

PENGARUH WAKTU KONTAK DAN PERBANDINGAN FASA ORGANIK DENGAN FASA AIR PADA EKSTRAKSI URANIUM DALAM LIMBAH CAIR MENGGUNAKAN EKSTRAKTAN DI-2-ETIL HEKSIL PHOSPHAT

Ngatijo, Pranjono, Banawa Sri Galuh dan M.M. Lilis Windaryati

P2TBDU – BATAN

ABSTRAK

PENGARUH WAKTU KONTAK DAN PERBANDINGAN FASA ORGANIK DENGAN FASA AIR PADA EKSTRAKSI URANIUM DALAM LIMBAH CAIR MENGGUNAKAN EKSTRAKTAN DI-2-ETIL HEKSIL PHOSPHAT. Ekstraksi uranium dalam limbah cair menggunakan ekstraktan di-2-etil heksil fosfat (D2EHPA) antara lain dipengaruhi oleh waktu kontak dan perbandingan volume fasa organik (D2EHPA) dengan fasa air (limbah). Untuk mengetahui pengaruh kedua hal tersebut, telah dilakukan percobaan pengaruh waktu kontak dan perbandingan fasa organik dengan fasa air. Percobaan dilakukan secara satu pada suhu kamar dengan memvariasi waktu kontak 1, 2, 4, 6 dan 8 menit dengan konsentrasi D2EHPA 7% dalam kerosin. Dari variasi tersebut diperoleh waktu kontak optimum 7 menit. Selanjutnya dengan menggunakan waktu optimum dari hasil percobaan tersebut dilakukan percobaan dengan variasi perbandingan volume fasa organik dengan fasa air yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 dan 1:5. Dari percobaan tersebut diperoleh parameter proses ekstraksi optimum pada waktu kontak 7 menit dan perbandingan fasa organik dengan fasa air 1:1 dengan efisiensi ekstraksi sebesar 95,74 %.

ABSTRACT

INFLUENCE OF THE CONTACT TIME AND THE RATIO OF ORGANIC PHASE (D2EHPA) AND WATER PHASE (WASTE) VOLUMES OF URANIUM EXTRACTION FROM LIQUID WASTE BY USING D2EHPA EXTRACTANT. Uranium extraction from liquid waste by using D2EHPA extractant is influenced by the contact time and the ratio of organic phase (D2EHPA) and water phase (waste) volumes. To understand further about the influence of the above-mentioned factors, an experiment has been conducted. The experiment is conducted in batch process at room temperature with time variation of 1, 2, 4, 6 and 8 minutes and the D2EHPA concentration is 7% (in kerosene). From an observation on time variation, it is found out that the optimum contact time is 7 minutes. Then, by using the optimum contact time, an experiment is conducted by varying the ratio of organic phase (D2EHPA) and water phase (waste) volumes. The ratios are 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 and 1:5. The results show that the optimum contact time is 7 minutes and the ratio of organic phase and water phase is 1:1 with efficiency of 95.74 %.

PENDAHULUAN

Di sebagian besar laboratorium yang melakukan kegiatan yang menggunakan bahan radioaktif akan menimbulkan limbah radioaktif dalam bentuk padat, gas atau cair. Limbah cair yang ditimbulkan di laboratorium Bidang Teknologi Bahan Bakar Reaktor Daya khususnya di laboratorium kimia berupa cairan buangan bekas suatu percobaan maupun analisis masih mengandung uranium $\pm 1\text{g/l}$ dan bersifat asam.

Untuk mengurangi kadar uranium dalam limbah cair agar larutan tersebut memenuhi syarat untuk dilimbahkan yaitu berkadar dibawah $0,050\text{ g/l}^{[1]}$. Pada penelitian sebelumnya telah

dilakukan penelitian pengambilan uranium dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut tributil fosfat (TBP), di-2-etil heksil fosfat (D2EHPA) dan trioktilamin (TOA) untuk memilih ekstraktan yang paling efisien. Hasil penelitian diperoleh konsentrasi optimum dari pelarut D2EHPA konsentrasi 7% efisiensi ekstraksi sebesar 96,95 % dan pelarut TOA konsentrasi 50 % efisiensi ekstraksi sebesar 97,19 %. Sedangkan menggunakan pelarut TBP dengan konsentrasi 50 % efisiensinya hanya 0,72 %. Dari ketiga pelarut tersebut dipilih pelarut yang paling efisien yaitu D2EHPA, karena harga lebih murah dan jumlah pemakaiannya relatif sedikit. Pada konsentrasi optimum tersebut kadar

uranium berhasil diturunkan sampai dibawah kadar yang dipersyaratkan yaitu kadar uranium dalam rafinat sebesar 0,038 g/l^[2].

