



## PENGOLAHAN MONASIT DARI LIMBAH PENAMBANGAN TIMAH : PEMISAHAN LOGAM TANAH JARANG (RE) DARI U DAN TH

Hafni LN, Faizal R, Sugeng W, Budi S, Arif S, Susilaningtyas  
Pusat Pengembangan Bahan Galian Nuklir -BATAN

### ABSTRAK

PENGOLAHAN MONASIT DARI LIMBAH PENAMBANGAN TIMAH: PEMISAHAN LOGAM TANAH JARANG (RE) DARI U DAN Th. Telah dilakukan pemisahan logam tanah jarang (RE) dari U dan Th hasil digesti monasit Bangka dengan sistem pengendapan menggunakan reagen NaOH. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh kondisi pengendapan  $RE(OH)_3$  yang terbaik sehingga menghasilkan rekovery RE semaksimal mungkin dan kemurnian RE yang tinggi dari pengotor radioaktif U dan Th. Parameter derajat keasaman (pH), normalitas NaOH dan waktu pengendapan diperoleh kondisi pengendapan terbaik pH 9,8; 1N NaOH dan waktu 3 jam. Pada kondisi tersebut diperoleh rekovery pengendapan  $RE(OH)_3$  99,79 %, Th 4,52 %, U dan  $PO_4$  tidak terambil. Kemurnian dari produk tersebut adalah  $RE(OH)_3$  98,868 % ,  $Th(OH)_4$  0,009 % atau 90 ppm dan lainnya 1,123 % .

### ABSTRACT

*MONAZITE PROCESSING OF TIN MINING WASTE : RARE EARTH SEPARATION FROM U AND Th. Separation of Rare Earths from U and Th of Bangka monazite digestion solution, by using NaOH reagent and precipitation system has been carried out. The aim of the experiment is to find a condition of  $RE(OH)_3$  precipitation to produce maximal RE recovery and high purity of RE that are free from radioelements U and Th. Parameters studied were pH, NaOH normality and precipitation time. The optimal conditions obtained were pH 9.8, 1N NaOH and 3 hours precipitation time. At this condition recovery of the  $RE(OH)_3$  is 99.79 % and Th 4.52 % . However uranium and phosphate were not detected. Purity of the products are  $RE(OH)_3$  98.868 % ,  $Th(OH)_4$  0.009 % and the others 1.123 %*

### PENDAHULUAN

Monasit sebagai limbah dari penambangan timah di Bangka diolah secara kimiawi akan menghasilkan garam unsur U,Th, RE dan fosfat. Pada bidang industri nuklir, uranium dan torium digunakan sebagai bahan bakar nuklir, disamping itu torium digunakan juga sebagai bahan pembuatan kaos lampu. Garam unsur RE banyak digunakan pada industri magnetik, optoelektronik dan elektronik. Sedangkan fosfat sebagai bahan dasar pembuatan pupuk kimia TSP (Tri Super Posfat) seperti di Petrokimia , Gresik.

Garam unsur U, Th, RE dan fosfat sebagai komoditas perdagangan maka RE mempunyai nilai jual yang tinggi dibandingkan dengan yang lainnya, dimana produk RE harus memiliki kemurnian tinggi, bebas dari unsur radioaktif U, Th dan unsur pengotor lainnya seperti  $PO_4$  ,  $TiO_2$  dan lain sebagainya.

Pada penelitian ini dilakukan pemisahan logam tanah jarang (RE) dari U dan Th dengan pengendapan. Hal ini dilakukan karena filtrat  $RECl_3$  yang diperoleh dari pengendapan sebelumnya (pH 6,4) masih mengandung U dan Th (Gambar 1).

Penelitian bertujuan memperoleh kondisi pengendapan yang terbaik, sehingga produk RE bebas dari U dan Th. Paramater yang diamati adalah pengaruh derajat keasaman, normalitas reagen NaOH dan waktu pengendapan.

