

## PENGARUH KUAT ARUS PADA ANALISIS LIMBAH CAIR URANIUM MENGGUNAKAN METODA ELEKTRODEPOSISI

Noviarty, Darma Adiantoro, Endang Sukesi, Sudaryati  
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir – BATAN

### ABSTRAK

**PENGARUH KUAT ARUS PADA ANALISIS LIMBAH CAIR URANIUM MENGGUNAKAN METODA ELEKTRODEPOSISI.** Telah dilakukan analisis limbah cair Uranium menggunakan metoda elektrodeposisi. Tujuan analisis adalah untuk mengetahui kadar Uranium dalam limbah agar dapat dikelola lebih lanjut. Proses analisis menggunakan metoda elektrodeposisi dilakukan dengan memvariasi kuat arus, dan juga dengan menggunakan proses pendinginan dan tanpa menggunakan proses pendinginan. Selanjutnya hasil pengambilan Uranium dianalisis dengan menggunakan alat cacah radiasi-alfa (*gross alpha PSR-8*). Hasil pengambilan Uranium dengan variasi kuat arus diperoleh bahwa pengambilan yang optimum terjadi pada kuat arus 1 A dengan berat endapan sebanyak 0.00161 g/g cuplikan atau cacahan sebesar 40.8000 cps/g cuplikan, pada kondisi proses tanpa pendinginan.

Kata kunci : Limbah Uranium, *Elektrodeposisi*, cacahan *gross alpha*.

### PENDAHULUAN

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBN) adalah salah satu pusat di lingkungan BATAN yang bertugas antara lain meneliti dan mengembangkan teknologi bahan bakar nuklir sehingga dalam kegiatannya berpotensi menimbulkan limbah radioaktif yang mengandung Uranium. Limbah radioaktif tersebut harus dikelola dengan sebaik-baiknya agar tidak menimbulkan bahaya radiasi dan kontaminasi. Salah satu tahapan pengelolaan limbah cair adalah analisis limbah sebelum dikirim ke Instalasi Pengolah Limbah Radioaktif Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR) atau untuk keperluan akuntansi bahan nuklir. Untuk analisis limbah cair yang mengandung Uranium dilakukan antara lain adalah analisis kandungan Uranium. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menganalisis Uranium dalam limbah cair tersebut adalah dengan menggunakan metoda elektrodeposisi.<sup>[1]</sup> Metoda ini digunakan untuk menarik logam Uranium dalam limbah yang kemudian dicacah dengan alat pencacah radiasi.

### TEORI

Analisis menggunakan metoda elektrodeposisi (ED) didasarkan pada proses penguraian suatu elektrolit yang dialirkan arus melalui dua buah elektrode yang terpolarisasi, sehingga terjadi proses pengendapan pelapisan logam secara elektrokimia. Cara pengendapan ini memerlukan arus listrik searah. Bila listrik mengalir antara dua

elektroda (anoda dan katoda) di dalam larutan konduktor/larutan elektrolit, maka akan terjadi reaksi kimia pada permukaan elektroda tersebut. Pada sistem demikian kation bergerak menuju katoda dan anion bergerak menuju anoda. Basis utama kinetika elektrodeposisi adalah hukum *Faraday*, yaitu jumlah total perubahan kimia (jumlah logam yang terdepositasi berupa endapan Uranium pada elektroda) sebanding dengan jumlah besar arus yang lewat.<sup>[2]</sup> Endapan Uranium yang terbentuk selanjutnya diukur dengan menggunakan alat pencacah radiasi alfa secara total (*gross*).

Alat pencacah radiasi *alpha* yang digunakan adalah PSR-8 yang dihubungkan dengan detektor sintilasi *Alpha Probe (AP2/4)*. Bila radiasi *alpha* mengenai jendela sintilasi maka terbentuk ion yang kemudian diperkuat oleh tabung *multiplier* pada detektor dan diproses menjadi sinyal-sinyal listrik yang sebanding dengan besarnya cacahan. Besar cacahan sebanding dengan aktifitas Uranium yang diperoleh dari hasil elektrodeposisi atau sebanding dengan jumlah Uranium.

Pencacahan Uranium pada proses ED dilakukan selama 10 menit. Sebelum melakukan pencacahan, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi alat dengan menggunakan standar Pu-239, dan selanjutnya digunakan untuk pencacahan sampel hasil ED. Dari hasil cacahan standar Pu-239 dibandingkan aktifitasnya secara perhitungan diperoleh efisiensi pencacahan yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Aktivitas (dps)} = \frac{\text{Laju Cacah Standar Pu - 239 (cps)}}{\epsilon_{\text{eff}}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dalam kegiatan ini efisiensi pencacahan adalah 24.22%



Gambar-1 : Alat Pencacah Radiasi alpha PSR-8

## METODOLOGI

### Peralatan :

Seperangkat alat elektrodeposisi (ED) yang digunakan untuk pengambilan Uranium dalam limbah cair Uranium yang terdiri dari :

- *Power supply.*



Gambar-2 : *Power Supply*

- *Cell (tembaga, planset, shield, badan cell dan tutup cell).*



Gambar-3 : Tembaga



Gambar-5 : Badan *Cell*



Gambar-6 : Tutup *Cell* (elektroda Pt)

Gambar-4 : *shield*

Untuk maksud preparasi sampel limbah cair Uranium digunakan gelas kimia, pipet, pemanas listrik, gelas ukur, timbangan analitik. Sedangkan untuk mengukur aktivitas Uranium dari hasil elektrodeposisi digunakan pencacah radiasi alpha PSR-8 dengan detektor AP2/4 (lihat Gambar-1).

