

## PENGOLAHAN MONASIT DARI LIMBAH PENAMBANGAN TIMAH : DIGESTI DENGAN CARA BASA

Susilaningtyas, Erni R.A, Guswita Alwi \*)

### ABSTRAK

**PENGOLAHAN MONASIT DARI LIMBAH PENAMBANGAN TIMAH : DIGESTI DENGAN CARA BASA.** Monasit merupakan mineral radioaktif yang diperoleh sebagai mineral ikutan pada pengolahan bijih timah. Monasit mengandung unsur uranium, torium, logam tanah jarang (LTJ) dan fosfat yang mempunyai nilai ekonomis dan strategis. Masing-masing unsur tersebut akan dipisahkan. Pada penelitian ini telah dilakukan pemisahan fosfat dari uranium, logam tanah jarang dan torium dengan metode digesti cara basa menggunakan natrium hidroksida. Parameter yang berpengaruh dan diamati adalah perbandingan berat bijih dengan natrium hidroksida, ukuran butir bijih dan waktu. Diperoleh kondisi optimal digesti, perbandingan berat bijih terhadap natrium hidroksida 1 : 1,5, ukuran butir bijih - 200 mesh, waktu 3 jam. Rekoveri fosfat terdigesti sekitar 98 %, sedangkan U, Th dan LTJ terikut dalam filtrat fosfat masing-masing sekitar 32 %, 5 % dan 3 %.

### ABSTRACT

**THE PROCESSING OF MONAZITE FROM THE TIN MINING WASTE : DIGESTION BY SODIUM HIDROXIDE METHOD.** Monazite is a radioactive mineral, and as the side product of the tin ores processing . It contains uranium, thorium, rare earth (RE) and phosphat elements. The elements have economic and strategic values and will be separated. In this experiment, the separation of the elements was achieved by digesting monazite from the tin mining waste, to determine the condition of the alkaline decomposition by the sodium hidroksida. The rate of digestion depend upon the ratio of ore and sodium hidroksida in weight, particle size of ore and digestion time. Experimental data shown that the optimum condition included sodium hidroksida to ore ratio of 1 : 1,5, ore partical size of - 200 mesh and 3 hours digestion time. The phosphate recovery in such condition was about 98 % and U, Th and R.E were found in the phosphate filtrate in quantities of about 32 %, 5 % and 3 %, respectively.

## **PENDAHULUAN**

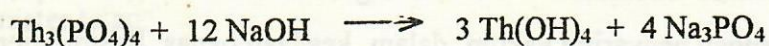
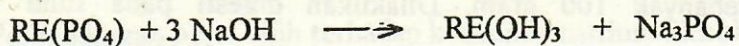
Monasit merupakan mineral yang bersifat radioaktif dan pada umumnya terdapat bersama bijih timah (casiterit) dalam endapan timah. Di Indonesia pada penambangan timah di Bangka yang dilakukan oleh PT. Tambang Timah Tbk, monasit merupakan limbah penambangan sebagai mineral ikutan pada pengolahan bijih timah.

Kandungan unsur monasit tersebut antara lain torium, uranium dan logam tanah jarang yang mempunyai nilai ekonomis dan strategis. Torium berguna sebagai bahan bakar nuklir setelah uranium, sedangkan logam tanah jarang banyak digunakan sebagai bahan pembuat kaca, keramik, alloy, komponen elektronik dan lain sebagainya. Monasit sebagai limbah penambangan timah mengandung 0,298 % U; 4,171 % Th 23,712 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan 58,97 % RE oksida total <sup>[1]</sup>. Untuk pengambilan unsur tersebut dari monasit dapat dilakukan dengan empat cara, yaitu proses basa biasanya menggunakan natrium hidroksida, proses asam sulfat, khlorinasi dan reduksi suhu tinggi <sup>[2]</sup>. Dari keempat cara tersebut yang sering digunakan hanya proses natrium hidroksida dan asam sulfat. Pada penelitian terdahulu telah dilakukan digesti monasit dengan cara asam sulfat <sup>[3]</sup>. Guna melengkapi data untuk pemilihan proses yang sesuai terhadap monasit Bangka, dilakukan penelitian digesti dengan cara basa menggunakan natrium hidroksida. Tujuan tahap digesti dengan cara basa adalah memisahkan fosfat dari uranium, torium dan logam tanah jarang (LTJ) dengan rekovery fosfat yang terdigesti lebih besar dari 90 % <sup>[2]</sup>. Faktor yang berpengaruh dan digunakan sebagai parameter yang diamati yaitu perbandingan berat monasit dengan natrium hidroksida, waktu digesti dan ukuran butir. Suhu dianggap parameter tetap karena sulit untuk diamati dan suhu diacu dari penelitian sebelumnya <sup>[4]</sup>

