



Pemisahan Zirkon Dari *Tailing* Tambang Timah Menggunakan *Magnetic Separator*

Sajima[✉], Sudaryadi, Erlin Purwita Sari

Pusat Sains dan Teknologi Akselerator - BATAN
Jln. Babarsari Kotak Pos 6101 ykbb Yogyakarta 55281

Info Artikel

Diterima Agustus 2020

Disetujui September 2020

Dipublikasikan November 2020

Keywords:

kuat arus
pemisah magnetik
tailing tambang timah
pasir zirkon

Abstrak

Telah dilakukan pengambilan mineral zirkon dari tailing tambang timah menggunakan *magnetic separator*. Tahapan proses diawali dengan pembuatan umpan dengan cara memasukkan air ke dalam *feeder*, dilanjutkan penambahan mineral tailing tambang timah kemudian diaduk. Sumber magnet dihidupkan dan diatur arus listrik yang digunakan. Umpan dicurahkan ke dalam bejana untuk proses pemisahan. Hasil proses berupa konsentrat non magnetik dan magnetik diambil kemudian dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 105°C kemudian dianalisis kandungan zirkonnya menggunakan spektrometer pendar sinar X. Penelitian ini mempelajari pengaruh arus listrik dan waktu pemisahan terhadap mineral non magnetik yang terambil serta kandungan zirkonnya. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kuat arus optimal pada 16 A dan lama pemisahan 6 menit. Pada kondisi tersebut mineral non magnetik terpisahkan sebesar 48,5% dengan kandungan ZrO₂ sebanyak 47,9%.

Abstract

Zircon mineral extraction has been carried out from tin mine tailings using a magnetic separator. The process stage begins with making the bait by putting water into the feeder, continued with adding the mineral mine tailings and followed by stirring process. The magnetic source was turned on and the electric current used was controlled. Bait is poured into the vessel for the separation process. The results of process in the form of non-magnetic and magnetic concentrates were taken and dried using an oven at 105°C and then the zircon content be analyzed using an X-ray fluorescent spectrometer. The experimental results show that the optimal current strength is 16 A and separation time of 6 min. Under these conditions the non-magnetic minerals were separated by 48.5% with a ZrO₂ content of 47.9%.

© 2020 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Jln. Babarsari KotakPos 6101 ykbb Yogyakarta 55281
E-mail: sajima@batan.go.id

p-ISSN 2252-6951
e-ISSN 2502-6844

Pendahuluan

Perkembangan teknologi material terutama pemanfaatan derivat mineral zirkon telah mewujudkan berbagai fungsi, diantaranya fungsi nuklir, mekanik, elektrik, kimia dan biologi. Pada industri nuklir, bahan ini dapat diaplikasikan sebagai bahan struktur dan kelongsong bahan bakar nuklir karena memiliki sifat fleksibilitas dan ketahanan terhadap korosi yang tinggi^[1]. Sedangkan aplikasi pada industri non nuklir dibagi menjadi enam kelompok besar yaitu industri keramik sebagai *opacifier, refractory*, paduan, TV glass, *zirconia* dan *zircon chemicals*^[2].

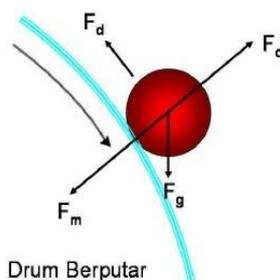
Peraturan menteri Energi dan Sumber Daya Mineral no 05 tahun 2017 tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral Melalui Kegiatan Pengelolaan dan Pemurnian Mineral di Dalam Negeri. Produk samping atau sisa hasil pengolahan komoditas tambang mineral logam timah berupa konsentrat zirkon, ilmenit, rutil, monasit dan senotim wajib dilakukan pengolahan dan atau pemurnian di dalam negeri sesuai dengan batasan minimum pengolahan dan atau pemurnian komoditas tambang mineral logam dan mineral non logam^[3].

