



PEMISAHAN CAMPURAN URANIUM DAN RUTENIUM DENGAN CARA EKSTRAKSI MEMBRAN EMULSI MEMAKAI SPAN 80 - DI-(2-ETIL HEKSIL)-FOSFAT

Dwi Biyantoro, R. Subagiono, MV Purwani, Djati Pramana
Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta - BATAN

ABSTRAK

PEMISAHAN CAMPURAN URANIUM DAN RUTENIUM DENGAN CARA EKSTRAKSI MEMBRAN EMULSI MEMAKAI SPAN 80 - DI-(2-ETIL HEKSIL)-FOSFAT. Telah dilakukan ekstraksi campuran uranium dan ruthenium dalam asam nitrat dengan metoda membran emulsi menggunakan surfaktan Span 80 dan ekstraktan campuran di-(2-etil heksil)-fosfat (D2EHPA) - kerosen dengan fasa air internal asam fosfat. Proses pemisahan dilakukan dengan cara ekstraksi membran emulsi yaitu gabungan dari proses ekstraksi dan *stripping*. Parameter proses yang dipelajari yaitu konsentrasi fasa air internal asam fosfat dalam membran, molaritas asam nitrat dalam umpan, konsentrasi ekstraktan dan waktu ekstraksi. Hasil percobaan ekstraksi dengan metoda membran emulsi memakai umpan campuran uranium dan ruthenium dengan kadar uranium sebesar 20.000 ppm dan ruthenium sebesar 500 ppm diperoleh efisiensi-pungut total dari uranium = 87,62% pada kondisi optimum sebagai berikut : molaritas H_3PO_4 = 1,5 M, molaritas HNO_3 = 3M, konsentrasi D2EHPA dalam kerosen =1% dan waktu ekstraksi = 10 menit. Pada kondisi ini uranium hasil *stripping* dapat dipisahkan dari ruthenium dengan kemurnian = 100%.

ABSTRACT

SEPARATION OF URANIUM AND RUTHENIUM MIXTURE BY LIQUID SURFACTANT MEMBRANE EXTRACTION USING SPAN 80 AND DI-(2-ETHYL HEXYL) PHOSPHORIC ACID. Separation of uranium and ruthenium mixture in a nitric acid solution using liquid surfactant membrane consisting of the Span 80 as surfactant, mixture of di-(2-ethyl hexyl) phosphoric acid (D2EHPA) in kerosene as extractant and phosphoric acid as internal phase had been done. This technique is the combination of extraction and stripping processes designed to working simultaneously. The parameters studied included the molarity of phosphoric acid (H_3PO_4) as the internal phase, the molarity of nitric acid (HNO_3) in the feed, concentration of di-(2-ethyl hexyl) phosphoric acid in kerosene as extractant, and time of extraction. The result for the experimental separation of 20,000 ppm of uranium in 500 ppm of ruthenium mixture showed that total recovery efficiency for uranium was 87.62% at the optimum conditions, i.e. 1.5 M molarity of H_3PO_4 , 3 M of HNO_3 , 1% of D2EHPA in kerosene, and 10 minutes extraction time. At such conditions a 100% uranium can be separated from ruthenium.

PENDAHULUAN

Uranium adalah salah satu bahan bakar nuklir yang sering digunakan dalam reaktor nuklir. Uranium tersebut dapat bereaksi dengan neutron menghasilkan panas tinggi yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN). Dalam bahan bakar bekas reaktor nuklir terutama jenis LWR pada umumnya masih banyak mengandung uranium yang perlu dipisahkan dari unsur-unsur radioaktif hasil belah untuk dapat digunakan kembali. Supaya dapat digunakan kembali sebagai bahan bakar, uranium harus dipisahkan dari hasil belah melalui proses ekstraksi,

membran emulsi dan lain-lain untuk mendapatkan uranium berderajat nuklir.

Ruthenium (Ru) adalah salah satu nuklida hasil belah yang perlu dipisahkan dari uranium dalam bahan bakar bekas. Hal ini disebabkan Ru mempunyai penampang lintang serapan neutron besar sehingga akan mempengaruhi ekonomi neutron sekaligus menurunkan efisiensi kerja dan daya reaktor^[1].

Salah satu ekstraktan yang sering digunakan dalam proses ekstraksi yaitu D2EHPA [di-(2-etil heksil) fosfat] dengan pengencer kerosen^[2].