## **TEORI**

Pemakaian natrium hidroksida sebagai pengganti asam sulfat untuk digesti akan menghilangkan ion sulfat dan ion fosfat dalam larutan, dan menyederhanakan penyediaan larutan umpan untuk proses lebih lanjut. Selain itu diperoleh trinatrium fosfat sebagai hasil samping yang dapat digunakan sebagai pupuk dan kelebihan natrium hidroksida dapat digunakan kembali.

Reaksi yang terjadi selama digesti sebagai berikut: [5]



Torium hidroksida dan logam tanah jarang hidroksida yang terbentuk berada dalam "slurry" yang dapat dipisahkan dari tri natrium fosfat dengan penyaringan pada kondisi tertentu. Kesempurnaan reaksi digesti bergantung pada perbandingan berat bijih dan natrium hidroksida, suhu, waktu dan ukuran butir bijih

## **BAHAN DAN TATA KERJA**

### **Bahan**

Monasit dari limbah penambangan timah Bangka, natrium hidroksida teknis dan bahan kimia untuk analisis. Kadar umpan bijih 4,72 % Th, 65,4 % LTJ, 25,43 % PO<sub>4</sub> dan 2056,64 ppm U.

### **Alat**

Satu unit alat digesti yang terdiri dari beker stainless steel, pengaduk dengan motor pengaduk, pemanas listrik, alat penyaring vakum, pompa vakum, timbangan, oven, kertas pH, termometer, kertas saring Whatman No. 1 dan alat gelas laboratorium.

### **Tata Kerja**

#### **A. Menyiapkan bijih**

Bijih dihancurkan dan digerus, diayak dengan ayakan yang sesuai dengan ukuran butir yang dikehendaki yaitu - 100, - 200 dan - 300 mesh. Dilakukan percontohan dan ditimbang masing-masing sebanyak 100 gram.

#### **B. Digesti basa**

##### **B.1. Menentukan perbandingan berat bijih dan natrium hidroksida**

Disiapkan alat digesti dengan memasang motor pengaduk dan pengaduk serta pemanas listrik. Dimasukkan air sebanyak ditentukan (170 ml) ke dalam beker SS, dipanaskan di atas pemanas listrik sampai suhu kira-kira 40 °C, dimasukkan natrium

hidroksida sebanyak yang divariasikan, diaduk. Setelah suhu kira-kira 60 °C dimasukkan bijih sebanyak 100 gram. Dilakukan digesti pada suhu 140 °C (ditetapkan) dan waktu ditentukan. Setelah digesti selesai dilakukan pemisahan filtrat dan residu dengan penyaring vakum dalam keadaan panas. Residu diencerkan dengan air panas sebanyak 6 kali berat bijih kemudian dipanaskan pada suhu 80 - 100 °C selama 30 menit dan disaring dalam keadaan panas. Selanjutnya dilakukan pencucian dengan jumlah air pencuci 3 kali berat bijih sampai pH air cucian 7-8 <sup>[4]</sup>. Masing-masing filtrat saringan diukur volumenya dan diambil sebagian untuk dianalisis kadar fosfat, uranium, torium, dan logam tanah jarang. Padatan dikeringkan dan ditimbang diambil sebagian untuk dianalisis kadar fosfat, uranium, torium, dan logam tanah jarang. Data yang diperoleh dievaluasi dan didapat hubungan antara perbandingan berat bijih dan natrium hidroksida dengan persentase fosfat yang terdigesti.