Proses ekstraksi selain dipengaruhi konsentrasi ekstraktn juga dipengaruhi oleh waktu kontak dan perbandingan volume *diluen* (fasa air) dengan ekstraktn (fasa organik). Diduga semakin lama waktu kontak fasa air dan fasa organik akan semakin sempurna kontak antara kedua fasa sehingga transfer U dari fasa air ke fasa organik akan lebih lama sehingga transfer U dari fasa air ke fasa organik akan lebih banyak, hal ini terjadi sampai keadaan kesetimbangan tercapai. Apabila keadaan kesetimbangan telah tercapai maka waktu kontak tidak berpengaruh lagi terhadap transfer U tersebut. Semakin banyak volume fasa organik akan semakin banyak U yang terikat, tetapi pemakaian fasa organik diusahakan sedikit mungkin supaya bisa menghemat pemakaian ekstraktn.

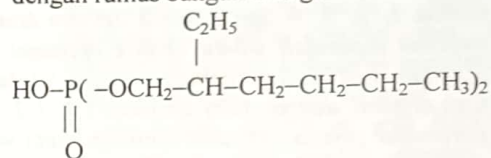
Untuk mengetahui sampai kapan keadaan kesetimbangan tercapai dan sampai berapa jumlah fasa organik mampu mengikat U dalam fasa air maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kedua hal tersebut.

TEORI

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan pertukaran zat pelarut yang tidak bercampur. Pertukaran ini terjadi karena adanya perbedaan afinitas diantara kedua zat pelarut terhadap zat terlarut. Ekstraksi ada 2 jenis yaitu ekstraksi cair-cair dan ekstraksi padat cair. Dalam proses ekstraksi cair-cair, larutan yang mengandung satu macam atau lebih komponen

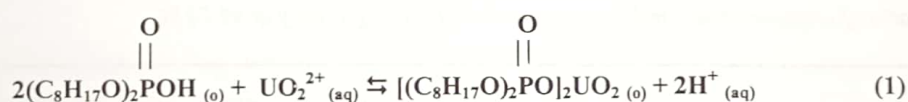
terlarut disentuhkan dengan pelarut pengestraksi yang tidak dapat campur dengan pelarut pertama. Akibat dari pencampuran tersebut zat terlarut yang bersifat dapat campur dengan kedua jenis pelarut akan mengalami partisi atau distribusi. Komponen yang diambil sering disebut *solute*, zat cair yang melarutkan *solute* disebut *diluen*, sedangkan pelarut yang mengambil *solute* disebut dengan *ekstrak*. Salah satu ekstraktn yang dapat digunakan dalam ekstraksi uranium adalah di-2-etil heksil fosfat (D2EHPA)

Ekstraktan di-2-etil heksil fosfat merupakan senyawa fosfat seperti tributil fosfat tetapi hanya dua ion hidrogen yang digantikan oleh gugus alkil. Dua ion hidrogen yang ada digantikan oleh gugus alkil 2-etil heksil dengan rumus bangun sebagai berikut :



Ekstraktan D2EHPA dalam kerosen mengekstrak uranium dalam larutan asam sulfat. D2EHPA mempunyai sifat efektivitas dan selektivitas cukup tinggi dan densitasnya 1,02 kg/l^[3].

Pada ekstraksi terjadi transfer uranium yang terdapat di dalam larutan umpan (fasa air) ke dalam ekstraktn (fasa organik) akibat kontak langsung dalam waktu tertentu. Reaksi yang terjadi antara larutan umpan dengan ekstraktn di-2-etil heksil fosfat adalah sebagai berikut^[4]:



Efisiensi ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kandungan asam bebas, konsentrasi ekstraktn, waktu kontak dalam ekstraktor, dan kecepatan pengadukan serta suhu reaksinya.

Dengan bertambahnya kandungan asam bebas di dalam larutan, akan menyebabkan konsentrasi U dalam fasa organik bertambah besar sehingga efisiensi ekstraksi menjadi bertambah besar.

Konsentrasi ekstraktn akan berpengaruh terhadap kemampuan pelarut untuk mengekstrak uranium. Semakin tinggi konsentrasi ekstraktn,

maka kemampuan pelarut untuk mengekstrak uranium akan semakin tinggi tetapi densitas dan viscositas pelarut akan semakin besar juga. Hal tersebut akan memperlambat waktu pemisahan fasa air dan fasa organiknya disamping itu akan mempersulit perpindahan massa.

Kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap dispersi fasa organik ke dalam fasa air. Semakin tinggi kecepatan pengadukan, maka luas bidang kontak antara fasa air dengan fasa organik akan semakin besar. Akan tetapi apabila kecepatan pengadukannya terlalu tinggi dapat menimbulkan emulsi yang lebih stabil sehingga

pengenapannya menjadi kurang sempurna dan akan menimbulkan *flooding* yaitu fase organik masuk ke fasa air dan atau sebaliknya. Hal tersebut harus dihindari karena akan mengurangi efisiensi.

Semakin lama waktu kontak antara fasa organik dengan fasa air akan semakin sempurna kontak antara kedua fasa sehingga transfer U dari fasa air ke fasa organik akan lebih banyak, hal ini terjadi sampai keadaan kesetimbangan tercapai.

Suhu reaksi akan berpengaruh terhadap kesetimbangan reaksinya. Karena reaksi merupakan reaksi eksotermis, apabila suhu reaksinya makin rendah, maka kesetimbangan reaksi akan bergeser ke kanan sehingga pengikatan U oleh fase organik menjadi semakin besar berarti efisiensi ekstraksinya semakin besar pula.

Efisiensi proses ekstraksi dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Efisiensi ekstraksi} = \frac{\text{U fasa organik}}{\text{U fasa umpan}} \times 100\% \quad (2)$$

dimana, U fasa organik = U fasa umpan - U fasa air ekstraksi

METODE PERCOBAAN

Bahan yang Digunakan

- cairan bekas percobaan masih mengandung U \pm 1 g/l, 3000 ml
- di-2-etil heksil fosfat 100 %, 105 ml
- kerosen teknis, 1395 ml.

Peralatan yang Digunakan

- gelas piala
- pengaduk magnet
- *stopwatch*
- corong pisah
- botol plastik
- alat analisis (Potensiometer)

Cara Kerja

Umpan limbah (fasa air) dan ekstrak 7% D2EHPA dicampur dengan perbandingan volume 50 ml : 50 ml (1:1) dan diaduk selama 1, 2, 4, 6 dan 8 menit. Kemudian kedua fasa dipisahkan menggunakan corong pisah. Kandungan U dalam fasa air dianalisis menggunakan alat potensiometer. Percobaan ini dilakukan 3 kali pengulangan untuk setiap variasi waktu. Sedangkan analisis dilakukan 3 kali

pengukuran untuk setiap kali pengulangan. Dari percobaan ini diperoleh waktu optimum kemudian dipakai untuk percobaan berikutnya dengan memvariasi perbandingan volume fasa organik dan fasa air dengan perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 dan 1:5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

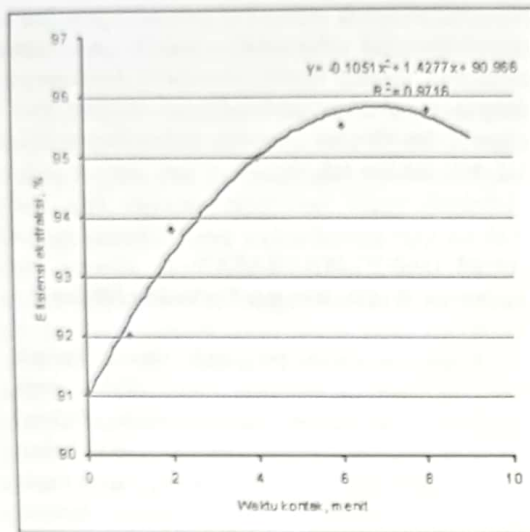
Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Efisiensi Ekstraksi

Hasil penelitian pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 1. Dari gambar 1 menunjukkan efisiensi semakin meningkat seiring dengan pertambahan waktu kontak. Peningkatan efisiensi cukup besar terjadi pada waktu kontak 1 menit sampai dengan 6 menit kemudian diatas 6 menit selisih kenaikannya semakin kecil dan cenderung menurun setelah waktu kontak diatas 6 menit. Setelah waktu kontak diatas 6 menit efisiensi cenderung menurun karena kemampuan fasa organik untuk mengikat uranium terbatas sehingga lama kelamaan fasa organik akan jenuh tidak bisa lagi mengikat uranium yang menyebabkan efisiensi tetap. Dalam keadaan ini apabila pengadukan terus berlangsung bisa mengakibatkan terjadinya *flooding* yaitu uranium terlarut kembali ke dalam fasa air.