### TEORI

Pemisahan atau pemurnian logam tanah jarang (RE) dari U dan Th dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu ekstraksi, resin penukar ion dan pengendapan. Umpan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan  $RECl_3$  (Gambar 1). Pada proses ekstraksi, jenis pelarut yang banyak dipakai dalam industri pengolahan uranium dan torium maupun RE diantaranya Amine, TBP, D2EHPA dan TOPO. Pelarut tersebut sangat sulit membentuk kompleks dengan ion klorida, maka untuk mengekstraksi RE dari  $RECl_3$  harus dilakukan methatesis terlebih dahulu menjadi  $RE(NO_3)_3$  atau  $RE_2(SO_4)_3$ <sup>[1]</sup>, sehingga prosesnya panjang dan tidak efektif.

Dengan resin penukar ion, pemisahan  $RECl_3$  dari U dan Th dapat menggunakan jenis resin Dowex 2 dan Amberlite IRA-400. Hasil penelitian berdasarkan pustaka<sup>[2]</sup>, dengan menggunakan

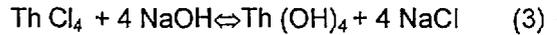
umpan  $RECl_3$  dari monasit dan resin Amberlite IRA-400 diperoleh rekoveri RE 0%,  $ThO_2$  1% dan  $U > 99\%$ . Dari hasil tersebut terlihat bahwa uranium terabsorpsi cukup tinggi sedangkan RE dan Th rendah sekali, resin tersebut hanya cocok untuk mengadsorpsi U dan masih diperlukan jenis resin lain untuk mengadsorpsi Th.

Pemisahan RE dari U dan Th dengan umpan larutan  $RECl_3$  yang berasal dari bijih Rirang pernah diteliti oleh Faizal Riza<sup>[3]</sup> melalui sistem pengendapan, hasil penelitiannya menyatakan bahwa pada kondisi pengendapan pH 10 didapat rekoveri RE mendekati 100%, rekoveri U < 3% dan torium tidak terdeteksi. Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem pengendapan untuk memisahkan RE dari U dan Th diperoleh hasil yang lebih baik, disamping cara kerjanya lebih mudah dan sederhana dari sistem lain. Dengan demikian, pada penelitian ini dipilih sistem pengendapan, tetapi tidak menutup kemungkinan digunakan sistem yang lain bilamana hasilnya kurang memuaskan.

Selama pengendapan akan terjadi reaksi sebagai berikut :

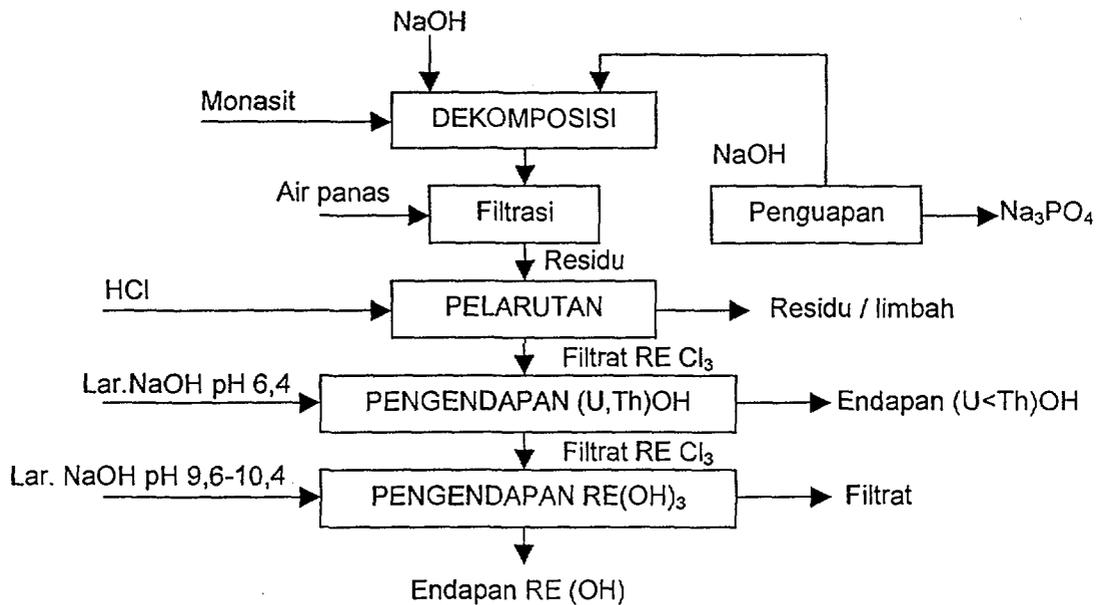


$r_2$   
Disamping itu reaksi pengendapan U, Th adalah sbb :