### **B.2. Menentukan ukuran butir bijih**

Dilakukan digesti dengan kondisi terbaik dari percobaan B.1. Ukuran butir bijih divariasikan, waktu tertentu dan suhu ditetapkan. Setelah digesti selesai dipisahkan fosfat seperti percobaan B.1. Data yang diperoleh dievaluasi dan didapat hubungan antara suhu dengan persentase fosfat yang terdigesti.

### **B.3. Menentukan waktu digesti**

Dilakukan digesti seperti cara B.1 dengan kondisi terbaik dari percobaan B.1 dan B.2. Waktu digesti divariasikan dan suhu ditetapkan. Setelah digesti selesai pemisahan fosfat seperti cara B.1. Data yang diperoleh dievaluasi dan didapat hubungan waktu dengan persentase fosfat yang terdigesti

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

Data hasil percobaan menentukan kondisi digesti monasit dari limbah penambangan timah Bangka dengan variabel perbandingan berat bijih dan konsumsi natrium hidroksida, variabel ukuran butir dan variabel waktu disajikan dalam bentuk tabel berikut.

## 1. Pengaruh Perbandingan Berat Bijih dan konsumsi Natrium Hidroksida

parameter berubah:

- Perbandingan berat bijih terhadap konsumsi natrium hidroksida

Parameter tetap:

- Ukuran butir : - 100 mesh
- Suhu : 140 °C [4]
- Waktu : 3 jam
- Perbandingan berat bijih : air = 1: 1,7 [6]

Tabel 1. Pengaruh perbandingan berat bijih dan konsumsi natrium hidroksida terhadap rekoveri digesti

Perbandingan berat bijih : NaOH	Rekoveri dalam filtrat (%)			
	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	U	Th	LTJ
1 : 1,00	78,01	31,30	3,12	2,38
1 : 1,50	83,34	31,34	3,37	3,40
1 : 1,75	82,95	32,16	4,03	3,62

## 2. Pengaruh Ukuran Butir Bijih

Parameter berubah :

- Ukuran butir bijih

Parameter tetap :

- Perbandingan berat bijih : NaOH = 1: 1,5 ( dari Tabel 1)
- Suhu : 140 °C [4]
- Waktu : 3 jam
- Perbandingan berat bijih : air = 1: 1,7 [6]

Tabel 2. Pengaruh ukuran butir bijih terhadap rekoverti digesti

Ukuran butir bijih (mesh)	Rekoverti dalam filtrat (%)			
	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	U	Th	LTJ
- 100	83,34	31,34	3,37	3,40
- 200	98,70	31,94	4,82	3,12
- 300	98,87	47,97	6,78	6,32

### 3. Pengaruh Waktu Digesti

Parameter berubah:

- Waktu digesti

Parameter tetap:

- Perbandingan berat bijih : NaOH = 1 : 1,5 (dari Tabel 1)
- Ukuran butir bijih = - 200 mesh
- Suhu = 140 °C [4]
- Perbandingan berat bijih : air = 1 : 1,7 [6]

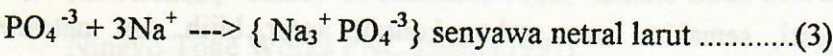
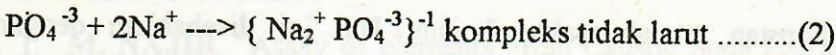
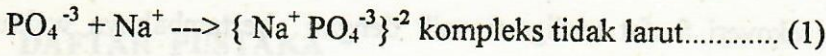
Tabel 3. Pengaruh waktu digesti terhadap rekoverti