Dengan berkembangnya metoda emulsi membran cair atau *Liquid Surfactant Membrane (LSM)*, pemisahan suatu unsur dengan proses ekstraksi yang meliputi skrabin, dan *stripping* dapat dipendekkan hanya dengan satu sistem proses membran emulsi, sehingga akan menghemat waktu dan biaya^[3].

Berdasarkan pertimbangan di atas dilakukan percobaan pemisahan/pemurnian uranium dari campuran uranium dan ruthenium dengan metoda membran emulsi. Pada pembentukan membran emulsi diperlukan surfaktan sebagai zat pemantap supaya emulsi terdispersi dengan suatu lapisan tipis sehingga butir tidak dapat bergabung menjadi suatu fasa kontinyu.

Jenis surfaktan akan menentukan tipe emulsi yang diperoleh yaitu tipe air dalam minyak (A/M) atau minyak dalam air (M/A). Untuk memperoleh emulsi tipe A/M dapat digunakan surfaktan Span 80 yang mempunyai nilai HLB (*hydrophile-lipophile-balance*) sebesar 4,3. Span 80 sendiri merupakan surfaktan *non-ionik* dari campuran bermacam-macam ester [Sorbitan mono di tri oleat (RCOOR)], komponen meta sorbitol (ROH), asam oleat (RCOOH) dan air. Span 80 akan mengalami dekomposisi dalam fasa air internal yang akan memberikan kestabilan pada emulsi^[4].

Langkah percobaan yang dikerjakan yaitu : pembuatan membran emulsi (mencampur fasa air internal asam fosfat dengan fasa organik di-(2-etil heksil)-fosfat, kerosen dan surfaktan Span 80). Langkah selanjutnya adalah mencampur fasa membran dengan fasa umpan (fasa air eksternal), kemudian ekstraksi dan *stripping*.

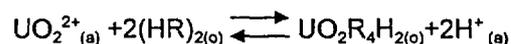
Pada ekstraksi membran cair terjadi kontak antara umpan dengan membran, *solute* yang berada dalam fasa umpan (air eksternal) masuk ke fasa membran secara difusi^[5].

Membran emulsi setelah dipakai untuk mengekstraksi dilanjutkan dengan *stripping* yaitu pemecahan membran dengan bantuan butanol untuk memisahkan fasa air internal yang telah mengandung *solute* dari fasa organiknya.

Di-(2-etil heksil)-fosfat (D2EHPA), tributil fosfat (TBP), dan tri oktil amin (TOA) adalah *solven* yang dapat dibuat membran cair untuk ekstraksi logam uranium dan logam-logam lain. Sebagai pengencer dapat digunakan kerosen, dodekan dan toluen. Untuk memisahkan uranium dari logam-logam hasil belah dapat dilakukan di dalam larutan asam klorida, asam nitrat, asam sulfat dan asam asetat^[6].

Berdasarkan penjelasan di atas tampak bahwa konsentrasi asam sangat berpengaruh terhadap pemisahan uranium dari nuklida hasil belah. Pada penelitian ini dicoba dipakai umpan dalam larutan asam nitrat.

Menurut Sato, D2EHPA (HR) adalah ekstraktan yang cocok dan sering dipakai untuk ekstraksi uranium dan logam-logam yang lain, karena selektivitas dan efektivitasnya tinggi. Reaksi antara uranium dan D2EHPA pada keasaman rendah mengikuti reaksi pertukaran kation yang dapat ditulis sebagai^[2] :



Percobaan ini mempelajari parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kemurnian hasil pemisahan antara lain : konsentrasi fasa air internal, keasaman larutan umpan, konsentrasi ekstraktan dan waktu ekstraksi. Parameter yang dicoba pertama kali adalah variasi konsentrasi fasa air internal dengan parameter lain dibuat tetap sehingga diperoleh kondisi optimum konsentrasi fasa air internal. Parameter yang dipelajari berikutnya adalah keasaman larutan umpan (kondisi optimum yang diperoleh dan parameter lain dibuat tetap) akan diperoleh kondisi optimum keasaman larutan umpan. Demikian seterusnya untuk pengujian parameter yang lain. Keberhasilan proses pemisahan ini dapat dilihat dari efisiensi dan tingkat kemurnian hasil pemisahan.

CARA KERJA

BAHAN

Bahan yang dipakai untuk penelitian ini adalah $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 99\%$, RuCl_3 , H_3PO_4 , HNO_3 , di-(2-etil heksil)-fosfat

$\rho=0,97\text{kg/l}$, kerosen $\rho = 0,80 \text{ kg/l}$, Surfaktan span 80 (buatan E. Merck) dan H_2O .