Tabel 1. Sifat fisik dan karakteristik mineral pada bijih timah^[4]

Mineral	Rumus Kimia	Berat Jenis	Kekerasan	Kelistrikan	Kemagnetan
<i>Kasiterit</i>	SnO ₂	6–7	6,5	Konduktor	Non-Magnet
<i>Ilmenit</i>	FeTiO ₂	4,5–5	6	Konduktor	Magnet
<i>Monasit</i>	(Ce, La, Y, Th)PO ₄	4,6–5,4	5	Non Konduktor	Magnet
<i>Zirkon</i>	ZrSiO ₄	4,2–4,7	7,5	Non Konduktor	Non-Magnet
<i>Senotim</i>	Y(PO ₄)	4,4–5,1	4–5	Non Konduktor	Magnet
<i>Pirit/Markasit</i>	FeS ₂	5	6,5	Konduktor	Non-Magnet
<i>Rutil</i>	TiO ₂	4,2–4,3	6,5	Konduktor	Non-Magnet
<i>Topas</i>	(AlF) ₂ -SiO ₄	3,5–3,6	8	Non Konduktor	Non-Magnet
<i>Tourmalin</i>	HgAl ₃ (BOH) ₂ Si ₄ O ₁₉	3,0–3,2	7,5	Non Konduktor	Magnet
<i>Kuarsa</i>	SiO ₂	2,65	7	Non Konduktor	Non-Magnet
<i>Anatas</i>	TiO ₂	3,9		Konduktor	Non-Magnet
<i>Spinel</i>	MgOAl ₂ O ₃	3,6		Konduktor	Non-Magnet
<i>Siderit</i>	FeCO ₃	3,8-4	4	NonKonduktor	Magnet
<i>Plumbogumite</i>	PbAl ₃ (PO ₄) ₂ (OH) ₅ (H ₂ O)	7,5	-	NonKonduktor	Non-Magnet
<i>Limonite</i>	2Fe ₂ O ₃ ·3H ₂ O	3,6–4,0		NonKonduktor	Magnet

Magnetic separator adalah perangkat proses pemisahan satu mineral atau lebih dengan mineral lainnya yang memanfaatkan perbedaan sifat kemagnetan dari mineral-mineral tersebut. Mineral-mineral yang terdapat dalam bijih akan memberikan respon terhadap medan magnet sesuai dengan sifat kemagnetan yang dimilikinya. Mineral yang akan tertarik oleh medan magnet dikelompokkan sebagai mineral *magnetic*, sedangkan yang tidak tertarik oleh medan magnet dikelompokkan sebagai mineral *non-magnetic*. Mineral-mineral yang masuk dalam kelompok mineral magnetic misalnya: *magnetite, hematite, ilmenite, siderite, monazite*. Sedangkan mineral-mineral yang dikelompokkan dalam mineral non-magnetic misalnya: *kuarsa, mika, corundum, gypsum, zircon, feldspar*^[5].

Menurut Kelly, pemisahan magnetik ini merupakan pemisahan secara fisik dari partikel yang berbeda berdasarkan gaya yang bekerja saling berlawanan^[6]. Faktor faktor yang mempengaruhi efisiensi pemisahan pada magnetik separator adalah gaya magnet yang dinotasikan dengan F_m (m: magnet), gaya grafitasi (F_g) (g: grafitasi), gaya drag (F_d) (d: drag), dan gaya sentrifugal (F_c) (c: sentrifugal). Gaya-gaya ini akan menentukan posisi dan perilaku partikel mineral dalam separator.