Waktu (jam)	Rekoverti dalam filtrat (%)			
	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	U	Th	LTJ
2	97,10	29,15	4,23	2,51
3	98,70	31,94	4,82	3,12
4	98,65	36,36	5,83	5,39
5	98,73	37,61	5,98	5,55

## PEMBAHASAN

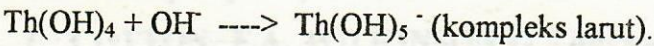
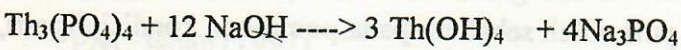
Data hasil percobaan untuk mengetahui pengaruh perbandingan berat bijih dan konsumsi natrium hidroksida seperti yang disajikan dalam tabel 1, terlihat bahwa semakin besar perbandingan bijih terhadap natrium hidroksida, semakin besar pula rekoverti fosfat terdigesti. Tetapi pada perbandingan bijih dan natrium hidroksida 1: 1,5 dan 1 : 1,75 terlihat rekoverti fosfat terdigesti hampir sama sehingga dipilih perbandingan bijih dan

natrium hidroksida 1 : 1,5 dengan rekoveri fosfat yang terdigesti sebanyak 83,34 %. Konsumsi natrium hidroksida digunakan berlebihan agar reaksi pembentukan trinitrium fosfat berjalan sempurna sehingga persentase fosfat terlarut tinggi dan untuk menghindari terbentuknya kompleks yang tidak larut<sup>[5]</sup> seperti ditunjukkan dalam reaksi 1 dan 2. Oleh sebab itu digunakan natrium hidroksida berlebihan yang ditunjukkan dalam reaksi 3.



Kelebihan natrium hidroksida dapat digunakan kembali setelah trinitrium fosfat dipisahkan dengan cara kristalisasi. Pada tabel 1 juga terlihat bahwa persentase U, Th dan LTJ dalam filtrat fosfat makin tinggi dengan bertambahnya konsumsi natrium hidroksida. Hal ini disebabkan oleh beberapa kemungkinan antara lain pertama hidroksida U, Th dan LTJ yang terbentuk lolos melalui pori-pori penyaring pada tahap pemisahan larutan fosfat dari "slurry" hasil digesti. Kemungkinan kedua, hidroksida Th, U, LTJ yang terbentuk bereaksi dengan basa yang berlebihan membentuk kompleks yang larut sehingga berada bersama-sama filtrat fosfat<sup>[7]</sup>.

Salah satu contoh mekanisme reaksi yang terjadi terhadap Th bilamana basa sangat berlebihan sebagai berikut<sup>[2,7]</sup>:



Hasil percobaan untuk menentukan ukuran butir bijih seperti yang disajikan dalam Tabel 2, terlihat bahwa semakin halus ukuran butir bijih prosentase fosfat terdigesti semakin besar pula. Hal ini disebabkan pada ukuran butir yang lebih halus bijih lebih mudah dipenetrasi oleh natrium hidroksida dan ratio permukaan terhadap volume jauh lebih besar sehingga reaksi digesti berlangsung lebih sempurna yang mengakibatkan prosentase fosfat yang terdigesti lebih besar. Pada Tabel 2 terlihat bahwa prosentase fosfat yang terdigesti perbedaannya tidak terlalu besar antara bijih dengan ukuran butir - 200 dan - 300 mesh, yaitu masing-masing 98,70 % dan 98,87 %. Oleh sebab itu ukuran butir bijih dipilih yang berukuran - 200 mesh karena untuk menghaluskan bijih menjadi berukuran butir - 300 mesh diperlukan biaya lebih mahal dari pada ukuran -200 mesh. Disamping itu pada ukuran butir bijih - 300 mesh, prosentase U, Th dan LTJ dalam filtrat fosfat lebih

besar dibandingkan pada ukuran butir - 200 mesh, sebagai penyebabnya selain sama seperti yang telah dibahas pada tabel 1, kemungkinan lain sebagian butiran bijih yang sangat halus lolos melalui pori-pori penyaring, sehingga meningkatkan prosentase U, Th dan LTJ dalam filtrat fosfat.