$r_1$  adalah kecepatan pengendapan RE ke arah kanan sedangkan  $r_2$  adalah kecepatan pengendapan ke arah kiri. Besarnya kecepatan pengendapan dipengaruhi oleh konsentrasi umpan dan reagen, waktu pengendapan, derajat keasaman, suhu dan luas muka pengadukan dsb<sup>[4]</sup>. Rekoveri pengendapan sangat dipengaruhi oleh kecepatan reaksi maka kalau kecepatan pengendapan  $r_1$  semakin besar maka rekoveri RE semakin besar pula. Besarnya rekoveri RE dibatasi oleh titik kesetimbangan kondisi pengendapan karena reaksi pengendapan adalah reaksi bolak balik

Berdasarkan pada pustaka<sup>[2]</sup> reaksi pengendapan U dan Th hidroksida secara sempurna terjadi pada pH (5,7-6,4), jika pH > 6,4 rekoveri U, Th hidroksida akan mengalami penurunan. Pada pH pengendapan RE antara (9,6-10,4) U dan Th yang masih ada diharapkan berada dilarutan. Reagen yang digunakan adalah NaOH oleh karena itu tidak menutup kemungkinan akan terbentuk Na diuranat ( $Na_2U_2O_7$ ) pada pH > 7,0<sup>[3]</sup>. Penggunaan reagen NaOH dimaksudkan untuk efisiensi dan pengumpulan data pengendapan, mengingat reagen tersebut juga digunakan untuk proses dekomposisi dan pengendapan (U,Th) hidroksida.



Gambar 1. Pengolahan monasit secara basa

## PERALATAN DAN METODE KERJA

### Peralatan :

1. Gelas ukur
2. Pengaduk magnetik
3. Corong
4. Pipet
5. Stop watch
6. Hot plate
7. pH meter

### Bahan :

1. NaOH
2. Kertas saring
3. Larutan  $RECl_3$  sebagai umpan ada 2 macam yang berasal dari : Bijih monasit yang digunakan untuk membuat umpan :
  - a. Bijih monasit A dengan kadar U : 2410,05 ppm ; Th : 3,04 % ;  $RE_2O_3$  : 65,71 % dan  $PO_4$  : 27,30 %.
  - b. Bijih monasit B dengan kadar U : 2427,86 ppm ; Th : 2,62 % ;  $RE_2O_3$  : 62,10 % dan  $PO_4$  : 24,58 %

### METODE KERJA

100 ml larutan umpan  $RE Cl_3$  dimasukkan ke dalam gelas beker, sambil diaduk dengan pengaduk magnetik diteteskan larutan 1N NaOH sampai mencapai pH 9,6, pH tersebut dipertahankan selama 1 jam (sebagai waktu pengendapan). *Slurry* yang terbentuk disaring dengan corong yang telah dilapisi kertas saring. Endapan dicuci dengan 100 ml larutan 1 N NaOH (pH 9,6) sebanyak 3 kali kemudian dikeringkan, ditimbang dan dianalisis kadar U, Th, RE dan  $PO_4$ . Filtrat hasil saringan dicampur dengan pencuci, diaduk dan diukur volumenya kemudian dianalisis kadar U, Th, RE dan  $PO_4$ . Metode kerja ini untuk penelitian pengendapan dengan parameter pH (9,6 ; 9,8; 10; 10,2; 10,4). Metode kerja untuk penelitian pengendapan dengan parameter

normalitas NaOH dan waktu pengendapan dilaksanakan sesuai dengan metode kerja ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengaruh derajat keasaman (pH)

