

## EFEKTIVITAS TBP, D<sub>2</sub>EHPA, DAN CAMPURAN TBP-D<sub>2</sub>EHPA TERHADAP PEMISAHAN U DAN Mo

Dwi Biyantoro, MV Purwani, Paul Pujiono, Tri Handini  
P3TM-Batan, Jl. Babarsari Kotak Pos 1008, Yogyakarta 55010

### ABSTRAK

*EFEKTIVITAS TBP, D<sub>2</sub>EHPA, DAN CAMPURAN TBP-D<sub>2</sub>EHPA TERHADAP PEMISAHAN U DAN Mo. Telah dilakukan proses ekstraksi untuk memisahkan uranium (U) dari Molibdenum (Mo) memakai metoda ekstraksi cair-cair. Pada penelitian ini dicoba berbagai ekstraktan seperti TBP, D<sub>2</sub>EHPA, dan campuran TBP-D<sub>2</sub>EHPA dengan pengencer kerosen. Umpan yang dipakai adalah larutan campuran U dan Mo dalam asam nitrat. Pada proses ekstraksi yang mengandung 20.000 ppm U dan 100 ppm Mo suasana 6 M HNO<sub>3</sub> dapat memberikan nilai faktor pisah antara U dan Mo dan recovery U relatif paling baik adalah menggunakan 30% TBP-70% kerosen. Pada kondisi ini diperoleh faktor pisah U/Mo = 1.280,89 dan recovery U = 99,14%.*

### ABSTRACT

*THE EFFECTIVITIES OF TBP, D<sub>2</sub>EHPA, AND TBP-D<sub>2</sub>EHPA MIXTURE ON THE SEPARATION OF U AND Mo. The extraction process to separate uranium (U) from molibdenum (Mo) by using liquid-liquid extraction method has been done. In this research several extractant such as TBP, D<sub>2</sub>EHPA, and the mixture of TBP-D<sub>2</sub>EHPA with a kerosene as diluent were used. The feed used was the mixture of uranium and molibdenum solution in nitric acid. At the extraction process which contained 20,000 ppm of U and 100 ppm of Mo in 6 M of HNO<sub>3</sub> resulted value of separation factor between U, Mo and recovery of U was relatively the best using 30% TBP - 70% kerosene. At this condition showed that the separation factor of U/Mo was 1,280.89 and recovery of U was 99.14%.*

## PENDAHULUAN

Dalam reaktor nuklir pembelahan inti uranium akan menghasilkan neutron dan nuklida hasil belah yang mempunyai nomor massa 72 sampai 161 dengan nomor atom 30 sampai 65, dan salah satu hasil belah adalah molibdenum (Mo). Pengolahan limbah uranium atau uranium hasil produksi radio isotop maupun dari bahan bakar bekas perlu dilakukan untuk memisahkan uranium dari pengotor-pengotornya yang salah satunya adalah molibdenum (Mo). Adanya pengotor ini tidak diinginkan dalam proses-proses selanjutnya karena unsur molibdenum yang dapat membentuk senyawa fluorida yang mudah menguap dan dalam instalasi pengkayaan secara difusi gas dapat menimbulkan kerusakan lapisan difusi, sehingga perlu dilakukan usaha untuk mendapatkan hasil uranium kadar nuklir<sup>(1,2)</sup>.

Menurut Zulfakhri, dkk., pada limbah proses penyediaan Mo, uranium berada dalam campuran asam nitrat dan sulfat. Limbah ini juga mempunyai radio nuklida aktif dari pengotor hasil belah (Cs, Zr, Nb, Ce, Pr, Ru, Rh)<sup>(3)</sup>.

Salah satu teknologi pemisahan uranium dan molibdenum yang biasa dilakukan adalah teknologi teknik ekstraksi cair-cair. Teknik pemisahan ini sangat terkenal dan sering dikerjakan karena sederhana, cepat, mempunyai ruang lingkup yang luas (dapat dipakai untuk memisahkan berbagai logam), dapat memberikan faktor pemisahan yang tinggi serta dapat dipakai untuk memisahkan ion-ion logam dari kadar rendah sampai kadar tinggi<sup>(4)</sup>.

