

PENGARUH PROSEN TBP DAN PERBANDINGAN UMPAN DAN PELARUT PADA EKSTRAKSI URANIUM-TORIUM PROSES THOREX

MOCH SETYADJI^{1,2}, DAMUNIR¹ DAN MASHUDI¹

¹ Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju

² Dosen FTI Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian ekstraksi uranium dan torium dalam fase air siklus satu proses thorex menggunakan pelarut tributil posfat yang diencerkan dalam diluen organik (kerosin). Alat yang digunakan adalah ekstraktor satu stage. Dipelajari pengaruh prosen tributil posfat sebagai pelarut dan perbandingan umpan dan pelarut terhadap efisiensi ekstraksi dan koefisien distribusi uranium dan torium. Hasil percobaan menunjukkan bahwa prosen tributil posfat maupun perbandingan umpan dan pelarut sangat berpengaruh terhadap efisiensi ekstraksi dan koefisien distribusi uranium dan torium. Hasil yang relatif paling baik diperoleh pada penggunaan TBP 50-60% dan perbandingan umpan dan pelarut 1:3. Pada kondisi tersebut di atas diperoleh efisiensi ekstraksi uranium dan torium sekitar 90% dan 90,4%, koefisien distribusi uranium dan koefisien distribusi torium, masing-masing 9,0 dan 9,4.

I. PENDAHULUAN

Proses Thorex (*thorium recovery by extraction*) adalah salah satu proses pemungutan kembali torium dan uranium dalam bahan bakar bekas Reaktor Suhu Tinggi (bahan bakar berbasis Th). Komposisi bahan bakar pada reaktor jenis ini bervariasi, antara lain 14% U-235, 1% U-238 dan 85% Th-232. (Herhady, 1999 dan Benyamin, 1983). Pada proses thorex, torium dan uranium diko-ekstraksi dan kostriping pada siklus pertama dan dipartisi pada siklus kedua. Sebagai pelarut pada proses ini digunakan tri-n-butyl fosfat (TBP) yang diencerkan dalam diluen organik. Pemilihan pelarut tergantung dari jenis umpan dan hasil yang diinginkan, sehingga pelarut pada proses ekstraksi U dan Th diperlukan beberapa persyaratan, diantaranya kemampuan pelarut untuk mengekstraksi U dan Th, kemantapan pelarut ketika kontak dengan asam nitrat dan sifat-sifat fisis yang menguntungkan, misalnya berat jenis dan kekentalan yang rendah. Untuk menghilangkan

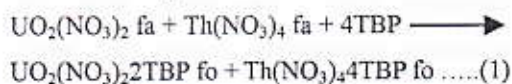
(mengurangi) kemungkinan masih terikutnya hasil belah dalam fase organik, maka dilakukan pencucian (*scrubbing*). (Herhady, 1999 dan Benyamin, 1983). Pada thorex siklus dua, plutonium, uranium dan torium yang berada dalam fase organik, yang telah bebas dari pengotor-pengotor hasil belah dipindahkan kembali ke dalam fase air dengan proses re-ekstraksi menggunakan pelarut ABM (air bebas mineral) atau asam nitrat keasaman rendah. (Herhady, 1999 dan Benyamin, 1983).

Proses ekstraksi dan *scrubbing* (purex siklus I) terjadi perpindahan massa komponen terlarut (dalam hal ini uranium dan torium) dari fase air ke dalam fase organik, sehingga diperoleh ekstrak berupa senyawa $UO_2(NO_3)_2 \cdot 2TBP$ dan $Th(NO_3)_4 \cdot 4TBP$ yang telah bebas dari pengotor hasil belah. Kemampuan pelarut TBP dalam mengekstraksi uranium dan torium akan menurun selama ekstraksi berlangsung, pada suatu saat TBP tidak mampu lagi memungut uranium dan torium karena sudah jenuh. Ekstraksi uranium menggunakan TBP 30%-n