Pada penelitian dengan pengaruh derajat keasaman (pH), umpan yang digunakan berasal dari monasit A yang diolah sesuai dengan Gambar 1. pH penelitian dimulai dari 9,6, hal ini dikarenakan sebelum penelitian mulai dilaksanakan telah dilakukan percobaan pendahuluan terlebih dahulu. Hasil dari percobaan pendahuluan menyatakan bahwa pada pH < 9,6 diperoleh rekovery  $RE_2O_3$  < 88%, Th 5 % dan U tidak terambil. Maka untuk penelitian dengan parameter pH, range pH ditentukan antara 9,6 - 10,4. Selama penelitian, pengaturan pH dilakukan dengan meneteskan larutan 1N NaOH. Hasil analisis kadar umpan  $RECl_3$  yang digunakan, ion pospat tidak terdeteksi, tetapi unsur U; Th dan RE terdeteksi. Tidak terdeteksinya pospat dalam umpan disebabkan oleh kandungannya < 5 ppm atau selama tahapan proses penyiapan umpan, ion pospat sudah terambil. Hasil penelitian dengan variasi pH (9,6-10,4) yang tertulis pada Tabel 1 diperoleh rekovery  $RE_2O_3$  (71,44 - 91,67) %, Th (6,91 - 8,34) %, U dan  $PO_4$  tidak terambil. Semakin besar pH maka semakin besar rekovery  $RE_2O_3$ . Pada pH 9,8 diperoleh rekovery  $RE_2O_3$  tertinggi 91,67 % karena pada pH tersebut terjadi titik kesetimbangan dimana tidak ada penambahan ataupun pengurangan jumlah pengendapan. Tetapi setelah pH lebih besar dari 9,8 rekovery  $RE_2O_3$  mulai mengalami penurunan.

Penurunan rekovery  $RE_2O_3$  dari 91,67 % menjadi 80,63% yang disebabkan oleh adanya kenaikan pH dari 9,8 menjadi 10, hal tersebut terjadi karena adanya ionisasi

Tabel 1. Pengaruh derajat keasaman (pH) terhadap rekovery.

No.	pH	NaOH (ml)	Rekovery, %			
			U *	Th	$RE_2O_3$	$PO_4$
1.	9,6	143	-	6,91	88,56	--
2.	9,8	145	-	6,28	91,67	-
3.	10,0	148	-	8,32	80,63	-
4.	10,2	150	-	8,33	72,02	-
5.	10,4	151	-	8,34	71,44	-

Kondisi percobaan :

Umpan ( $RECl_3$ ) = 100 ml ; U = 107,1 ppm; Th = 271,01 ppm;  $RE_2O_3$  = 96,6664 mg/ml;  $PO_4$  = ttd.; waktu pengendapan = 1 jam; pH awal = 5,17 - 5,24; 1N = NaOH; \* = <0.45%

sebagian  $RE(OH)_3$  dan  $NaCl$ , dimana ion-ion yang terbentuk akan bereaksi kembali membentuk  $RECl_3$  dan  $NaOH$ . Semakin tinggi pH maka ionisasi akan makin sempurna dan reaksi akan bergeser dari arah kanan ke kiri sehingga rekovery  $RE_2O_3$  semakin turun tajam (Tabel 1). Pada torium semakin besar pH maka rekovery Th semakin naik dimana pada pH lebih besar 9,6 maka torium yang ada pada umpan akan mengendap dengan reaksi yang lambat. Adanya uranium dalam umpan kemungkinan disebabkan tidak sempurnanya proses penyiapan umpan pada pH pengendapan 6,4 (Gambar 1). Menurut pustaka<sup>(2)</sup> uranium sebagai hidroksida akan mengendap sempurna bersama-sama torium hidroksida pada pH 5,7-6,4 dan sebagai ADU (ammonium diuranat) mengendap sempurna pada pH 7,0 dan setelah pH > 7,0 ADU mulai larut kembali sehingga pada proses pengendapan ( $RE(OH)_3$ ) yang dimulai pada pH 9,6 uranium tidak terdeteksi dalam endapan.

Untuk melakukan parameter penelitian berikutnya maka diambil kondisi pH terbaik 9,8 dengan menghasilkan rekovery  $RE_2O_3$  91,67%, Th 6,28%, U dan  $PO_4$  tidak terambil.

## 2. Pengaruh normalitas reagen (N NaOH)

Pada penelitian pengendapan pada normalitas reagen (N NaOH) digunakan umpan seperti pada parameter pH. Reagen NaOH sebagai pembentuk endapan hidroksida dengan RE sangat dipengaruhi oleh normalitas yang berbanding lurus dengan konsentrasinya. Jika diinginkan kecepatan reaksi semakin besar maka normalitas reagen NaOH harus semakin besar tetapi besarnya normalitas dibatasi

oleh kondisi reaksi endapan yang arahnya bolak balik.

