

## **PEMISAHAN URANIUM DARI THORIUM PADA MONASIT DENGAN METODE EKSTRAKSI PELARUT ALAMINE**

**Kurnia Trinopiawan, Riesna Prassanti, Sumarni, Rudi Pudjianto**

Pusat Pengembangan Geologi Nuklir – BATAN  
Kawasan PPTN Pasar Jum'at, Jakarta Selatan

### **ABSTRAK**

**PEMISAHAN URANIUM DARI THORIUM PADA DENGAN METODE EKSTRAKSI PELARUT ALAMINE.** Penelitian pengolahan monasit telah menghasilkan proses pengambilan *rare earth* (RE) dengan rekoveri sebesar 62% melalui tahapan dekomposisi, pelarutan parsial, pengendapan pH 6,3, dan pengendapan pH 9,8. Upaya efisiensi proses dilakukan pada tahun 2009 dengan penggunaan resin penukar ion, dan rekoveri RE meningkat menjadi 85%. Selain RE, diperoleh pula uranium dan thorium tetapi keduanya belum terpisahkan satu sama lain. Penelitian pemisahan U dari Th dengan umpan larutan hasil pelarutan endapan pH 6,3 dengan  $H_2SO_4$  dilakukan menggunakan metode ekstraksi pelarut, dan pelarut yang digunakan adalah campuran dari Alamine-336, kerosin, dan isodekanol. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimal pemisahan U dari Th dengan metode ekstraksi, dimana U terpisah dari Th semaksimal mungkin. Parameter penelitian meliputi pH umpan, perbandingan O/A, dan waktu ekstraksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimal ekstraksi yaitu pH umpan 1,5 dengan perbandingan O/A = 5 dan waktu ekstraksi 5 menit, dan diperoleh persen terekstrak U sebesar 100% tetapi Th ikut terekstrak 32,44%. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa pada kondisi optimal tersebut, Th dapat terpisah dari U sebesar 67,56%.

Kata kunci : pemisahan U, ekstraksi, alamin

### **ABSTRACT**

**SEPARATION OF URANIUM FROM THORIUM IN MONAZITE BY ALAMINE SOLVENT EXTRACTION.** The research of monazite processing have obtained the process to recover 62% of rare earth elements (REE) from following steps, such as decomposition, partial dissolution, precipitation at pH 6,3, and precipitation at pH 9,8. There was an increased efficiency of the process in 2009, when ion exchange is used in process development, and the REE recovery became 85%. Besides REE, monazite processing also produce uranium and thorium, but they not separated individually yet. The research of the U from Th separation from pH 6,3 precipitate dissolution by  $H_2SO_4$ , is carried out using solvent extraction method, which the extractant consist of Alamine-336, kerosene, and isodecanol. This research is purposed to obtain the optimum condition of separation uranium from thorium with solvent extraction, where U separated from Th as best as it could . The research's parameters are feed pH, O/A ratio, and extraction time. And the result showed that the optimum condition were 1,5 of pH, 5 of O/A ratio, and 5 minutes of extraction time, and the percentage of U extracted was 100%, but 32,44% of Th also extracted. From the result, it has a conclusion that 67,56% of Th could be separated from U.

Key words : U from Th separation, extraction

## PENDAHULUAN

Kandungan unsur-unsur RE, U, Th dan PO<sub>4</sub> dalam bijih monasit Bangka cukup tinggi, yaitu *rare earth* (RE) = (50 – 67)%, uranium (U) = (1500-3000) ppm, thorium (Th) = (2,5–3,6)%, fosfat (PO<sub>4</sub>) = (18-30)%. Penelitian terdahulu telah memperoleh tahapan proses pengolahan monasit asal Bangka yaitu dekomposisi, pelarutan parsial, pengendapan (U,Th)OH pada pH 6,3, dan pengendapan RE(OH)<sub>3</sub> pada pH 9,8. Pelarutan pada proses tersebut dilakukan secara parsial untuk melarutkan atau memisahkan RE dari endapan (U,Th,RE)OH yang merupakan hasil dekomposisi dan diperoleh rekoveri RE = 62%, U = 3%, Th = 42%, dan fosfat = 52% <sup>[1]</sup>. Pada residu (U,Th,RE)OH atau sisa dari pemisahan RE masih terdapat RE sebesar 38%.