Tabel 3 menunjukkan pengaruh waktu terhadap rekoveri digesti. Dari tabel terlihat bahwa prosentase rekoveri fosfat terdigesti naik dengan bertambahnya waktu digesti, tetapi terlihat konstan setelah waktu 3 jam. Hal ini disebabkan dengan bertambahnya waktu digesti, semakin lama waktu kontak antar bijih dan natrium hidroksida, sehingga reaksi terjadi lebih sempurna. Oleh karena itu dipilih waktu digesti 3 jam dengan rekoveri fosfat terdigesti sekitar 98 %.

Pada waktu digesti lebih dari 3 jam akan bertambah lama pula terjadinya tumbukan antara butiran bijih tersebut dan juga tumbukan antara bijih dengan impeller pengaduk serta dinding bejana sehingga ukuran butir bijih menjadi lebih halus. Seperti pada pembahasan sebelumnya (tabel 2) butiran yang halus ini kemungkinan lolos bersama-sama hidroksida U, Th dan LTJ saat pemisahan padat cair, sehingga prosentase hidroksida dalam filtrat fosfat meningkat, disamping penyebab lain seperti diuraikan pada pembahasan tabel 1. Pada tahap digesti dari pengolahan monasit dengan cara basa, selain diharapkan rekoveri fosfat terdigesti tinggi, juga hidroksida U, Th dan LTJ yang terbentuk dan berada bersama-sama residu tak terdekomposisi tinggi pula. Oleh sebab itu pada pemilihan kondisi digesti, hal tersebut perlu diperhatikan.

## KESIMPULAN

Hasil digesti monasit dari limbah penambangan timah dengan cara basa yang dilakukan pada suhu 140 °C dan perbandingan berat bijih dan air 1: 1,70, diperoleh kondisi digesti sebagai berikut:

- Perbandingan berat bijih terhadap natrium hidroksida 1 : 1,5
- Waktu 3 jam
- Ukuran butir bijih - 200 mesh
- Rekoveri fosfat terdigesti 98 %
- U, Th dan TLJ terikut dalam filtrat fosfat masing-masing 32 %, 5 % dan 3 %.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Ir. Mainar Sjahminan dan semua staf Bidang TPBN yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian sampai terwujudnya makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. **M. NAJIB**, "Assay of elements From Caustic Soda Extraction Process Rirang Ore", Ningyo Toge Works PNC Japan (1997).
2. **CALLOW R.J.**, "The Industrial Chemistry of The Lanthanons, Ytrium and Uranium", Pergamon Press ( 1965)
3. **SUSILANINGTYAS**, "Penentuan Kondisi Digesti Monasit Dengan Asam Sulfat", Eksplorium No 105/ XVIII/96, Buletin PPBGN BATAN (1996).
4. **MAINAR SJAHMINAN Dkk** "Pengolahan Bijih Uranium Asal Rirang : Digesti dengan Cara Basa" Prosiding Seminar Pranata Nuklir, PPBGN-BATAN (26 Juni 1997).
5. **CUTHBERT F.L.**, "Thorium Production Technology" Addison Wesley Publishing Co, Inc (1958).
6. **FAIZAL RIZA**, "Ore Processing and Refining Technology", Ningyo Toge Works PNC Japan (1997).
7. **COTTON, F.A, WILKINSON G.**, "Advanced Inorganic Chemistry" John Wiley & Sons Inc, New York, (1988)

## Diskusi

1. Subagyo ES, Bid. Eksplorasi-PPBGN

Pertanyaan :

Dengan kenaikan perbandingan larutan NaOH dengan ukuran butir bijih, penambahan waktu, fosfat dapat lebih banyak, namun U,Th dan LTJ juga ikut naik, bagaimana mengatasi hal tersebut. ?