Hasil penelitian yang tertulis pada Tabel 2 terlihat bahwa pada normalitas NaOH antara 0,5 sampai 1,0N rekovery  $RE_2O_3$  mengalami kenaikan karena menurut Archenius<sup>(4)</sup>, kecepatan reaksi pengendapan  $RE(OH)_3$  semakin besar jika konsentrasi reagen pembentuknya semakin besar pula. Karena reaksi pengendapan adalah bolak-balik (reaksi 1) maka pada normalitas NaOH 1 N, pH 9,8 dan waktu pengendapan 1 jam diperoleh rekovery  $RE_2O_3$  sebesar 90,24% adalah merupakan titik kesetimbangan dimana tidak terjadi reaksi kekanan maupun kekiri. Jika normalitas diperbesar melewati 1N maka rekovery RE akan semakin berkurang hal ini diakibatkan oleh adanya perubahan reaksi ke arah kiri dimana  $RE(OH)_3$  dan  $NaCl$  yang terbentuk akan terionisasi dan bereaksi kembali menjadi larutan  $RECl_3$  dan  $NaOH$ . Untuk torium pada normalitas NaOH (0,5-2,0) mengalami kenaikan yang sangat kecil, hal ini disebabkan reaksi pengendapan torium yang sangat lambat pada kondisi tersebut. Untuk uranium tidak terlihat pada endapan ( $RE(OH)_3$ ) karena pada pH 9,6 uranium dalam bentuk larutan<sup>(2)</sup>.

Untuk melakukan parameter penelitian berikutnya maka diambil kondisi normalitas terbaik 1N NaOH, pH 9,8 yang menghasilkan rekovery  $RE_2O_3$  90,24%, Th 5,42%, U dan  $PO_4$  tidak terambil.

## 3. Pengaruh waktu pengendapan

Pada penelitian dengan parameter pengaruh waktu pengendapan, umpan yang digunakan berasal dari monasit B. Kalau melihat kadarnya (pada bahan) maka komposisi monasit A dan monasit B tidak

**Tabel 2.** Pengaruh normalitas reagen (N NaOH) terhadap rekovery

No.	N NaOH	Endapan (gr)	Rekovery (%)			
			U *	Th	$RE_2O_3$	$PO_4$
1.	0,5	9,8	-	5,66	81,93	-
2.	0,75	9,9	-	5,32	81,95	-
3.	1,0	10,0	-	5,29	90,24	-
4.	1,5	9,9	-	5,42	90,14	-
5.	2,0	9,8	-	5,66	86,49	-

*Kondisi percobaan :*

Umpan ( $RECl_3$ ) = 100 ml; U = 107,1 ppm; Th = 271,01 ppm;  $RE_2O_3$  = 96,6664 mgr/ml;  $PO_4$  = ttd; pH awal = 5,17-5,25; pH pengendapan = 9,8 dan waktu pengendapan = 1 jam; \* = < 0,46%

jauh berbeda. Larutan umpan yang dihasilkan dari monasit B berada dari monasit A terutama pada kadar uraniumnya. Hal ini disebabkan oleh alat pH meter yang digunakan pada waktu pembuatan larutan umpan (pH 6,4) ada perbedaan sehingga mempengaruhi kesempurnaan reaksi yang terjadi dan menghasilkan umpan yang berbeda pula. Dari hasil pengendapan dengan parameter pH (Tabel 1) dan normalitas reagen (Tabel 2) yang dilakukan dengan waktu pengendapan 1 jam maka hasil rekoveri  $RE_2O_3$  maksimum yang diperoleh mendekati  $\pm 91\%$ . Sebagai hasil akhir dari proses pengolahan monasit diinginkan rekoveri  $RE_2O_3$  mendekati 100% sedangkan U, Th dan  $PO_4$  adalah tidak terambil. Waktu 1 jam pada percobaan pertama dan kedua masih belum cukup untuk menyempurnakan reaksi sehingga waktu perlu divariasikan untuk memperoleh waktu pengendapan optimal supaya reaksi pengendapannya sempurna.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa umpan yang digunakan untuk penelitian kadar U dan  $PO_4$  nya tidak terdeteksi dan pada endapan  $RE(OH)_3$  kadar U dan  $PO_4$  juga tidak terdeteksi, dikarenakan kadarnya  $<5$  ppm. Hasil penelitian dengan pengaruh waktu pengendapan 3 jam adalah waktu terbaik untuk pengendapan RE dan diperoleh rekoveri  $RE_2O_3$  99,79% dan Th 4,52%. Pada waktu pengendapan melebihi 3 jam terlihat rekoveri  $RE_2O_3$  tidak mengalami perubahan. Hal ini disebabkan reaksi pengendapan RE telah sempurna, sedangkan rekoveri Th mengalami kenaikan  $\pm 4\%$ . Kenaikan rekoveri Th setelah waktu 3 jam menunjukkan bahwa reaksi pengendapan Th sangat lambat karena rekoveri yang dicapai masih  $< 10\%$ . Kondisi waktu pengendapan perlu