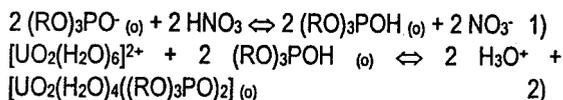
D1- (2-ethylhexyl)-phosphoric acid (D<sub>2</sub>EHPA), tributyl fosfat (TBP), dan tri octyl amine (TOA) adalah ekstraktan yang dapat dipakai untuk ekstraksi logam uranium dan logam-logam yang lain. Sebagai pengencer dapat dipakai pelarut organik dodekan, kerosen atau toluen. Untuk memisahkan uranium dari ion-ion logam hasil belah dapat dilakukan di dalam larutan asam nitrat, asam klorida, asam sulfat, dan asam asetat<sup>(5)</sup>.

Pemisahan uranium dari pengotornya telah banyak dilakukan diantaranya dengan proses pengendapan, proses ekstraksi baik ekstraksi cair-cair maupun dengan memakai teknik membran emulsi.

Pada penelitian proses ekstraksi cair-cair ini dipelajari pengaruh berbagai ekstraktan yang dicoba memakai TBP, D<sub>2</sub>EHPA, dan campuran TBP-D<sub>2</sub>EHPA, dilakukan dengan tujuan berapa jumlah uranium (U) dan pengotor molibdenum (Mo) yang dapat terpisahkan agar memperkecil jumlah uranium sebelum dilimbankan.

Pada proses ekstraksi akan terbentuk kompleks yang dapat berupa kation atau anion yang akan berasosiasi dengan kation atau anion lain sehingga dihasilkan kompleks yang tidak bermuatan. Komplek ini akan terekstrak ke dalam fasa organik sehingga akan terdistribusi ke dalam fasa organik dan fasa air. Kelarutannya ditentukan oleh sifat kompleks logamnya. Apabila kompleks mengandung gugus organik yang berukuran besar maka kelarutannya akan lebih besar dalam fasa organik.

Reaksi uranium dengan tributil fosfat melalui mekanisme solvasi dapat :



Reaksi antara uranium dan D<sub>2</sub>EHPA pada keasaman rendah mengikuti reaksi pertukaran kation dapat ditulis sebagai berikut :



Dalam fasa organik kemungkinan akan terjadi interaksi antara zat terlarut dengan ekstraktan yang akan berpengaruh pada konsentrasi kompleks dalam fasa organik yang kemudian akan mempengaruhi efisiensi zat terlarut. Apabila konsentrasi ekstraktan diperbesar, maka dapat terjadi polimerisasi secara cepat sehingga menurunkan efisiensi zat terlarut.

Pada penelitian ini dilakukan variasi ekstraktan, molaritas asam nitrat, prosen ekstraktan, dan konsentrasi umpan pada proses ekstraksi. Dari parameter yang dipelajari dapat dicari nilai koefisien distribusi (Kd) yaitu rasio konsentrasi logam dalam fasa organik dengan konsentrasi logam dalam fasa air setelah mencapai keseimbangan. Untuk melihat keberhasilan dari proses pemisahan antara U dan Mo dapat dilihat nilai hasil faktor pisah yaitu perbandingan antara Kd<sub>U</sub> terhadap Kd<sub>Mo</sub> dan juga recovery U yaitu perbandingan U yang terambil dalam fasa organik dibandingkan dengan U mula-mula dalam umpan.

## TATA KERJA

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah UO<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, larutan Mo dalam air, TBP, D<sub>2</sub>EHPA, kerosin, HNO<sub>3</sub>, dan aquades.

Peralatan yang digunakan adalah magnetic stirrer, pengaduk, neraca analitik, peralatan gelas, dan AAS.