Gambar 1. Gaya gaya yang bekerja pada partikel mineral

Gambar 1. menunjukkan bahwa, partikel mineral akan tertarik atau terlempar dari permukaan tergantung pada nilai *entrainment ratio*-nya. *Entrainment ratio* adalah rasio gaya magnet terhadap gaya sentrifugal, gaya grafitasi dan gaya drag. *Entrainment ratio* dinyatakan dalam persamaan:

$$ER = F_m / (F_c + F_g + F_d) \quad (1)$$

Jika partikel mineral memiliki nilai entrapment rasio lebih dari satu, $ER > 1$, maka partikel tersebut akan tertarik dan tetap menempel dipermukaan drum magnetik separator. Ketika partikel mineral memiliki *entrapment rasio* kurang dari satu, $ER < 1$, maka partikel tersebut akan terlempar atau tertolak dari permukaan drum separator (mineral non-magnetik). Pada kondisi $ER < 1$, medan magnet kurang berpengaruh dibanding dengan total tiga gaya lainnya. Jika operasi pemisahan dilakukan pada bijih yang memiliki rentang ukuran yang sempit, maka gaya drag dapat diabaikan. Sehingga *entrapment ratio* berubah menjadi rasio gaya magnet terhadap gaya sentrifugal dan gaya grafitasi.

$$\text{Entrapment Ratio, } ER = F_m / (F_c + F_g) \quad (2)$$

Dalam dua jenis separator, yaitu *Low Intensity Magnetic separator* (LIM) dan *High Intensity*. Partikel mineral akan memiliki tiga gaya yaitu gaya magnet, gaya sentrifugal dan gaya grafitasi. Posisi dan perilaku partikel selama pemisahan tergantung pada resultan ketiga gaya ini. Apabila suatu mineral diletakkan dalam medan magnet (H), maka benda tersebut akan menjalani induksi magnet (B) sebesar:

$$B = H + M \quad (3)$$

Dimana M adalah magnetisasi suatu bahan yang dinyatakan dalam satuan *Tesla* (besarnya dalam ruang hampa: 0). Suatu medan magnet dapat dinyatakan dalam *Magnetic Flux Density* dengan satuan tesla, dimana $1 \text{ tesla} = 10^4 \text{ gauss}$. Perbandingan antara magnetisasi suatu bahan (M) dengan intensitas medan magnet (H) disebut *Magnetic Susceptibility* (K). *Mineral magnetic* dapat tertarik oleh salah satu kutub magnet yang bekerja pada mineral tersebut. Gaya magnet tersebut tergantung dari besarnya intensitas medan magnet dan *gradient* medan magnetnya.

Ditinjau dari kekuatan atau intensitas medan magnetnya, *magnetic separator* dibagi menjadi HIM dan LIM separator. HIM separator maupun LIM separator dapat digunakan secara basah atau kering. Pemisahan cara basah umumnya menggunakan LIM separator, dan digunakan untuk mineral yang memiliki *susceptibility* tinggi. LIM separator mampu memisahkan bijih dalam jumlah yang besar. Sedangkan HIM separator mempunyai kapasitas rendah dan umumnya digunakan untuk mineral yang memiliki *susceptibility* rendah. Cara menghitung mineral terpisahkan dapat diketahui dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$MT = \frac{\text{berat non mag (kg)}}{\text{berat umpan (kg)}} \times 100 \% \quad (4)$$

Metode

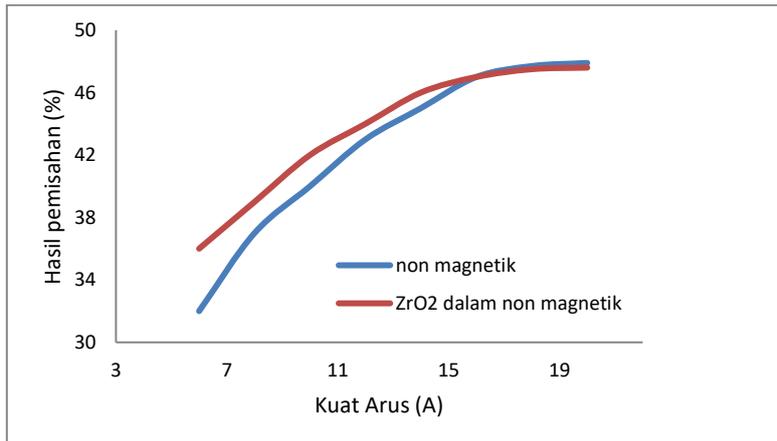
Tailing tambang timah dengan kadar ZrO_2 sebesar 32,53% digunakan sebagai bahan baku dan air sebagai media pemisahan. Satu set magnetik separator dengan kekuatan kemagnetan 20.000 *gauss* digunakan untuk proses pemisahan. Oven digunakan untuk pengeringan umpan maupun produk. Timbangan digunakan untuk menimbang umpan maupun hasil. Satu set spektrometer X-Ray digunakan untuk analisis kandungan zirkon baik dalam umpan maupun produk.