diperhatikan, agar Th tidak terlalu banyak ikut mengendap bersama sama RE, sehingga menambah impuritas pada produk  $RE(OH)_3$ . Dengan demikian maka diambil waktu pengendapan  $RE(OH)_3$  terbaik 3 jam.

Pada kondisi terbaik pengendapan  $RE(OH)_3$  (Tabel 4) tertulis bahwa kemurnian  $RE(OH)_3$  terhadap pengotor radioaktif Th adalah 98,868% dan kandungan  $Th(OH)_4$  nya 0,009% setara dengan 90 ppm, sedangkan unsur lainnya 1,123%. Sebagai bahan perbandingan, berdasarkan pada pustaka<sup>[5]</sup> menyatakan bahwa produk cerium oksida sebagai bahan poles gelas mempunyai kadar minimal 45% dan  $ThO_2$  0,05% setara dengan 500 ppm. Dengan demikian produk  $RE(OH)_3$  yang dihasilkan sudah dianggap memenuhi syarat.

### SIMPULAN

Dari hasil penelitian pengendapan  $RE(OH)_3$  yang telah dilakukan diperoleh kondisi terbaik pengendapan  $RE(OH)_3$  pada pH 9,8, NaOH 1 N dan waktu 3 jam. Pada kondisi tersebut didapatkan rekoveri  $RE_2O_3$  99,79%, Th 4,52%; U dan  $PO_4$  tidak terambil dan komposisi produk  $RE(OH)_3$  98,868%;  $Th(OH)_4$  0,009%; dan lain-lain 1,123%.

### SARAN

Jika dipasaran dikehendaki produk  $RE(OH)_3$  bebas dari zat radioaktif torium dan uranium maka untuk memperkecil kadar torium dan uranium pada hasil perlu dikaji ulang proses pengolahan monasit. Salah satu cara pengambilan torium dan uranium adalah dengan cara ekstraksi maka produk harus dilarutkan dengan asam, tetapi  $RE(OH)_3$  sangat sulit larut dengan asam atau

Tabel 3. Pengaruh waktu pengendapan terhadap rekoveri

No.	Waktu (jam)	Rekoveri, %			
		U	Th	$RE_2O_3$	$PO_4$
1.	0,5	-	4,14	87,57	-
2.	1,0	-	4,59	92,47	-
3.	1,5	-	4,20	95,41	-
4.	2,0	-	4,77	95,31	-
5.	3,0	-	4,52	99,79	-
6.	4,0	-	8,23	99,75	-

Kondisi percobaan :

Umpan ( $RECl_3$ ) = 100 ml; U = ttd; Th = 163,56 ppm;  $RE_2O_3$  = 106,34 mgr/ml;  
 $PO_4$  = ttd; pH awal = 5,20 - 5,25; pH pengendapan = 9,8; 1N NaOH

**Tabel 4. Kemurnian RE pada kondisi terbaik pengendapan**

Endapan	Berat (gr)	Kadar produk, RE(OH) <sub>3</sub> hasil analisis					Komposisi/kemurnian produk (%)		
		U (mg)	Th (mgr)	RE(OH) <sub>3</sub> (gr)	PO <sub>4</sub>	dll (gr)	RE(OH) <sub>3</sub>	Th(OH) <sub>4</sub>	dll
RE(OH) <sub>3</sub>	12,5	ttd	0,739	12,3585	ttd	0,1407	98,868	0,009	1,123

Kondisi percobaan :

pH = 9,8 ; 1N = NaOH; waktu = 3 jam ; suhu = suhu kamar ; ttd = < 5 ppm

sangat kecil kelarutannya sehingga proses ekstraksi torium dan uranium menjadi tidak efektif. Maka untuk mengatasinya setelah proses dekomposisi asam dilakukan ekstraksi torium dan uranium terlebih dahulu, kemudian baru dilakukan proses pengendapan.