ALAT

Alat yang dipakai adalah almari asap, alat pengaduk, pH meter, timbangan analitik, corong pisah, alat-alat gelas dan alat analisis spektrofotometer pendar sinar-X.

TATA KERJA

Pembuatan Larutan Campuran Uranium dan Rutenium Nitrat (Umpan)

1. Dibuat larutan induk U = 100.000 ppm yaitu dengan melarutkan 104,4258 g $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan 500 ml air.
2. Dibuat larutan induk Ru = 5000 ppm yaitu dengan melarutkan 0,2565 g RuCl_3 dalam 25 ml air.
3. Dibuat larutan umpan campuran U dan Ru konsentrasi U = 20.000 ppm dan Ru = 500 ppm dalam HNO_3 dengan cara mengencerkan larutan induk U dan Ru di atas.

Pembuatan Membran Emulsi

Membran emulsi dibuat dengan cara mencampur surfaktan Span 80 dengan ekstrak di-(2-etil heksil)-fosfat dan kerosen. Campuran ditambah dengan asam fosfat sebagai fasa internal kemudian diaduk menggunakan alat Ultra Turrax pada kecepatan 8000 rpm⁽⁷⁾.

Proses Ekstraksi dan Stripping

1. Umpan campuran larutan uranium dan rutenium nitrat dengan kadar uranium = 20.000 ppm dan rutenium = 500 ppm dicampur dan diaduk dengan fasa membran emulsi dengan perbandingan volume = 10 ml : 10 ml = 1:1, kecepatan pengadukan 250 rpm selama = 15 menit. Setelah kedua fasa seimbang kemudian dipisahkan antara fasa membran dan fasa airnya menggunakan alat corong pisah. Untuk mengetahui kadar uranium dan rutenium hasil ekstraksi, fasa air dianalisis menggunakan alat spektrometer pendar sinar-X. Untuk mengetahui hasil stripping, fasa membran kemudian dipecah dengan ditetesi butanol sehingga fasa tersebut menjadi fasa air dan fasa organik. Kandungan uranium dan rutenium dalam fasa air hasil stripping dianalisis memakai spektrometer pendar sinar-X. Untuk analisis rutenium di bawah 100 ppm dilakukan dengan metoda adisi.

Analisis masing-masing dilakukan pengukuran 3 kali kemudian dirata-rata. Rumus yang dipakai untuk menghitung efisiensi sebagai berikut :

$$\text{a) Efisiensi ekstraksi} = \frac{U_{\text{fasa membran}}}{U_{\text{fasa umpan}}} \times 100\%$$

$$\text{b) Efisiensi stripping} = \frac{U_{\text{fasa air internal}}}{U_{\text{fasa membran}}} \times 100\%$$

$$\text{c) Efisiensi total uranium} = \frac{U_{\text{fasa stripping}}}{U_{\text{fasa umpan}}} \times 100\%$$

2. Percobaan diulangi seperti nomor 1 di atas untuk mengetahui pengaruh konsentrasi fasa air internal asam fosfat, molaritas asam nitrat dalam umpan (fasa air eksternal), konsentrasi ekstrak di-(2-etil heksil)-fosfat dan waktu ekstraksi. Sebagai contoh menentukan kondisi optimum :

Pengaruh konsentrasi H_3PO_4 variasi : 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 M

Kondisi tetap :

- konsentrasi $\text{HNO}_3 = 3 \text{ M}$
- rasio = fasa umpan : fasa membran = 1:1
- waktu ekstraksi = 15 menit
- konsentrasi D2EHPA = 5% dalam kerosen.

Diperoleh kondisi optimum M H_3PO_4 .

Selanjutnya kondisi optimum yang telah diperoleh dibuat tetap, parameter lain yang dicoba divariasikan, diperoleh kondisi optimum parameter 1 dan parameter 2, demikian seterusnya sampai diperoleh kondisi optimum untuk : konsentrasi (M) H_3PO_4 , konsentrasi (M) HNO_3 , konsentrasi (%) D2EHPA dalam kerosen, dan waktu ekstraksi.

HASIL DAN BAHASAN

Parameter yang diteliti pada pemisahan campuran uranium dan rutenium dengan cara ekstraksi membran emulsi memakai Span 80 - di-(2-etil heksil)-fosfat adalah :

- a) Molaritas fasa air internal
- b) Molaritas larutan umpan
- c) Konsentrasi ekstrak dalam kerosen
- d) Waktu ekstraksi.

a). Pengaruh molaritas fasa air internal asam fosfat

Keasaman larutan umpan dinyatakan dalam molar (M) HNO_3 yang terlarut. Ekstraksi umpan campuran uranium dan rutenium ($\text{U} = 20.000 \text{ ppm}$ dan $\text{Ru} = 500 \text{ ppm}$)

dalam suasana asam nitrat 3 M HNO_3 dicampur dengan fasa membran emulsi perbandingan (ditetapkan) = 1 : 1. Konsentrasi di-(2-etil heksil)-fosfat (D2EHPA) = 5% dalam kerosen dan waktu ekstraksi selama = 15 menit. Hasil percobaan ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2 dibawah ini.