Jawaban :

Diamati besarnya konsumsi NaOH dan waktu dekomposisi di mana pada kondisi tertentu sebelum kelarutan U,Th,LTJ mulai bertambah, maka dipilih kondisi ini dengan beberapa kali percobaan.

## 2. Manto Widodo, Bid. Eksplorasi - PPBGN

Pertanyaan :

1. Ada 4 metode percobaan monasit, di mana letak kelebihan dan kekurangan tiap metode sehingga penulis memilih cara basa ?
2. Limbah penambangan Timah Bangka tidak hanya monasit (ada zirkon), bagaimana perlakuan terhadap zirkon tersebut ?
3. Unsur dalam monasit bernilai ekonomis dan strategis, di mana letak nilai strategis dari unsur-unsur tersebut ?

Jawaban :

1. Dari ke 4 metode yang pernah dicoba adalah metode asam sebelum metode basa ini. Pada metode asam U,LTJ,Th masih selalu dalam ikatan fosfat, dalam senyawa fosfat ketiga unsur ini sulit dipisahkan satu dengan lainnya. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan metode basa, di mana fosfat dipisahkan lebih dahulu .
2. Mengenai limbah lainnya dari limbah Timah, dikelola oleh PT. Tambang Timah.Tbk
3. Unsur LTJ ekonomis, karena berguna untuk komponen elektronik, pembuat kaca, keramik dan sebagainya sedangkan , U,Th strategis sebagai bahan bakar nuklir

## 3. Sugeng Waluyo, Bid. TPBN-PPBGN

Pertanyaan :

Berapa perbedaan jumlah fosfat dari hasil digesti dibanding jumlah fosfat hasil pencucian hasil digesti (residu.).

Jawaban :

Jumlah fosfat hasil pencucian residu jauh lebih besar dibanding jumlah fosfat hasil digesti (penyaringan 1).

#### 4. Tati Herjati, Bid. KKL-PPBGN

Pertanyaan :

Bagaimana cara memisahkan U,Th dan LTJ dari residu monasit, setelah fosfat dipisahkan ?

Jawaban :

Cara memisahkan U,Th, LTJ dari residu dapat dilakukan dengan metode pelarutan, pengendapan dan ekstraksi

#### 5. Rusmadi, Bid. Eksplorasi - PPBGN

Pertanyaan :

1. Apa hubungannya tingkat kelarutan dengan ukuran butir yang tercermin pada bila diameter kecil banyak unsur yang terlarut ?
2. Metode apa yang digunakan untuk memisahkan mineral monasit ? karena monasit secara fisik sangat sulit dibedakan dengan xenotim dan zirkon ?
3. Kemungkinan dalam konsentrat monasit masih terkandung mineral-mineral yang lain, bagaimana mengantisipasi sehubungan dengan adanya kontaminasi tersebut.

Jawaban :

1. Ukuran butir makin halus maka kelarutan unsur-unsur pada dekomposisi akan makin besar
2. Kami tidak tahu secara pasti metodenya karena bijih monasit yang diolah sudah dalam kondisi tertentu.
3. Pada penelitian ini tidak diamati adanya kontaminasi tersebut

#### 6. Darmawan. Bid ETP-PPBGN

Pertanyaan :

1. Monasit mengandung U,Th,LTJ dan lain-lain, sampai sejauh mana keterlibatan BATAN tentang pengamanan bahan-bahan yang mengandung unsur-unsur tersebut ?
2. Jelaskan manfaat nilai ekonomi/strategis unsur-unsur tersebut ?

Jawaban :

1. BATAN tidak mengamankan tetapi mengawasi.. BATAN (BPTA) telah melakukan pengawasan terhadap bijih monasit khususnya di PT Tambang.Timah Tbk.
2. Nilai ekonomis dari unsur tersebut seperti telah saya jelaskan pada pertanyaan Sdr Manto Widodo.