Pada tahun 2009 dilakukan penelitian peningkatan efisiensi proses pengolahan monasit dengan mengambil RE yang terdapat pada endapan tersebut menggunakan resin penukar ion IRA-402. Hasilnya, rekoveri total RE meningkat menjadi 85% <sup>[1]</sup>. Namun selama ini, U dan Th sebagai hasil samping produksi RE dari monasit masih merupakan campuran, dengan kata lain belum terpisah secara individu. Oleh karena itu diperlukan upaya lebih lanjut untuk pemisahan U dari Th dari campuran tersebut.

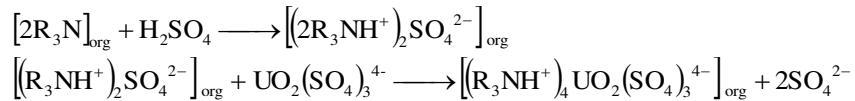
Ada beberapa metode untuk memisahkan U dari Th, antara lain dengan ekstraksi pelarut, penukar ion, pengendapan, dan lain-lain. Pada penelitian ini difokuskan pemisahan U dari Th dengan menggunakan metode ekstraksi pelarut, dimana pelarut organik atau ekstraktan yang digunakan adalah Alamine-336 atau tri-octyl-amine dengan kerosin dan isodekanol.

Uranium dalam larutan dapat berbentuk kompleks netral, anion, maupun kation. Berdasarkan hal tersebut, pelarut organik dibagi menjadi 3 (tiga) kategori. Kategori pertama adalah ether, trialkyl phosphate, dan trialkyl phosphine oxide yang mengekstrak kompleks netral. Kategori kedua adalah alkyl amine yang mengekstrak kompleks anion. Dan kategori ketiga adalah alkyl ortho-phosphoric acid dan alkyl pyro-phosphoric acid yang mengekstrak kation<sup>[2]</sup>.

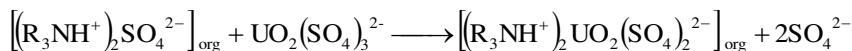
Uranium maupun thorium terlarut dalam asam sulfat berbentuk kompleks anion, yaitu UO<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub><sup>4-</sup> atau UO<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub><sup>2-</sup>, dan Th(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub><sup>2-</sup>. Uranil sulfat terekstrak sangat baik dengan Alamine-336 yang merupakan jenis amine tersier dengan berat molekul 388 – 391, sedangkan thorium sulfat tidak banyak terekstrak. Thorium sulfat lebih baik diekstrak dengan jenis amine primer atau sekunder <sup>[3]</sup>. Penggunaan amine sebagai pelarut pada proses ekstraksi dibatasi oleh berat molekulnya. Hanya amine dengan berat molekul 250 sampai dengan 600 yang dapat digunakan, karena apabila di bawah 250 amine akan mudah larut dalam air, sedangkan amine dengan berat molekul lebih dari 600 kelarutannya pada fase organik sangat rendah <sup>[4]</sup>.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimal dari ekstraksi, dimana U terpisah dari Th semaksimal mungkin.

Reaksi kimia yang terjadi pada ekstraksi U adalah sebagai berikut <sup>[3]</sup>:



Atau



Beberapa hal yang mempengaruhi proses ekstraksi antara lain jenis dan komposisi ekstraktan, pH dan kandungan zat terlarut pada larutan umpan, perbandingan O/A, waktu ekstraksi, dan lain-lain. Untuk penelitian ini difokuskan pada pengaruh pH umpan, perbandingan O/A, dan waktu ekstraksi.