#### PUSTAKA

- [1]. BENEDICT, M., et.al., *Nuclear Chemical Engineering*, Second Edition, Mc Graw-Hill Book Company, USA. (1957).
- [2]. CUTHBERT F.L., *Thorium Production Technology*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc, Massachusetts USA, (1958).
- [3]. FAIZAL RIZA, *Scientist Exchange Program*, Ningyo Toge Works, PNC, Japan, (1997).
- [4]. ROBERT H. PERRY AND CECIL H. CHELTON, *Chemical Engineering Handbook*, Fifth Edition, Mc Grow-Hill Company, USA, (1953).
- [5]. CALLOW, R.J., *The Industrial Chemistry of the Lanthanous, Yttrium, Thorium and Uranium*, Pergamon Press, London, (1967).

#### TANYA JAWAB

Mukhlis

- Rekoveri dipengaruhi oleh ukuran butiran tetapi kok tidak ada di abstrak dan ukuran butirnya berapa
- Untuk standar internasional unsur radioaktif Th dan U sampai berapa ppm diperbolehkan.

Hafni Lissa Nuri

- Rekoveri yang kami hitung adalah rekoveri pengendapan dan proses pengendapan adalah merupakan proses akhir dari monosit basa untuk menghasilkan produk akhir RE blok atau RE(OH)<sub>3</sub> dan ukuran butir sebagai umpan adalah -200 mesh.

- Standar internasional unsur radioaktif belum kami peroleh hanya saja informasi dari PT Timah produk harus bebas radioaktif.

Rudi Pudjianto

- Mohon penjelasan angka 1,123% dikaitkan dengan angka yang muncul pada kemurnian produk yaitu RE(OH)<sub>3</sub> 98,868%, Th(OH)<sub>4</sub> 0,009%, perhitungan angka-angka terakhir tersebut didasarkan pada berat kering produk. Dan penyaji menyebutkan angka 1,123% adalah air atau impuritas.

Hafni Lissa Nuri

- Mengenai angka 1,123% kemungkinan adalah kadar air karena kadar air tidak kami analisis dan selama pengeringan kemungkinan menggunakan timbangan yang kurang sensitif. Selain kadar air di dalamnya juga terkandung impuritas Si dan Ti karena kedua unsur dalam bijih monosit cukup besar dan untuk penelitian lanjutan unsur impuritas Si dan Ti akan kami analisa.

Amir Rusli

- Melihat hasil penelitian cukup baik, bagaimana dengan prospek ekonominya ke depan.
- Bagaimana tentang ketersediaan bahan baku dan scale up nya

Hafni Lissa Nuri

- Ketersediaan bahan baku monosit saat ini di Bangka ada ± 10.000 ton. Untuk scale up dan proses akan kami lakukan setelah kondisi secara keseluruhan dari pengolahan monosit diperoleh dimana pada kondisi tersebut dapat menghasilkan RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan rekoveri dan kualitas semaksimal mungkin

Darmawan

- Limbah yang tertulis di judul lebih baik diganti dengan hasil samping.

- Apakah proses pemisahan ini juga dapat dilakukan untuk monosit yang ada di Rirang, kalau sudah apakah perbedaan proses maupun hasilnya.

Hafni Lissa Nuri

- Mengenai judul sudah merupakan kesepakatan di KPTP P2BGN.
- Proses pemisahan telah dilakukan untuk monosit yang ada di Rirang, hampir tidak

ada perbedaan proses maupun hasilnya karena unsurnya hampir sama yaitu RE, U, Th dan PO<sub>4</sub>. Rirang mengandung U tinggi, Th rendah sedangkan monosit mengandung U rendah dan Th tinggi dan untuk kadar RE nya hampir sama yaitu  $\pm 60\%$ .