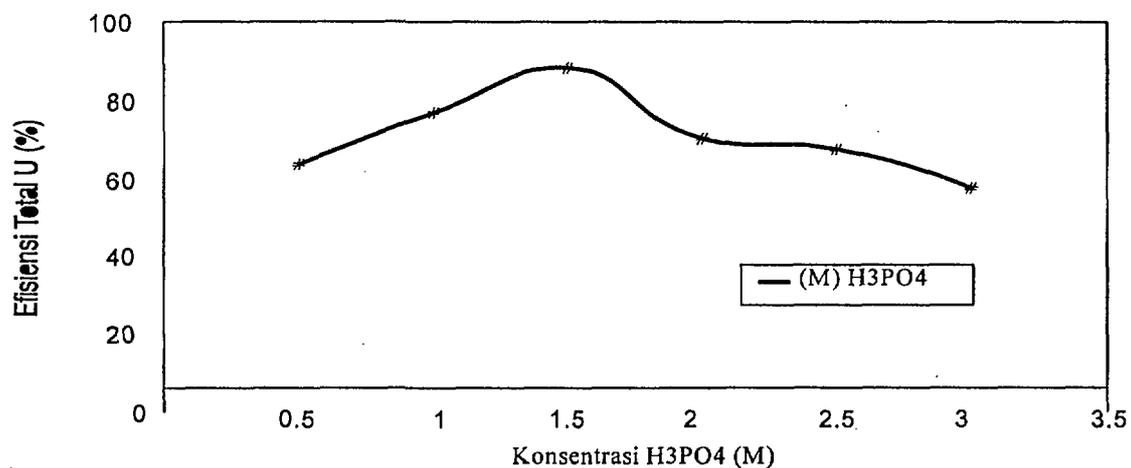
Tabel 1. Pengaruh molaritas fasa air internal terhadap kadar uranium dan rutenium dalam fasa membran dan *stripping*

Fasa air Internal M H_3PO_4	Fasa Membran Ekstraksi (ppm)		Fasa Air <i>Stripping</i> (ppm)	
	Uranium	Rutenium	Uranium	Rutenium
0,5	15.588	76	12.773	<<
1,0	18.694	16	15.416	<<
1,5	18.929	<<	17.701	<<
2,0	19.051	<<	14.110	<<
2,5	19.106	59	13.543	<<
3,0	19.253	<<	11.527	<<

<< : kecil sekali

Tabel 2. Pengaruh molaritas fasa air internal terhadap efisiensi (ekstraksi, *stripping*, total) uranium dan kemurnian uranium

Fasa Air Internal M H_3PO_4	Efisiensi Uranium (%)			Kemurnian Uranium (%)
	Ekstraksi	<i>Stripping</i>	Total	
0,5	77,94	81,94	63,86	100
1,0	93,47	82,46	77,08	100
1,5	94,64	93,51	88,50	100
2,0	95,25	74,06	70,55	100
2,5	95,53	70,88	67,71	100
3,0	96,26	59,87	57,63	100



Gambar 1. Hubungan antara molaritas H_3PO_4 dengan efisiensi total uranium.

Data Tabel 1, 2 dan Gambar 1 di atas ditunjukkan bahwa pemisahan campuran uranium dan rutenium menggunakan metoda ekstraksi membran emulsi span 80 - di-(2-etil heksil)-fosfat dalam kerosen, konsentrasi fasa air internal asam fosfat sangat berpengaruh terhadap efisiensi uranium. Tampak bahwa semakin tinggi konsentrasi fasa internal asam fosfat, uranium yang masuk ke dalam fasa membran semakin besar, sedangkan rutenium cenderung masih berada dalam fasa air. Konsentrasi di atas 1,5 M H₃PO₄, efisiensi total uranium turun. Hal ini disebabkan di atas kondisi ini pada saat membran dipecah uranium sebagian

masih terikat dengan fasa organik. Pada proses *stripping* uranium yang dapat diambil kembali paling banyak dalam fasa air internal diperoleh pada konsentrasi = 1,5 M H₃PO₄ dengan efisiensi total uranium = 88,50% dan uranium dapat dipisahkan dari rutenium dengan kemurnian = 100 %.

b). Pengaruh molaritas larutan umpan

Ekstraksi umpan dengan fasa membran emulsi pada kondisi optimum fasa air internal asam fosfat dalam membran = 1,5 M H₃PO₄. Kondisi yang lain dibuat tetap. Hasil percobaan ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4 di bawah ini.