**TATA KERJA**

**Bahan** : monasit Bangka, NaOH, HCl, NH<sub>4</sub>OH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, air, Alamine-336 (*tri-octyl-amine*), kerosin, isodekanol, dan bahan kimia analisis.

**Alat** : magnetik stirer, pH meter, *vacum filter*, corong pemisah, *stop watch*, peralatan gelas, dan spektrofotometer.

**Tata Kerja**

## 1. Preparasi larutan (U,Th,RE)Sulfat

Monasit yang telah dipersiapkan dengan ukuran butir –325 mesh, didekomposisi secara basa pada suhu 140 °C dalam waktu 4 jam. Setelah selesai dilakukan pemisahan larutan fosfat dari endapan/residu hidroksida uranium, thorium dan RE. Proses dilanjutkan dengan proses pelarutan residu secara selektif/parsial dengan HCl pada pH 3,7. Setelah itu dilakukan pemisahan padat cair / filtrasi untuk memisahkan larutan RECl<sub>3</sub> dari residu hidroksida uranium, thorium, dan sisa RE. Residu ini dilarutkan kembali dengan HCl pekat (residu : HCl pekat = 1 : 2), dan dilakukan filtrasi untuk memisahkan residu yang tidak terlarut, sehingga didapatkan larutan uranium, thorium, dan RE klorida. Pengendapan U dan Th dilakukan dengan reagen NH<sub>4</sub>OH pada pH 6,3. Endapan yang diperoleh dilarutkan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat (residu : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat = 1 : 1), dan terbentuk larutan yang keruh, sehingga dilakukan pengenceran hingga larutan tidak keruh.

## 2. Proses ekstraksi

## a. Pengaruh pH umpan

Ekstraktan yang digunakan adalah campuran Alamine-336, kerosin, dan isodekanol dengan perbandingan 5:93:2. Larutan (U, Th, RE)Sulfat dan ekstraktan dimasukkan ke dalam gelas beaker dengan perbandingan O/A = 2. Setelah itu diaduk selama 5 menit, lalu dilakukan pemisahan organik dari aqueous dengan corong pemisah. Aqueos atau rafinat yang diperoleh kemudian dianalisa kadar U, Th, dan RE. Hal ini dilakukan berulang kali dengan variasi pH larutan (U, Th, RE)Sulfat, yaitu pH 0; 0,22; 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5.

## b. Pengaruh perbandingan O/A.

Larutan umpan dilakukan ekstraksi dengan variasi perbandingan O/A 1; 2; 3; 4; dan 5 untuk mencari perbandingan O/A optimal. Larutan (U,Th,RE)Sulfat dan ekstraktan dimasukkan ke dalam gelas beaker, lalu diaduk selama 5 menit. Larutan *aqueous* dipisahkan untuk dianalisa kadar U, Th, dan RE.

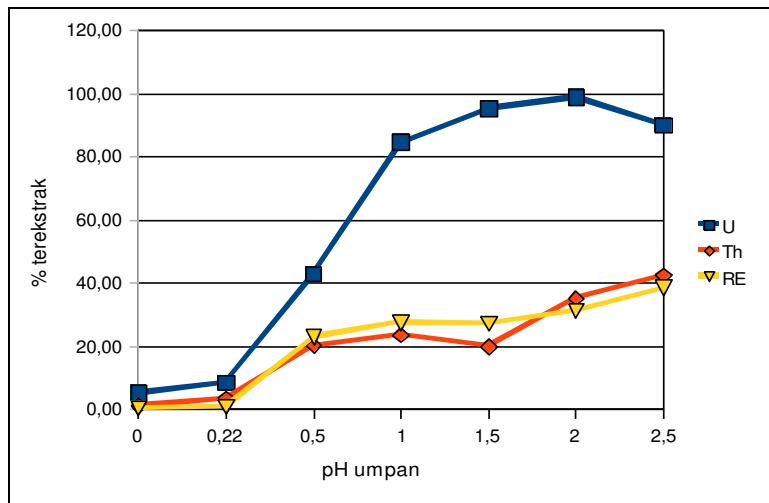
## c. Pengaruh waktu ekstraksi.