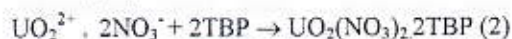
dodecane sebagai pelarut akan mengalami kejenuhan sampai maksimal 120 gram uranium per liter pelarut. (Zimmer,)

Disamping variabel operasi, keberhasilan dalam pemungutan kembali torium dan uranium dari bahan bakar bekas, sangat dipengaruhi oleh variabel proses, antara lain kepekatan TBP sebagai solven, penggunaan garam sebagai "salting out agent", perbandingan mol umpan dan pelarut dan keasaman umpan itu sendiri. Pada penelitian ini, diteliti variabel proses yaitu pengaruh kepekatan pelarut (prosen TBP) dalam diluen organik dan perbandingan mol umpan dan pelarut terhadap efisiensi ekstraksi dan koefisien distribusi uranium dan torium

Reaksi ekstraksi torium-uranium dapat dituliskan sebagai berikut:



Atau dapat pula ditulis :



Koefisien distribusi :

$$K_d \text{U} = [\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 2\text{TBP}] / [\text{UO}_2^{2+}] \dots (4)$$

$$K_d \text{Th} = [\text{Th}(\text{NO}_3)_4 4\text{TBP}] / [\text{Th}^{4+}] \dots (5)$$

(Flagg, 1961; Benedict, 1981; dan Galkin, 1966)

II. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan

Larutan uranil nitrat dengan kadar uranium 30 g/l keasaman 3 N dan larutan torium nitrat dengan kadar 270 g/l, Pelarut TBP-kerosin 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% dan 70%, Reagen-reagen yang diperlukan untuk analisis kadar uranium dan torium,

seperti larutan asam sulfonitrat, asam sulfamat, titan klorida, feri klorida, kalium bikromat dan indikator barium dipenil sulfamat, natrium asetat, xylenol orange dan ABM.

Alat

Gelas beker, gelas ukur, pipet, labu ukur, erlenmeyer, buret dan corong pemisah., Potentiograph Metrohm E-536 dengan perlengkapannya, Pengaduk magnet KAMAG

Cara kerja

1. Penyiapan umpan dan pelarut

Umpan (campuran larutan uranil nitrat dan torium nitrat) dibuat dengan mencampur larutan uranil nitrat kadar 30 g/l keasaman 3 N dan larutan torium nitrat kadar 270 g/l. Sedangkan pelarut dibuat dengan mengencerkan tributil posfat dalam diluen organik (kerosin).

2. Ekstraksi pelarut

Larutan umpan dan pelarut dengan perbandingan tertentu dimasukkan ke dalam beker gelas, diaduk menggunakan pengaduk mag-nit pada kecepatan putaran tertentu (tetap). Ekstraksi pelarut dihentikan setelah terjadi kesetimbangan (waktu kesetimbangan ditentukan melalui penelitian pendahuluan). Fase air dan fase organik dipisahkan kemudian dilakukan analisis kadar uranium dan toriumnya, untuk menentukan efisiensi ekstraksi uranium torium dan koefisien distribusi uranium torium. Ekstraksi pelarut dilakukan sesuai dengan rancangan penelitian (variabel proses).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh prosen TBP dalam diluen

organik pada ekstraksi U-Th terhadap efisiensi ekstraksi U-Th dan koefisien distribusi U-Th, dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 serta Gambar 1 dan Gambar 2. (Terlampir).

Sedangkan pengaruh perbandingan umpan dan pelarut pada ekstraksi U-Th terhadap efisiensi ekstraksi U-Th dan koefisien distribusi U-Th, dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 serta Gambar 3 dan Gambar 4. (Terlampir)