### Metoda

- Larutan umpan yang mengandung campuran uranium 20.000 ppm dan Mo 100 ppm diekstraksi masing-masing memakai ekstraktan 30% TBP-kerosin perbandingan volum = 1 : 1, dengan variasi keasaman umpan dari 0,5, 1, 2, 3 sampai 9 M HNO<sub>3</sub>. Campuran diaduk pada kecepatan dan waktu tertentu sampai terjadi keseimbangan, kemudian didiamkan sampai terpisah antara fasa air dan fasa organik. Selanjutnya kedua fasa dipisahkan. Rafinat yang berupa fasa air dari hasil ekstraksi dianalisis secara kuantitatif kadar logam U dan Mo nya dengan memakai AAS.
- Pekerjaan a. diulangi dengan memakai ekstraktan D<sub>2</sub>EHPA-kerosin dengan kondisi seperti di atas pada berbagai keasaman asam nitrat.
- Seperti pekerjaan a. dicoba memakai ekstraktan campuran TBP- D<sub>2</sub>EHPA-kerosin.
- Dari percobaan yang dilakukan a. sampai c. akan diperoleh molaritas asam nitrat yang optimum yang memberikan faktor pisah (FP) dan recovery untuk U yang terbesar. Selanjutnya kondisi ini dipakai pada ekstraksi dengan variasi konsentrasi ekstraktan dan ekstraksi dengan variasi umpan U dan Mo.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Variasi Molaritas HNO<sub>3</sub>

Tabel 1. Pengaruh molaritas asam nitrat terhadap Kd<sub>U</sub>, Kd<sub>Mo</sub>, Faktor pisah U/Mo, dan Recovery U. Ekstraksi campuran uranium = 20.000 ppm dan Mo = 100 ppm menggunakan ekstraktan 30% TBP - 70% kerosin.

HNO <sub>3</sub> (M)	Kadar FA, (ppm)		Koefisien Distribusi		Faktor Pisah	Recovery U, (%)
	U	Mo	Kd U	Kd Mo	FP U/Mo	
0,5	275	92	71,73	0,09	797,00	98,62
1,0	217	89	91,16	0,12	759,67	98,91
2,0	219	90	90,33	0,11	821,18	98,90
3,0	185	92	107,11	0,09	1.190,11	99,07
4,0	180	92	110,11	0,09	1.223,44	99,10
5,0	175	92	113,28	0,09	1.258,67	99,12
6,0	172	92	115,28	0,09	1.280,89	99,14
7,0	186	91	106,53	0,10	1.065,30	99,07
8,0	776	90	24,77	0,10	225,20	96,12
9,0	958	90	19,88	0,11	180,70	95,21

Dari tabel 1 di atas tampak bahwa pada ekstraksi menggunakan TBP 30% pengaruh molaritas asam nitrat besar pengaruhnya terhadap hasil ekstraksi yang diperoleh. Semakin tinggi konsentrasi asam nitrat sampai konsentrasi 6 M, koefisien distribusi uranium makin tinggi. Di atas konsentrasi ini sudah tampak menurun. Hal ini dimungkinkan disebabkan pembentukan kompleks pada konsentrasi di atas 6 M HNO<sub>3</sub> sudah agak kurang. Untuk ekstraksi Mo pada kondisi berapapun yang dicoba tidak menunjukkan perubahan yang berarti. Pada kondisi ini diperoleh FP U/Mo = 1.280,89 dan recovery U = 99,14 %.

**Tabel 2.** Pengaruh molaritas asam nitrat terhadap Kd<sub>U</sub>, Kd<sub>Mo</sub>, Faktor pisah U/Mo, dan Recovery U. Kadar campuran U = 20.000 ppm dan Mo = 100 ppm menggunakan ekstrak 5% D<sub>2</sub>EHPA - 95% kerosen.