Air sebagai media dialirkan melalui pipa yang tersedia ke dalam *feeder* hingga aliran dalam keadaan stabil. Umpan ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam *feeder* sambil diaduk. Campuran dicurahkan melalui kran ke dalam tangki bejana proses pemisahan. Bersamaan hal tersebut dihidupkan perangkat penghasil magnet dengan mengatur arus listrik sesuai kebutuhan. Hasil proses pemisahan berupa konsentrat zirkon (*non magnetic*) dan tailing (*magnetic*) diambil dan dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 105 °C. Kandungan zirkon dalam umpan maupun dalam produk (magnetik dan non magnetik) ditimbang kemudian dianalisis menggunakan spektrometer pendeteksi sinar-X. Pada percobaan ini, dilakukan variasi kuat arus listrik 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 dan 20 A dan waktu pemisahan 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 kg/menit.

Hasil dan Pembahasan

Mineral zirkon adalah mineral yang mempunyai sifat fisik non magnetik, sehingga dapat dipisahkan dari mineral lainnya (magnetik) menggunakan magnetik separator. Pada percobaan ini umpan yang

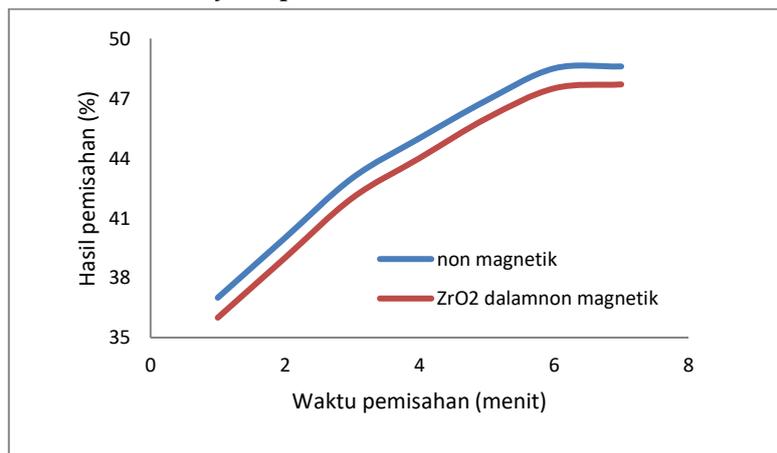
digunakan tailing tambang timah dengan kadar ZrO_2 sebesar 32,53%. Hasil percobaan pemisahan mineral magnetik dan non magnetik dengan variasi kuat arus disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh kuat arus terhadap mineral non magnetik terpisahkan

Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin besar kuat arus yang diberikan kepada perangkat proses (6 A menjadi 16 A) akan menyebabkan jumlah mineral non magnetik terpisah dari mineral magnetik semakin banyak (37% menjadi 47,5%) dan kadar zirkon dalam han asil (non magnetik) naik secara signifikan (36% menjadi 47,50). Hal ini membuktikan bahwa, kuat arus semakin besar mengakibatkan kuat medan magnet yang menginduksi rol magnetik separator semakin besar pula, sehingga mineral yang bersifat magnetik banyak yang tertarik oleh *induced roll* dan terpisahkan dari mineral non magnetik. Selain itu, terpisahnya mineral magnetik (sebagai pengotor) dari mineral non magnetik, akan menyebabkan kadar zirkon dalam hasil proses (non magnetik) mengalami kenaikan secara signifikan. Apabila kuat arus dinaikkan terus hingga 19 A, mineral non magnetik yang tertolak oleh *induced roll* dan kadar zirkon dalam hasil proses tidak mengalami kenaikan yang berarti. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemisahan mineral zirkon dari pengotornya menggunakan magnetik separator optimum pada kuat arus 16 A.

Hasil percobaan pemisahan mineral magnetik dan non magnetik dengan umpan tailing tambang timah memakai variasi kuat arus disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh waktu pengadukan terhadap mineral non magnetik terpisahkan

Gambar 3. menunjukkan bahwa semakin lama pengadukan dalam proses pemisahan akan menyebabkan jumlah mineral non magnetik terpisah dari mineral magnetik semakin banyak (37% menjadi 48,5%) dan kadar zirkon dalam han asil (non magnetik) naik secara signifikan (36% menjadi 47,50). Hal ini membuktikan bahwa, semakin lama waktu pemisahan akan memberikan kesempatan kepada mineral mineral magnetik yang terperangkap oleh mineral non magnetik melakukan pemisahan dan tertarik oleh *induced roll*. Selain itu, terpisahnya mineral magnetik (sebagai pengotor) dari mineral non magnetik, akan menyebabkan kadar zirkon dalam hasil proses (non magnetik) juga mengalami kenaikan secara tajam. Apabila waktu pemisahan dinaikkan terus hingga, mineral non magnetik yang tertolak oleh *induced roll* dan kadar zirkon dalam hasil proses tidak mengalami kenaikan yang berarti. Hal ini menunjukkan bahwa

proses pemisahan mineral zirkon dari pengotornya menggunakan magnetik separator optimum selama 6 menit.

Simpulan

Magnetik separator jenis basah dapat digunakan untuk mengambil mineral zirkon (non magnetik) dari tailing tambang timah sehingga dapat menaikkan kandungan ZrO_2 . Hasil percobaan menunjukkan bahwa kuat arus optimal pada 16 A dan lama pemisahan 6 menit. Pada kondisi tersebut mineral non magnetik terpisahkan sebesar 48,5% dengan kandungan ZrO_2 sebanyak 47,9%.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terimakasih kepada Pusat Sains teknologi Akselerator Badan Tenaga Nuklir Nasional Yogyakarta dan PT Timah Tbk. yang telah membantu baik dalam bentuk fasilitas, dana, maupun peralatan bagi keberhasilan dan kelancaran kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. Routray, S., Padhi, L.N., Bera, T. 2014. Recovery of Zircon of South Eastern Coast of India Their Potential as Refractories and Ceramics., *IJMET*, 5: 73-82
2. Cameron, C. 2012. Worldwide Market for Zirconium to Reach 2.6 Million Metric Tons by 2017. *Ceramic Industry*, 1-12
3. Peraturan Menteri ESDM Republik Indonesia Nomor 05/ PermenESDM/2017 tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral Melalui Kegiatan Pengelolaan dan Pemurnian Mineral di Dalam Negeri. Jakarta. 11 Januari 2017
4. Abubakar., F. 2009. Pengelolaan Zirkon di PT. Timah Tbk. *Workshop Keselamatan dan Keamanan Pertambangan Zirkon Bagi Pekerja*. Masyarakat dan Lingkungan. Yogyakarta
5. Lubbe, S., Munsami, R., Fourie, D. 2012. Beneficiation of Zircon Sand in South Africa, *J S AFR I MIN METALL*, 112: 583 – 588
6. Kelly, E.G., and Spottiswood, D.J. 1982. *Introduction to Mineral Processing*. Canada: John Wiley & Sons Inc. 1982.