Dari tabel 1 dan 2 atau gambar 1 dan 2, terlihat prosentase TBP dalam diluen organik sangat besar pengaruhnya terhadap hasil proses ekstraksi. Makin besar prosentase TBP dalam diluen organik, maka proses ekstraksi semakin baik, hal ini ditandai dengan meningkatnya efisiensi ekstraksi baik untuk uranium maupun untuk torium. Demikian pula dengan angka koefisien distribusi uranium dan torium semakin besar dengan bertambahnya prosentase TBP dalam diluen organik. Hal ini dapat dipahami karena semakin besar prosentase TBP dalam diluen organik, maka jumlah mol TBP dalam larutan semakin banyak, sehingga peluang terjadinya reaksi antara uranium dan torium dengan TBP dalam larutan semakin besar, apalagi didukung dengan adanya pengadukan yang sempurna yang menjadikan kontak antar kedua fase semakin sempurna. Disamping itu pada pemakaian prosentase TBP dalam diluen organik yang semakin besar, menyebabkan kekentalan pelarut semakin besar, sehingga mengakibatkan tegangan muka fase organik semakin besar. Hal ini menyebabkan terganggunya perpindahan massa solut dari fase air ke fase organik, sehingga efisiensi ekstraksi U dan Th semakin menurun. Hal yang

sama untuk harga koefisien distribusi uranium dan torium. Dari fenomena di atas diperoleh prosentase TBP dalam diluen organik yang terbaik antara 50% sampai dengan 60%. Sedangkan pengaruh perbandingan mol umpan dan pelarut dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4 atau pada gambar 3 dan 4. Dari tabel dan gambar tersebut terlihat bahwa perbandingan mol umpan dan pelarut sangat besar pengaruhnya terhadap efisiensi U-Th maupun koefisien distribusi uranium dan torium. Semakin besar perbandingan mol umpan dan pelarut menyebabkan penurunan efisiensi ekstraksi maupun koefisien distribusi uranium dan torium. Hal ini dapat dimengerti karena dengan menaikkan harga perbandingan mol umpan dan pelarut berarti menurunkan jumlah mol TBP dalam larutan sehingga proses ekstraksi tidak sempurna. Dari tabel 3 dan tabel 4 terlihat bahwa perbandingan mol umpan dan pelarut terbaik ditunjukkan pada perbandingan volume umpan dan pelarut 1:3. Pada kondisi tersebut di atas diperoleh efisiensi ekstraksi uranium dan torium sebesar 90% dan 90,38%, sedangkan harga koefisien distribusi uranium dan torium, masing-masing sebesar 9,0 dan 9,404.

IV. KESIMPULAN

Dari data dan uraian pada pembahasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Prosentase TBP dalam diluen organik dan perbandingan mol umpan dan pelarut sangat berpengaruh terhadap efisiensi ekstraksi dan koefisien distribusi uranium dan torium.
2. Kondisi yang relatif paling baik diperoleh pada pemakaian pelarut 50% TBP dalam

diluen organik untuk pemungutan uranium dan 60% TBP dalam diluen organik untuk pemungutan torium. Sedangkan untuk perbandingan mol umpan dan pelarut, kondisi yang relatif paling baik diperoleh pada perbandingan 1:3.

3. Pada kondisi tersebut di atas diperoleh efisiensi ekstraksi uranium dan torium sebesar 90% dan 90,38%, sedangkan harga koefisien distribusi uranium dan torium, masing-masing sebesar 9,0 dan 9,404.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak, khususnya kepada Sdr. Nanang Asmanto dan Bambang Rochmat Sunarto yang telah banyak membantu melakukan penelitian hingga terselesaikannya penulisan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Benedict M., Pigford and Levi, 1981, "*Nuclear Chemical Engineering*", McGraw-Hill Book Company, New York.
- Benyamin, M, 1983, "*Nuclear Reactor Materials And Applications*", Iowa State University, New York.
- Flagg, Jf., 1961, "*Chemical Processing of Reactor Fuels*", Academic Press, New York.
- Galkin, Np and Sudarikov, Bn, 1966, "*Technology of Uranium*", U.S. Department of Commerce, Springfield.
- Herhady, D., Busron Masduki, Sigit, 1999, "*Tinjauan Proses Pemungutan Bahan Bakar Dari Elemen Bakar Bekas Reaktor Temperatur Tinggi*", Prosiding Seminar Reaktor Temperatur Tinggi dan Teknologi Nuklir, Jakarta.
- Zimmer, E, "*Crud Formation in the PUREX and THOREX process*", Institut für Chemische Technologie der Nuklearen Entsorgung der Kernforschungsanlage Julich, West Germany