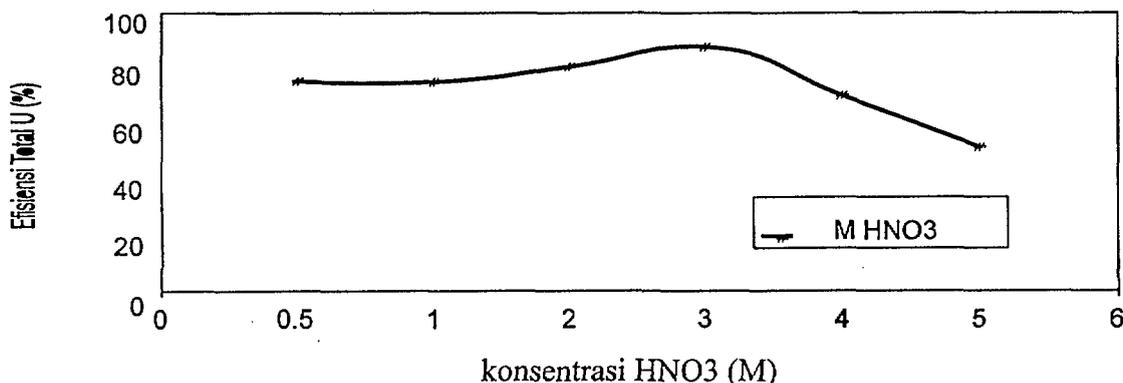
Tabel 3. Pengaruh molaritas larutan umpan terhadap kadar uranium dan rutenium dalam fasa membran dan *stripping*

Umpan M HNO ₃	Fasa Membran Ekstraksi (ppm)		Fasa Air <i>Stripping</i> (ppm)	
	Uranium	Rutenium	Uranium	Rutenium
0,5	19.412	<<	15.160	<<
1,0	19.052	<<	15.109	<<
2,0	18.475	<<	16.172	<<
3,0	18.103	<<	17.560	<<
4,0	18.150	<<	14.143	<<
5,0	15.503	79	10.527	<<

<< : kecil sekali

Tabel 4. Pengaruh molaritas umpan terhadap efisiensi (ekstraksi, *stripping*, total) uranium dan kemurnian uranium

Umpan M HNO ₃	Efisiensi Uranium (%)			Kemurnian Uranium (%)
	Ekstraksi	<i>Stripping</i>	Total	
0,5	97,06	78,10	75,80	100
1,0	95,26	79,30	75,54	100
2,0	92,37	87,53	80,86	100
3,0	90,51	97,00	87,80	100
4,0	90,75	77,92	70,71	100
5,0	77,15	67,90	52,63	100



Gambar 2. Hubungan antara HNO₃ dengan efisiensi total uranium.

Berdasarkan Tabel 3, 4 dan Gambar 2 di atas ditunjukkan bahwa keasaman umpan (fasa air eksternal) sangat berpengaruh terhadap efisiensi uranium dalam membran emulsi. Tampak bahwa semakin tinggi molaritas asam nitrat dalam umpan, uranium yang masuk membran semakin kecil. Hal ini disebabkan uranium dengan di-(2-etil heksil)-fosfat pada keasaman rendah terjadi reaksi pertukaran kation. Pada saat fasa membran dipecah (*stripping*) uranium hampir sebagian besar berada dalam fasa air, sedikit yang berada dalam fasa organik. Hal ini menunjukkan

bahwa pada saat *stripping* uranium terambil kembali ke dalam fasa air internal. Kondisi pemisahan uranium relatif paling baik pada keasaman umpan = 3 M HNO₃.

c). Pengaruh konsentrasi ekstraktn

Konsentrasi ekstraktn disini dinyatakan dalam satuan % di-(2-etil heksil)-fosfat (D2EHPA) dalam kerosen. Ekstraksi umpan campuran uranium dan rutenium dengan fasa membran pada kondisi optimum a dan b di atas diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 5 dan 6 dibawah ini.

