No Title," *Ceram. Int.*, vol. 40, no. 1B, pp. 1431–1438, 2014.
- [10] V. Monov, Blagoy, Sokolov, and S. Stoenchev, "Grinding in Ball Mills: Modeling and Process Control," *Cybern. Inf. Technol.*, vol. 2, pp. 51–68, 2012.

- [11] A. Sujatno, R. Salam, Bandriyana, and A. Dimiyati, "Studi Scanning Zirkonium," *J. Forum Nukl.*, vol. 9, no. 2, pp. 44–50, 2015.