Lampiran 1

Tabel 1. Hubungan prosen TBP dalam diluen organik pada ekstraksi U-Th terhadap efisiensi ekstraksi U dan koefisien distribusi U untuk umpan campuran torium nitrat kadar 268,586 g/l dan uranil nitrat kadar 29,750 g/l, perbandingan volume umpan dan pelarut 1:2 dan waktu kontak 20 menit.

No.	% TBP dalam diluen organik	Kadar U dalam rafinat (g/l)	Kadar U dalam ekstrak (g/l)	Efisiensi ekstraksi U, %	K_dU
1	10	17,850	11,900	40,0	0,666
2	20	11,900	17,850	60,0	1,500
3	30	9,817	19,932	67,0	2,030
4	40	6,545	23,205	78,0	3,545
5	50	5,355	24,395	82,0	4,555
6	60	4,760	24,990	84,0	5,250
7	70	6,545	23,205	78,0	3,545
8	80	7,735	22,015	74,0	2,847

Tabel 2. Hubungan prosen TBP dalam diluen organik pada ekstraksi U-Th terhadap efisiensi ekstraksi Th dan koefisien distribusi Th untuk umpan campuran torium nitrat kadar 268,586 g/l dan uranil nitrat kadar 29,750 g/l, perbandingan volume umpan dan pelarut 1:2 dan waktu kontak 20 menit.

No.	% TBP dalam diluen organik	Kadar Th dalam rafinat (g/l)	Kadar Th dalam ekstrak (g/l)	Efisiensi ekstraksi Th, %	K_dTh
1	10	80,054	188,532	70,190	2,355
2	20	62,651	205,935	76,670	3,287
3	30	45,248	223,338	83,153	4,936
4	40	24,944	243,642	90,713	9,767
5	50	16,243	252,343	93,952	15,356
6	60	31,615	236,971	88,229	7,495
7	70	-	-	-	-

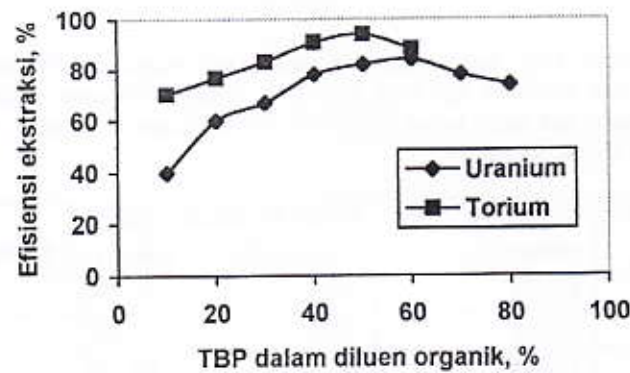
Tabel 3. Hubungan perbandingan umpan dan pelarut pada ekstraksi U-Th terhadap efisiensi ekstraksi U dan koefisien distribusi U untuk umpan campuran torium nitrat kadar 268,586 g/l dan uranil nitrat kadar 29,750 g/l, pelarut 55% TBP dalam diluen organik dan waktu kontak 20 menit.