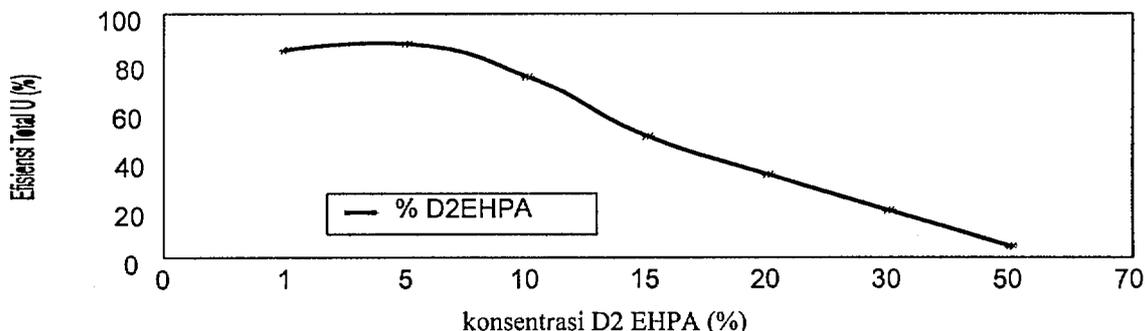
Tabel 5. Pengaruh konsentrasi ekstraktn terhadap kadar uranium dan rutenium dalam fasa membran dan *stripping*

Ekstraktan (%)	Fasa Membran Ekstraksi (ppm)		Fasa Air <i>Stripping</i> (ppm)	
	Uranium	Rutenium	Uranium	Rutenium
1	17.352	89	17.006	<<
5	18.679	20	17.511	<<
10	19.051	93	14.824	<<
15	19.515	66	9.921	<<
20	19.150	82	6.788	<<
30	19.503	71	3.907	<<
50	19.450	62	900	<<

<< : kecil sekali

Tabel 6. Pengaruh konsentrasi ekstraktn terhadap efisiensi (ekstraksi, *stripping*, total) uranium dan kemurnian uranium.

Ekstraktan (%)	Efisiensi Uranium (%)			Kemurnian Uranium (%)
	Ekstraksi	<i>Stripping</i>	Total	
1	86,76	98,00	85,03	100
5	93,39	93,75	87,55	100
10	95,25	77,81	74,12	100
15	97,57	50,84	49,60	100
20	95,75	35,45	33,94	100
30	97,51	20,03	19,35	100
50	97,25	4,63	4,50	100



Gambar 3. Hubungan antara konsentrasi D2EHPA dengan efisiensi total uranium.

Data Tabel 5, 6 dan Gambar 3 di atas ditunjukkan bahwa konsentrasi di-(2-etil heksil)-fosfat (D2EHPA) dalam kerosen berpengaruh terhadap distribusi uranium dan rutenium dalam membran emulsi. Tampak bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak uranium yang masuk membran semakin besar karena semakin kuat mengikat uranium dan rutenium. Sebaliknya pada saat proses *stripping*, semakin tinggi konsentrasi ekstrak semakin rendah uranium yang dapat diambil kembali. Hal ini disebabkan uranium dengan di-(2-etil heksil)-fosfat pada konsentrasi tinggi semakin sukar untuk dipisahkan. Keadaan ini ditinjau dari segi operasi akan lebih menguntungkan karena semakin sedikit pemakaian di-(2-etil heksil)-fosfat sehingga dapat menghemat biaya operasi proses. Pada pemakaian 1 % sampai

5 % D2EHPA efisiensi total uranium selisih nilainya tidak begitu besar, tetapi dihitung dari segi harga D2EHPA cukup berarti, mengingat harganya yang mahal. Dengan pertimbangan ini dipilih kondisi pemisahan uranium relatif baik pada konsentrasi ekstrak = 1% D2EHPA.

d). Pengaruh waktu ekstraksi

Hasil ekstraksi dipengaruhi oleh waktu kontak antara kedua fasa (fasa membran dan fasa air/umpan) dan akan stabil/tetap apabila keadaan seimbang sudah tercapai. Ekstraksi umpan campuran uranium dan rutenium dengan fasa membran pada kondisi optimum a, b dan c di atas diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 7 dan 8 di bawah ini.