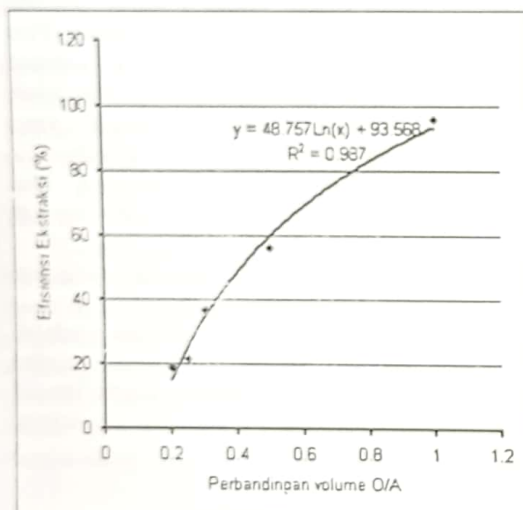
Pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi ekstraksi mengikuti persamaan garis $y = -0,1501x^2 + 1,4277x + 90,966$, dimana y adalah efisiensi ekstraksi (%) dan x adalah waktu kontak (menit). Dari gambar 1 waktu kontak optimum tercapai pada 7 menit dengan efisiensi ekstraksi sebesar 95,81 %.

Pengaruh Perbandingan Volume Fasa Organik Dengan Fasa Air Terhadap Efisiensi Ekstraksi

Hasil penelitian pengaruh perbandingan volume fasa organik dengan fasa air terhadap efisiensi ekstraksi dapat dilihat pada gambar 2. Gambar 2 menunjukkan efisiensi ekstraksi mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan perbandingan volume fasa organik dan fasa air. Selisih kenaikan sebanding dengan perbandingan fasa organik dan fasa air. Hal ini menunjukkan apabila volume fasa organik (D2EHPA) semakin banyak maka jumlah uranium yang terikat oleh fasa organik lebih banyak pula, dan sebaliknya apabila volume fasa organik semakin sedikit maka jumlah uranium yang terikat oleh fasa organik semakin sedikit pula.



Gambar 1. Grafik hubungan antara waktu kontak terhadap efisiensi ekstraksi



Gambar 2. Grafik hubungan antara perbandingan volume fasa organik dengan fasa air terhadap efisiensi ekstraksi

Kenaikan efisiensi ini mengikuti persamaan garis $y = 48,757 \ln(x) + 93,568$, dimana y adalah efisiensi ekstraksi dan x adalah perbandingan volume fasa organik dan fasa air. Dari gambar 2 efisiensi tertinggi sebesar 95,67 % tercapai pada saat perbandingan volume fasa organik dan fasa air 1:1.

Efisiensi tersebut apabila dirata-rata dengan efisiensi hasil dari percobaan pengaruh waktu kontak, pada saat waktu kontak optimum (7 menit) dengan efisiensi sebesar 95,81 % diperoleh efisiensi ekstraksi rata-rata sebesar 95,74 %.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Ekstraksi uranium dalam limbah cair menggunakan ekstrak di-2-etil heksil phosphate dipengaruhi oleh waktu kontak dan perbandingan volume fasa air (limbah) dan fasa organik (D2EHPA).
2. Parameter proses ekstraksi optimum pada waktu kontak 7 menit dan perbandingan fasa organik dengan fasa air 1:1 dengan efisiensi ekstraksi sebesar 95,74 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. SURIPTO A., Diklat Keselamatan dan Sarana Dukung Elemen Bakar Nuklir (KSDP-EBN), Serpong, 1997.
2. NGATIJO, Pengambilan Uranium dalam Limbah Cair dengan Cara Ekstraksi Memakai Berbagai Ekstraktan, Tugas Akhir, Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN, Yogyakarta 2002
3. GALKIN, N.P., SUDARIKOV, B.N., VERYATIN, U.D., SHISHKOV, YU.D., MAIOROV, A.A., *Technology of Uranium*, Atomizdat, Moskva, 1964, hal. 182.
4. BENEDICT, M., PIGFORD, T.H., and LEVI, H.W., *Nuclear Chemical Engineering*, Mc Graw Hill Book Company, New York, 1981, hal. 231-232.

TANYA JAWAB

Rosidi

- Mengapa tidak ditampilkan harga K_d nya?

Ngatijo

- Karena pada penelitian ini menekankan pada tingkat keberhasilan dan uranium yang terambil oleh ekstrak terhadap jumlah uranium yang ada di dalam umpan limbah.

Sajima

- Mengapa ekstraksi uranium tidak menggunakan TBP yang lebih selektif dibanding D2EHPA?

Ngatijo

- Karena limbah mengandung ion SO_4^{2-} , NO_3^- dan PO_4^- yang mana TBP hanya baik digunakan pada suasana HNO_3 saja.