No.	Rasio umpan dan pelarut	Kadar U dalam rafinat (g/l)	Kadar U dalam ekstrak (g/l)	Efisiensi ekstraksi U, %	K_dU
1	1:3	2,975	26,775	90,0	9,0
2	1:2	4,165	25,585	86,0	6,143
3	1:1	6,991	22,759	76,5	3,255
4	2:1	20,230	9,520	32,0	0,471
5	3:1	23,800	5,950	20,0	0,250

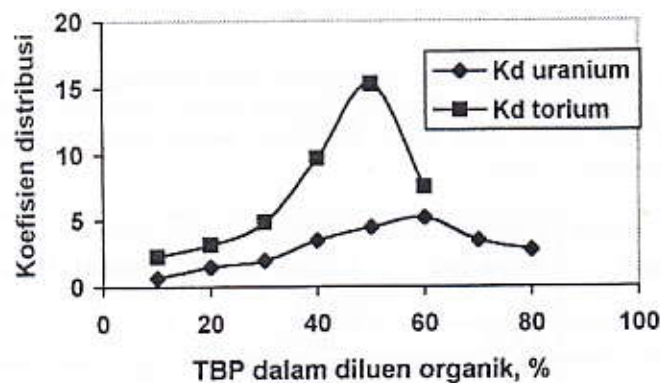
Lampiran 2

Tabel 4. Hubungan perbandingan umpan dan pelarut pada ekstraksi U-Th terhadap efisiensi ekstraksi Th dan koefisien distribusi Th untuk umpan campuran torium nitrat kadar 268,586 g/l dan uranil nitrat kadar 29,750 g/l, pelarut 55% TBP dalam diluen organik dan waktu kontak 20 menit.

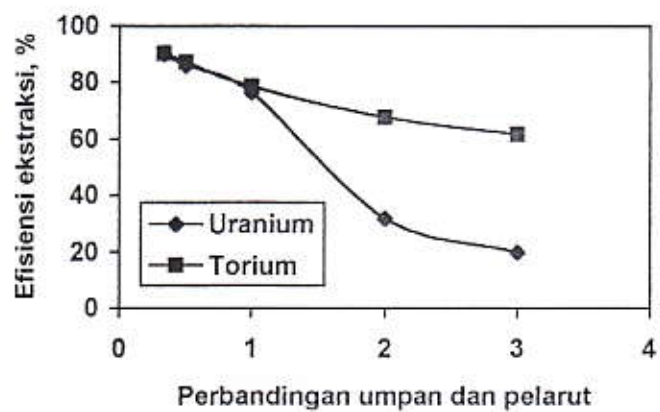
No.	Rasio umpan dan pelarut	Kadar Th dalam rafinat (g/l)	Kadar Th dalam ekstrak (g/l)	Efisiensi ekstraksi Th, %	K_d Th
1	1:3	25,814	242,772	90,38	9,404
2	1:2	34,516	234,070	87,15	6,781
3	1:1	57,720	210,866	78,51	3,653
4	2:1	86,725	181,861	67,71	2,097
5	3:1	102,677	165,908	61,77	1,616



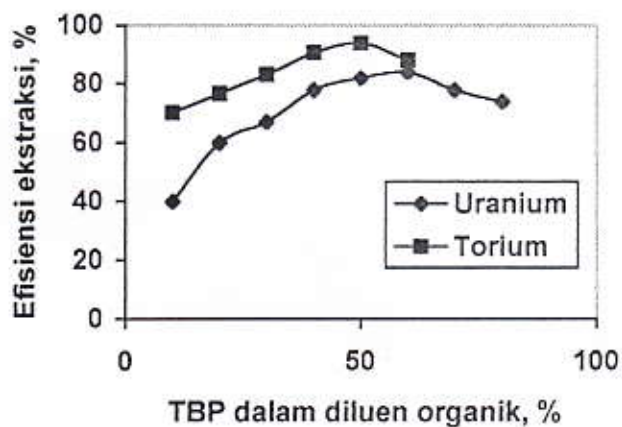
Gambar 1. Hubungan antara % TBP dalam diluen organik dengan efisiensi ekstraksi uranium dan torium



Gambar 2. Hubungan antara % TBP dalam diluen organik dengan koefisien distribusi uranium dan torium



Gambar 3. Hubungan antara perbandingan umpan dan pelarut dengan efisiensi ekstraksi uranium dan torium



Gambar 4. Hubungan antara perbandingan umpan dan pelarut dengan koefisien distribusi Uranium dan torium