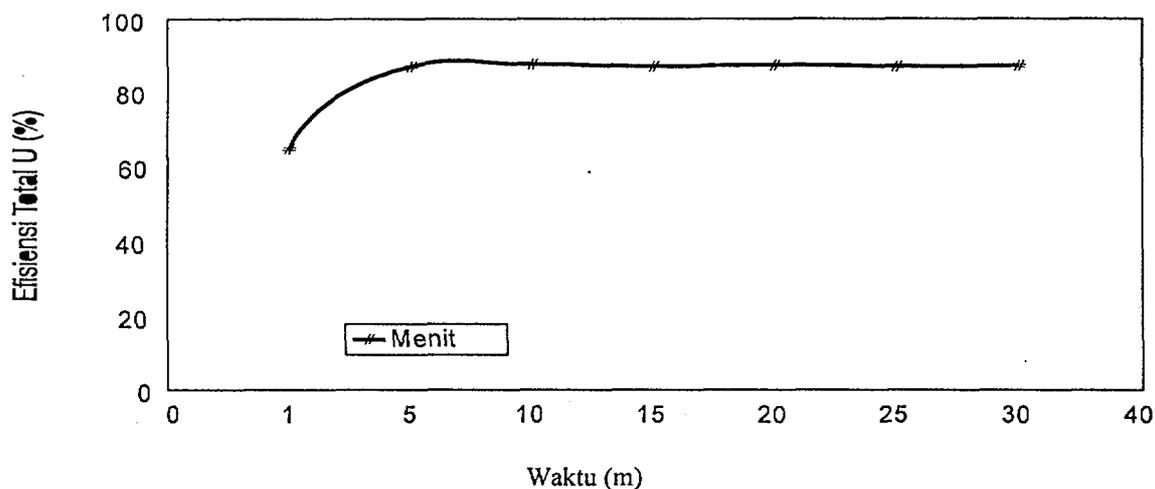
Tabel 7. Pengaruh waktu ekstraksi terhadap kadar uranium dan rutenium dalam fasa membran dan *stripping*

Waktu (Menit)	Fasa Membran Ekstraksi (ppm)		Fasa Air <i>Stripping</i> (ppm)	
	Uranium	Rutenium	Uranium	Rutenium
1	14.054	97	12.951	<<
5	18.148	<<	17.401	<<
10	18.251	103	17.524	<<
15	18.157	141	17.392	<<
20	18.415	133	17.478	<<
25	18.450	156	17.390	<<
30	18.367	150	17.425	<<

<< : kecil sekali

Tabel 8. Pengaruh waktu ekstraksi terhadap efisiensi (ekstraksi, *stripping*, total) uranium dan kemurnian uranium.

Waktu (Menit)	Efisiensi Uranium (%)			Kemurnian Uranium (%)
	Ekstraksi	<i>Stripping</i>	Total	
1	70,27	92,15	64,75	100
5	90,74	95,88	87,00	100
10	91,25	96,02	87,62	100
15	90,78	95,79	86,96	100
20	92,07	94,91	87,39	100
25	92,25	94,25	86,95	100
30	91,83	94,87	87,12	100



Gambar 4. Hubungan antara waktu dengan efisiensi total uranium.

Berdasarkan Tabel 7, 8 dan Gambar 4 di atas ditunjukkan bahwa waktu ekstraksi berpengaruh terhadap distribusi uranium dan rutenium dalam membran emulsi. Demikian pula waktu ekstraksi berpengaruh terhadap efisiensi uranium. Waktu ekstraksi yang relatif baik diperoleh setelah = 10 menit. Setelah ekstraksi/pengadukan dengan waktu kontak di atas 10 menit sistem telah mencapai keadaan seimbang, sehingga sudah tidak terjadi perpindahan massa lagi. Di atas waktu ini relatif uranium telah terdistribusi bersama rutenium ke fasa membran. Pada saat proses *stripping* uranium relatif dapat terambil dengan baik di dalam fasa air, sedangkan rutenium sisa masih tetap berada dalam fasa organik. Pada kondisi ini uranium hasil *stripping* dapat dipisahkan dari rutenium dengan kemurnian = 100 %.

SIMPULAN

Pemisahan uranium dari campuran uranium dan rutenium dapat dilakukan dengan teknik ekstraksi membran emulsi dengan memberikan hasil memuaskan. Hasil percobaan menggunakan umpan campuran uranium dan rutenium dengan kadar uranium = 20.000ppm dan rutenium = 500ppm dengan membran emulsi Span 80 - di-(2-etil heksil)-fosfat diperoleh kondisi optimum sebagai berikut :

1. Keasaman umpan = 3 MHNO_3 ,
2. Konsentrasi di-(2-etil heksil)-fosfat = 1 % dalam kerosen,

3. Fasa air internal asam fosfat dalam membran = 1,5 M H_3PO_4 ,
4. Waktu ekstraksi = 10 menit.

Pada kondisi ini diperoleh efisiensi ekstraksi uranium = 91,25 %, efisiensi *stripping* uranium = 96,02 %, efisiensi total uranium = 87,62 % dengan uranium hasil *stripping* dapat dipisahkan dari rutenium dengan kemurnian = 100%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdri. Suyanti dan Sri Supadmi yang telah membantu hingga selesainya penulisan ini.