pH umpan dan perbandingan O/A optimal yang diperoleh dari percobaan pertama dan kedua digunakan untuk menentukan waktu optimal ekstraksi dengan variasi waktu ekstraksi 1; 3; 4; 5; 7; dan 9 menit. Larutan aqueous dipisahkan untuk dianalisa kadar U, Th, dan RE.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

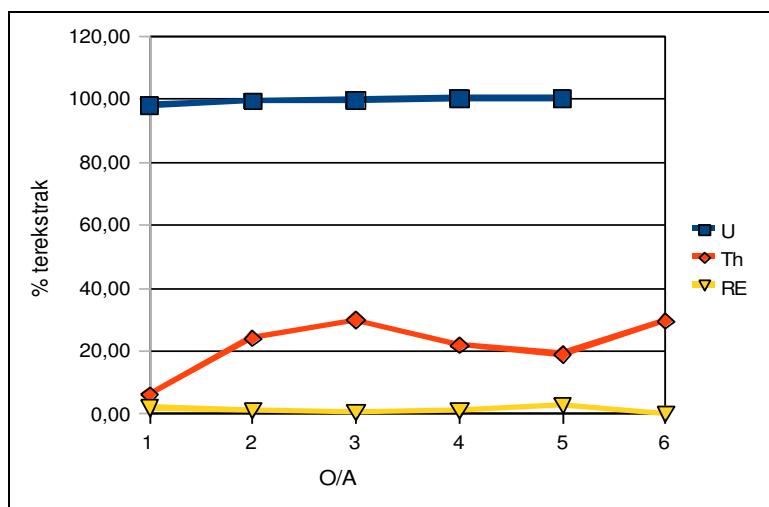
### Hasil

Pengaruh pH umpan pada ekstraksi larutan (U,Th,RE)Sulfat. Kondisi ekstraksi: perbandingan O/A = 2; waktu ekstraksi 5 menit; suhu kamar (Gambar 1).



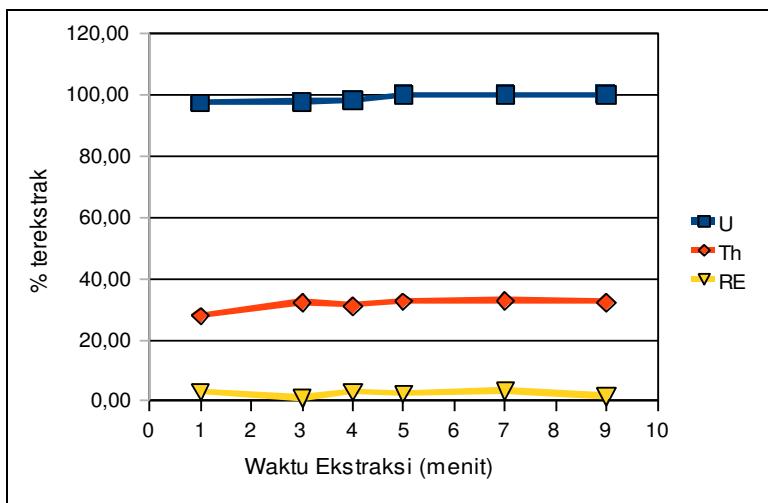
Gambar 1. Grafik unsur yang terekstrak dengan variasi pH umpan

Pengaruh perbandingan O/A pada ekstraksi larutan (U,Th,RE)Sulfat. Kondisi ekstraksi: pH umpan = 1,5 ; waktu ekstraksi 5 menit ; suhu kamar (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik unsur yang terekstrak dengan variasi perbandingan O/A

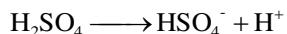
Pengaruh waktu pada ekstraksi larutan (U,Th,RE)Sulfat. Kondisi ekstraksi: pH umpan = 1,5 ; perbandingan O/A = 5 ; suhu kamar (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik unsur yang terekstrak dengan variasi waktu ekstraksi