HNO <sub>3</sub> (M)	Kadar F <sub>A</sub> , (ppm)		Koefisien Distribusi		Faktor Pisah	Recovery U, (%)
	U	Mo	Kd U	Kd Mo	FP U/Mo	
0,5	3.274	85	5,11	0,18	28,39	83,63
1,0	3.038	69	5,58	0,45	12,40	84,81
2,0	5.529	68	2,62	0,47	5,57	72,35
3,0	5.568	56	2,59	0,78	3,32	72,16
4,0	12.747	76	0,57	0,31	1,84	36,26
5,0	12.942	67	0,54	0,49	1,10	35,29
6,0	16.451	35	0,21	1,86	0,11	17,74

Dari tabel 3 di atas tampak bahwa pada ekstraksi menggunakan campuran ekstrak TBP 30% dan D<sub>2</sub>EHPA 5%, molaritas asam nitrat berpengaruh terhadap hasil ekstraksi yang diperoleh. Semakin tinggi konsentrasi asam nitrat, maka semakin sedikit uranium yang tertarik ke dalam fasa organik. Pemakaian campuran ekstrak ini memberikan pengaruh gabungan terhadap kemampuan menarik uranium ke dalam fasa organik. Hasil relatif baik pada konsentrasi asam nitrat 4 M, karena dapat memberikan faktor pisah U/Mo tertinggi yaitu 130,04. Di atas konsentrasi ini sudah tampak menurun. Pada kondisi ini diperoleh recovery U = 96,76 %.

Dari data tabel 1, 2, dan 3 ditunjukkan bahwa pada ekstraksi menggunakan ekstrak 30% TBP - 70% kerosen (tabel 1) tampak bahwa molaritas asam nitrat yang optimum yaitu pada 6 M. Pada kondisi ini diperoleh faktor pisah U/Mo tertinggi yaitu 1.280,89.

#### Variasi Prosen Ekstraktan

**Tabel 4.** Pengaruh konsentrasi TBP-kerosen terhadap Kd<sub>U</sub>, Kd<sub>Mo</sub>, Faktor pisah U/Mo, dan Recovery U. Ekstraksi campuran uranium = 20.000 ppm dan Mo = 100 ppm dalam suasana molaritas HNO<sub>3</sub> = 6 M.

TBP-Kerosen (%)	Kadar F <sub>A</sub> , (ppm)		Koef. Distribusi		Faktor Pisah	Recovery U, (%)
	U	Mo	U	Mo	FP U/Mo	
10 - 90	3.368	87	4,94	0,15	32,93	83,16
20 - 80	704	94	27,41	0,06	456,83	96,48
30 - 70	172	92	115,28	0,09	1.280,89	99,14
40 - 60	306	83	64,36	0,20	321,80	98,47
50 - 50	291	85	67,73	0,18	376,28	98,54

Dari tabel 4 di atas tampak bahwa konsentrasi ekstrak TBP sangat berpengaruh terhadap koefisien distribusi, faktor pisah, maupun recovery uranium. Pada konsentrasi ekstrak yang rendah sampai 20% TBP uranium yang berada dalam fasa rafinat masih cukup tinggi. Demikian pula di atas 40% TBP, uranium yang berada dalam fasa rafinat sedikit terjadi peningkatan. Kondisi optimum yang baik diperoleh pada TBP = 30%, karena dapat memberikan nilai faktor pisah U/Mo dan recovery U relatif paling baik.

Dari data tabel 2 ditunjukkan bahwa pada ekstraksi menggunakan campuran ekstrak D<sub>2</sub>EHPA - kerosen, tampak bahwa pada berbagai molaritas yang dicoba faktor pisah yang diperoleh rendah sekali, sehingga tidak dilanjutkan dengan parameter yang lain. Sedangkan pada penyajian tabel 3 tampak bahwa ekstraksi menggunakan campuran ekstrak D<sub>2</sub>EHPA-TBP-kerosen tampak bahwa molaritas asam nitrat yang optimum yaitu pada 4 M. Pada kondisi ini diperoleh faktor pisah U/Mo tertinggi yaitu 130,04.

HNO <sub>3</sub> (M)	Kadar F <sub>A</sub> , (ppm)		Koefisien Distribusi		Faktor Pisah	Recovery U, (%)
	U	Mo	Kd U	Kd Mo	FP U/Mo	
0,5	5.021	61	2,98	0,64	4,65	74,89
1,0	2.567	71	6,79	0,41	16,56	87,16
2,0	1.436	75	12,93	0,33	39,18	92,82
3,0	949	76	20,07	0,31	64,74	95,25
4,0	647	81	29,91	0,23	130,04	96,76
5,0	541	77	35,97	0,30	119,90	97,29
6,0	459	73	42,57	0,37	115,05	97,70
7,0	479	62	40,75	0,61	66,80	97,60

**Tabel 5.** Pengaruh konsentrasi ekstraktan D<sub>2</sub>EHPA-TBP-kerosen terhadap K<sub>dU</sub>, K<sub>dMo</sub>, Faktor pisah U/Mo, dan Recovery U. Ekstraksi campuran uranium = 20.000 ppm dan Mo = 100 ppm dalam suasana molaritas HNO<sub>3</sub> = 4 M.