PUSTAKA

- [1] BENEDICT, M., PIGFORD, T. H., and LEVI, H. W., *Nuclear Chemical Engineering*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1981.
- [2] SATO, T., *The Extraction of Uranium (IV), Yttrium (III), and Lanthanum (III) from Hydrochloric Solution by Acid Organophosphorus Compounds*, Proceeding of the International Symposium on Actinide/Lanthanide Separation, Honolulu, USA, 1984.
- [3] HAYWORTH, H. C. AND BURNS, W. A., *Extraction of Uranium from Wet Process Phosphoric Acid by Liquid Membrane*, Separation Science Technology, 1983.

- [4] JOHANNES, H., *Pengantar Kimia Koloid dan Kimia Permukaan*, Universitas Gadjah Mada, 1973.
- [5] NEMEH, A. AND PATHEGEN, V., *Membrane Recycling in the Liquid Surfactant Membrane Process*, Ind. Eng. Chem., 1993 p. 32, 143-147
- [6] MOORE, F. L., *Liquid-Liquid Extraction with High-Molecular-Weight Amines*, NAS-NS3101, US Atomic Energy Commission, 1960.
- [7] BIYANTORO, D., dkk., *Ekstraksi Nb Dengan Cara Membran Emulsi Memakai D2EHPA*, Seminar Pertemuan dan Presentasi Ilmiah, PPNY-BATAN, Yogyakarta, 1997.

TANYA JAWAB

Susilaningtyas

- Apakah dasar pemilihan asam fosfat sebagai fasa air internal?
- Apakah dasar pemakaian campuran umpan 20.000 ppm U dan 500 ppm Ru dan apakah efisiensi akan berubah apabila kadar campuran berubah dan juga kondisinya?

Dwi Briyantoro

- Asam fosfat mudah membentuk kompleks dengan U dan D2 EHPA (organik). Pada saat *stripping*, U mudah terambil kembali ke dalam fasa air.
- Dasar pemakaian campuran umpan 20.000 ppm U dan 500 ppm Ru adalah :
 1. Hasil fisi U dari acuan Benedict dan kawan-kawan.
 2. Kemampuan membran mengikat U maksimal pada saat *stripping*.
- Untuk kadar campuran yang berubah akan terjadi sedikit perubahan terhadap nilai efisiensi U. Jika kondisinya berubah akan lebih tampak terjadi perubahan nilai efisiensi sehingga perlu dicari kondisi optimumnya yaitu keasaman umpan, keasaman fasa air internal, konsentrasi D2EHPA dan waktu ekstraksi.

Asmedi Suropto

- Apakah cara ekstraksi membran ini didesain untuk *single-stage system*? Apakah cara ini dapat digunakan untuk *multiple-stage*?
- Mengingat penelitian diarahkan untuk *reprocessing*, apakah kompleksasi sistem mekanik praktikal dalam pabrik *reprocessing* yang menghilangkan adanya *moving parts* dan perlunya kondisi *maintenance-free*?
- Disarankan untuk studi lebih lanjut perlu menelaah *merit-demerit* membran emulsi dibandingkan sistem ekstraksi-pelarut (PUREX).

Dwi Briyantoro

- Cara ekstraksi membran didesain untuk *single-stage system* sedangkan untuk *multiple stage system* dapat ditambah peralatan tambahan seperti pemecah membran dan pembentukan membran.
- Penelitian membran emulsi dilakukan pada skala laboratorium sehingga perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk pabrik *reprocessing*.
- Saran diterima.

Indro Yuwono

- Bagaimana pengaruh radiasi di elemen bakar bekas terhadap keasaman?
- Apakah alat analisis yang digunakan daya jangkauannya (limit deteksinya) dapat mencacah hasil ekstraksi?

Dwi Briyantoro

- Pengaruh radiasi di elemen bakar bekas terhadap keasaman tidak dilakukan. Untuk pendekatan dilakukan variasi keasaman baik keasaman umpan (asam nitrat) maupun keasaman fasa air internal (asam fosfat).
- Alat analisis yang digunakan yaitu spektrometer pendar sinar-x. Batas limit deteksinya 100 ppm. Untuk kadar di bawah 100 ppm digunakan metode adisi.