### Pembahasan

Dari Gambar 1 terlihat bahwa semakin rendah pH larutan atau semakin tinggi konsentrasi asam sulfat, maka U yang terekstrak semakin sedikit. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya ion  $\text{HSO}_4^-$  yang terbentuk, sesuai persamaan reaksi:



Dalam proses ekstraksi, ion  $\text{HSO}_4^-$  akan mengganggu karena ion ini akan berkompetisi dengan uranil sulfat untuk bereaksi dengan amine, sehingga amine akan tidak maksimal mengekstrak kompleks uranil sulfat<sup>[5]</sup>. Berdasarkan data yang diperoleh, diambil pH 1,5 sebagai pH umpan yang optimal, dengan persen terekstrak U = 95,20% dan Th = 19,93%.

Perbandingan O/A berpengaruh langsung terhadap proses ekstraksi, karena kapasitas ekstraktan meningkat seiring dengan bertambahnya volume ekstraktan. Hal ini terlihat pada Gambar 2, dimana U terekstrak akan lebih banyak pada perbandingan O/A yang lebih besar. Dari data yang diperoleh, ditemukan bahwa U mulai terekstrak seluruhnya pada perbandingan O/A = 5 dengan Th yang ikut terekstrak sebesar 18,86%.

Dari penelitian ekstraksi dengan parameter waktu, diperoleh data yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi, maka kontak antara larutan umpan dengan ekstraktan akan semakin lama pula sehingga U yang terdistribusi dari fase larutan ke fase organik semakin banyak<sup>[4]</sup>. Pada Gambar 3 terlihat U terekstrak mencapai 100% mulai menit ke-5, dengan Th yang ikut terekstrak sebesar 32,44%.

Dari ketiga parameter penelitian, diperoleh kondisi optimal pemisahan U dari Th sebagai berikut : pH umpan 1,5, perbandingan O/A = 5, dan waktu ekstraksi 5 menit. Pada kondisi optimal tersebut, Th ikut terekstrak bersama U dengan kecenderungan yang hampir sama, dimana U terekstrak maksimal dan Th ikut terekstrak sebanyak 32,44%, sedangkan RE terekstrak tidak lebih dari 3%. Alamine-336 atau tri-octyl-amine merupakan amine tersier, dimana sangat baik dalam

mengekstrak U tetapi Th juga masih dimungkinkan untuk ikut terekstrak walaupun tidak terlalu signifikan persentase terekstraknya dibanding U<sup>[3]</sup>.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, kondisi optimal pemisahan U dari Th dengan metode ekstraksi diperoleh pada pH umpan 1,5, perbandingan O/A = 5, dan waktu ekstraksi 5 menit, dimana persen terekstrak U sebesar 100% tetapi Th ikut terekstrak 32,44%. Disimpulkan bahwa pada kondisi optimal tersebut, Th dapat terpisah dari U sebesar 67,56%.

## DAFTAR PUSTAKA

1. HAFNI L.N., SOROT S., B. SOETOPO, Peningkatan Efisiensi Produksi Rare Earth Bebas Zat Radioaktif Dari Hasil Samping Penambangan Timah, PPGN-BATAN, 2009.
2. JOHN W. CLEGG, DENNIS D. FOLEY, "Uranium Ore Processing", Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, USA, 1958.
3. J.M.W. Mackenzie, Dr., "Uranium Solvent Extraction Using Tertiary Amines", Uranium Ore Yellow Cake Seminar, Melbourne, Australia, 1997.
4. F. HABASHI, "Principles of Extractive Metallurgy", Volume 2 Hydrometallurgy, Gordon & Breach, Science Publishers, Inc., New York, USA, 1980.
5. TOROWATI, dkk., "Pemungutan Uranium dalam Limbah Radioaktif Cair Menggunakan Ekstraktan Tri Oktil Amin (TOA)", Hasil-hasil Penelitian EBN Tahun 2006, ISSN 0854-5561, 2006.