Ekstraktan (%)	Kadar F <sub>A</sub> (ppm)		Koefisien Distribusi		Faktor Pisah	Recovery U, (%)
	U	Mo	U	Mo	FP U/Mo	
5-30-65	280	74	70,43	0,35	201,22	98,60
10-30-60	175	41	113,28	1,44	78,67	99,12
15-30-55	53	16	376,36	5,25	71,69	99,73
20-30-50	67	14	297,51	6,14	48,45	99,81
25-30-45	65	13	306,69	6,69	45,84	99,67
30-30-40	60	11	332,33	8,09	41,08	99,70

Dari tabel 5 di atas tampak bahwa campuran ekstraktan D<sub>2</sub>EHPA dan TBP berpengaruh terhadap koefisien distribusi, faktor pisah, maupun recovery uranium. Pada konsentrasi D<sub>2</sub>EHPA semakin besar maka semakin kecil uranium yang berada dalam fasa rafinat. Demikian pula terlihat bahwa pengaruh D<sub>2</sub>EHPA terhadap Mo, semakin tinggi konsentrasi D<sub>2</sub>EHPA semakin kecil Mo yang berada dalam fasa rafinat, karena semakin kuat menarik Mo kedalam fasa organik. Kondisi optimum diperoleh pada pemakaian campuran ekstraktan D<sub>2</sub>EHPA = 5% dan TBP = 30% karena dapat memberikan nilai hasil faktor pisah yang optimum.

### Variasi Umpan U

**Tabel 6.** Pengaruh konsentrasi umpan terhadap K<sub>dU</sub>, K<sub>dMo</sub>, Faktor pisah U/Mo, dan Recovery U. Umpan campuran U-Mo dengan kons. Mo = 100 ppm dalam kondisi HNO<sub>3</sub> = 6 M menggunakan 30% TBP-70% kerosen.

Umpan, U ppm	Kadar F <sub>A</sub> (ppm)		Koefisien Distribusi		Faktor Pisah	Recovery U, (%)
	U	Mo	U	Mo	FP U/Mo	
10.000	82	89	120,95	0,12	1.007,92	99,18
20.000	172	92	115,28	0,09	1.280,89	99,14
30.000	315	85	94,24	0,18	523,54	98,95
40.000	503	82	78,52	0,22	359,91	97,48
50.000	816	82	60,27	0,22	273,95	95,92
60.000	1.320	85	44,45	0,18	246,94	93,40
70.000	2.028	82	33,52	0,22	152,36	89,86

Dari tabel 6 dapat dilihat bahwa pada umpan 10.000 ppm U sampai 20.000 ppm U dan 100 ppm Mo memberikan hasil pemisahan antara U terhadap Mo relatif paling besar dan dapat memberikan nilai recovery uranium relatif paling tinggi. Pada konsentrasi U 10.000 ppm ekstraktan TBP relatif paling besar dapat mengikat U, seperti ditunjukkan pada tabel di atas yaitu dapat

memberikan nilai koefisien distribusi uranium paling besar. Dengan meningkatnya konsentrasi uranium di atas 20.000 ppm menunjukkan hasil koefisien distribusi uranium yang menurun dan berakibat pula menurunkan faktor pisah antara U dan Mo. Hal ini dimungkinkan disebabkan karena kemampuan tributil fosfat mengikat U sudah optimal. Di atas konsentrasi ini sudah tidak menguntungkan lagi, karena recovery U semakin menurun.

**Tabel 7.** Pengaruh konsentrasi umpan terhadap K<sub>dU</sub>, K<sub>dMo</sub>, Faktor pisah U/Mo, dan Recovery U. Ekstraksi campuran U = 20.000 ppm sampai 70.000 ppm dan Mo = 100 ppm dalam suasana molaritas HNO<sub>3</sub> = 4 M menggunakan 5% D<sub>2</sub>EHPA-30% TBP-65% kerosen.

Umpan, U ppm	Kadar F <sub>A</sub> (ppm)		Koefisien Distribusi		Faktor Pisah	Recovery U, (%)
	U	Mo	U	Mo	FP U/Mo	
10.000	289	82	33,60	0,22	152,73	98,55
20.000	280	74	70,43	0,35	201,22	98,60
30.000	2.094	73	13,33	0,34	39,20	89,53
40.000	2.244	72	16,82	0,38	44,26	88,78
50.000	3.048	72	15,40	0,38	40,53	84,76
60.000	4.000	65	14,00	0,54	25,92	80,00
70.000	5.904	65	10,86	0,54	20,11	70,48

Dari tabel 7 dapat dilihat bahwa pada umpan 20.000 ppm U dan 100 ppm Mo memberikan hasil pemisahan antara U terhadap Mo paling besar dan dapat memberikan nilai recovery uranium relatif paling tinggi. Pada konsentrasi U 10.000 ppm sampai 20.000 ppm ekstraktan relatif baik untuk mengikat U, seperti ditunjukkan pada tabel di atas yaitu dapat memberikan nilai recovery U yang besar. Akan tetapi pada kondisi ini tidak memberikan nilai faktor pisah yang optimal. Konsentrasi uranium di atas 20.000 ppm memberikan hasil koefisien distribusi yang menurun dan berakibat pula menurunkan faktor pisah antara U dan Mo. Hal ini dimungkinkan disebabkan karena kemampuan campuran ekstraktan D<sub>2</sub>EHPA dan tributil fosfat mengikat U sudah optimal. Di atas konsentrasi ini sudah tidak menguntungkan lagi, karena faktor pisah U/Mo dan recovery U semakin menurun.

Dari hasil penelitian dengan berbagai ekstraktan yang dicoba dalam suasana umpan asam nitrat yang paling baik memberikan pemisahan antara uranium dan molybdenum menggunakan TBP-kerosen, kemudian campuran TBP-D<sub>2</sub>EHPA, dan yang terakhir adalah D<sub>2</sub>EHPA.

## KESIMPULAN

Dari hasil percobaan di atas dapat disimpulkan bahwa pemisahan uranium dari pengotor Mo dengan menggunakan teknik ekstraksi cair-cair dengan ekstraktan TBP, D<sub>2</sub>EHPA dan campuran TBP- D<sub>2</sub>EHPA relatif paling efektif adalah memakai TBP, karena dapat memberikan nilai faktor pisah U/Mo dan recovery relatif paling besar. Pada ekstraksi umpan U = 20.000 ppm dan Mo = 100 ppm memberikan hasil sebagai berikut, Nilai faktor pisah U/Mo = 1.280,89 ; Recovery U = 99,14% pada molaritas asam nitrat = 6 M.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Sdri. Suyanti, Suprihati, Sdr. Y. Wasito dan Tri Rusmanto yang telah membantu melakukan penelitian ini hingga selesai.

## DAFTAR PUSTAKA

1. RIDWAN M dkk., Pengantar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir, BATAN., Jakarta. (1978)
2. PURWANTO. A, ISWANI GS., "Penentuan Molibdenum Dalam Uranium Dengan Metoda Polarografi". Prosiding PPI PPNY-BATAN, Yogyakarta. (1995).
3. ZULFAKHRI, Dkk., "Pemisahan Uranium dari Limbah Proses Penyediaan <sup>99</sup>Mo Hasil Belah", Proceedings Seminar Sains dan Teknologi Nuklir, PPTN-BATAN, Bandung (1997).
4. LADDA, G. S. AND DEGALLESAN, T. E., "Transport Phenomena in Liquid Extraction", Tata McGraw-Hill Publishing, Co., Ltd., New Delhi (1976).
5. MOORE, F. L., "Liquid-Liquid Extraction with High-Molecular-Weight Amines", NAS-NS3101, US Atomic Energy Commission (1960).
6. BENEDICT, M., PIGFORD, T. H., AND LEVI, H. W., "Nuclear Chemical Engineering", 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill Book Company, New York (1981).

---

## TANYA JAWAB

### Endang Susiantini

- Bagaimana mekanisme reaksi U-Mo dengan TBP D<sub>2</sub> EHPA-Kerosin?

- Mengapa saudara mencampur TBP-D<sub>2</sub>EHPA, padahal kedua ekstraktan sifat donor elektronnya hampir sama.
- Untuk ekstraktan D<sub>2</sub> EHPA pada ekstraksi lebih baik tetapi stripping-nya lebih sulit, mengapa dicampur?
- Kenapa umpan orde ppm → akan mengacu ke mana (PPR)?

### Dwi Biyantoro

- ✧ Mekanisme reaksi uranium dengan TBP dan D<sub>2</sub> EHPA dapat dilihat pada pendahuluan. Mo relatif lebih banyak berada dalam fasa air, sehingga reaksi yang dominan dengan TBP dan D<sub>2</sub> EHPA adalah Uranium.
- ✧ Untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh pemisahan dan faktor pisah terhadap U/Mo.
- ✧ D<sub>2</sub> EHPA untuk ekstraksi baik pada keasaman yang relatif lebih tinggi. Dengan dicampur diharapkan memudahkan pada waktu stripping.
- ✧ Umpan U dan Mo bisa dilihat pada tabel 6 dan 7. Umpan U orde 10.000 ppm sampai dengan 70.000 ppm, sedangkan Mo di buat tetap 100 ppm. Dengan data yang diperoleh dapat diaplikasikan pada pengolahan limbah radioaktif.

### Dwiretnani

- Penelitian ini adalah penelitian simulasi, berapa perbandingan U dan Mo dalam larutan yang disimulasi, juga konsentrasinya berapa dan kondisi yang lain berapa?
- Secara teoritis apakah sudah ditinjau lebih dahulu segi keuntungan dan kerugian dari macam-macam ekstraktan yang digunakan.
- Mengapa tidak dilakukan analisis fase air dan fase organik sehingga bisa dihitung neraca massanya? Berapa volume umpan yang digunakan?

### Dwi Biyantoro

- ✧ Benar, bahwa penelitian ini adalah penelitian simulasi. Pada percobaan awal dicoba pada konsentrasi U = 20.000 ppm dan Mo = 100 ppm. Kemudian dicoba pada kondisi yang lain dengan memvariasi umpan U dari 10.000 ppm sampai dengan 70.000 ppm.
- ✧ Macam ekstraktan yang dipakai yaitu TBP dan D<sub>2</sub> EHPA. Harga D<sub>2</sub> EHPA lebih mahal daripada TBP, tetapi pemakaian D<sub>2</sub> EHPA lebih kecil (sedikit).
- ✧ Dengan diketahui hasil analisis U, Mo fasa air, maka kadar U dan Mo dalam fasa organik dapat dihitung. Neraca massa U, Mo dalam umpan (diketahui). U, Mo dalam fasa air (dari hasil analisis). U, Mo dalam umpan = U, Mo dalam fasa air + U, Mo dalam fasa

*organik. Maka U,Mo dalam fasa organik =  
U,Mo dalam umpan – U,Mo dalam Fase air.*

**Imam Dahroni**

- Apakah penelitian ini masih ada kelanjutannya sehingga bisa menghasilkan suatu produk (barang/jasa) yang dapat disumbangkan bagi kemajuan teknologi pemisahan U dan pembangunan IPTEK di Indonesia.

**Dwi Biantoro**

- ✧ *Masih ada. Dengan hasil penelitian ini bisa dimanfaatkan pada pengolahan limbah yang mengandung U dan Mo, sehingga dapat diketahui berapa jumlah uranium (U) dan molibdenum (Mo) yang dapat terpisahkan agar memperkecil jumlah uranium sebelum dilimbahkan.*