#### **Bahan**

Pada proses elektrodeposisi (ED) sebagai sampel digunakan limbah cair Uranium. Larutan elektrolit yang digunakan adalah  $\text{NaHSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{COO}$ , dan sebagai penyempurna pembentukan endapan logam digunakan larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  pekat. Untuk mencuci endapan hasil elektrodeposisi digunakan larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  1,5 M, alkohol dan air bebas mineral.

Sumber Standar Pu-239 digunakan sebagai bahan untuk kalibrasi pada alat pencacah radiasi alpha PSR-8 dan detektor AP2/4.

#### **Cara Kerja**

Preparasi sampel dilakukan dengan cara penimbangan 1 ml limbah cair Uranium dalam gelas kimia. Kemudian dipanaskan hingga kihat, dan ditambahkan larutan elektrolit  $\text{NaHSO}_4$  sebanyak 10 ml. Larutan dimasukkan ke dalam *cell* ED elektrodeposisi dan siap untuk diproses lebih lanjut.

Proses elektrodeposisi dilakukan dengan mengalirkan arus searah / DC ke *cell* ED selama 1 jam dan divariasikan terhadap kuat arus dari 0,7 A; 0,8 A; 0,9 A; 1 A; 1,1 A; 1,2 A sampai 1,3 A; Dan dalam proses ED dilakukan proses pendinginan dengan mengalirkan pendingin dan tanpa mengalirkan pendingin.

Setelah 1 jam di berikan kedalam sampel tambahkan  $\text{NH}_4\text{OH}$  pekat 1 ml, dan biarkan selama 10 menit. Kemudian proses dihentikan dan larutan dibiarkan dingin. Setelah itu dilakukan pencucian endapan hasil ED dengan  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,5 M dan air bebas mineral. Kemudian planset yang telah berisi endapan hasil ED di bilas dengan aseton, agar

endapan terbebas dari air sisa pencucian. Endapan yang terbentuk kemudian ditimbang dan siap untuk dianalisis aktivitasnya dengan menggunakan alat pencacah radiasi alpha.

Pencacahan endapan uranium hasil ED dengan menggunakan pencacah radiasi alfa, dilakukan selama 10 menit. Sebelum melakukan pencacahan terlebih dahulu dilakukan kalibrasi alat dengan menggunakan standar Pu-239. Dari cacahan yang diperoleh dapat dihitung aktivitas *gross alpha* endapan ED.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Parameter Kuat Arus

Parameter kuat arus untuk pengambilan Uranium dalam limbah bahan bakar nuklir dengan metode elektrodeposisi dilakukan dengan memvariasikan kuat arus dari 0,7 A; 0,8 A; 0,9 A; 1 A; 1,1 A; 1,2 A sampai 1,3 A. Pada pengambilan Uranium dengan variasi kuat arus tersebut diperoleh pengambilan yang maksimal pada kuat arus 1,2 A dengan berat endapan hasil elektrolisis sebesar 0,00683 g/g sampel dan hasil cacahan menggunakan *gross alpha* sebesar 38.9212 cps/g sampel seperti yang ditunjukkan pada Tabel-1 dan Tabel-2.

Tabel-1 : Hasil Proses ED Tanpa Mengalirkan Pendingin dengan Menggunakan Elektrolit NaHSO<sub>4</sub>

No Planset	Ampere (A)	Berat Sampel	Cacah Rata-rata	Cacah (cps)/g sampel
17	0.7	1.1245	.17.5517	15.6084
15	0.8	1.1181	36.2433	32.4151
4	0.9	1.1166	42.1092	37.7120
7	1	1.1144	45.4675	40.8000
9	1.1	1.1218	42.9250	38.2644
12	1.2	1.3313	51.8158	38.9212
16	1.3	1.1988	46.8042	39.0425

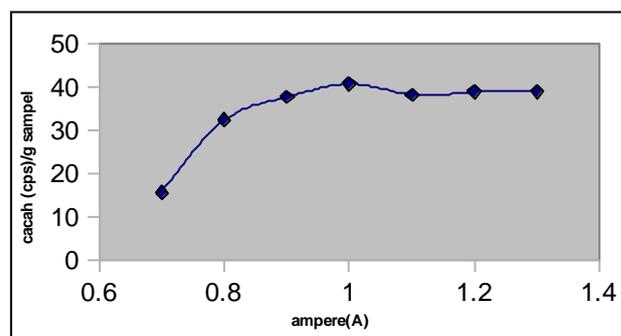
Pada Tabel-1 dan Tabel-2 tersebut, terlihat bahwa pada kuat arus 1 A diperoleh berat endapan hasil elektrolisis sebesar 0.00161 g/g sampel dengan cacahan sebesar 40.8000 cps/g sampel. Berat endapan hasil elektrolisis yang terambil pada kuat arus 1,2 A lebih besar dibandingkan dengan berat endapan yang terambil pada kuat arus 1 A, tetapi cacahan pada kuat arus 1 A lebih besar dibandingkan dengan kuat arus 1,2 A. Hal ini menunjukkan bahwa pada kuat arus 1 A diperoleh Uranium hasil ED yang paling

optimal. Sedangkan pada kuat arus besar dari 1 A penggunaan kuat arus sudah tidak efektif lagi, karena pada saat itu terjadi oksidasi Uranium pada endapan hasil elektrolisis yang ditandai dengan perubahan warna endapan Uranium menjadi gelap. Adapun pada kuat arus 0,8 A diperoleh berat endapan hasil elektrolisis sebesar 0,00179 g/g sampel dengan cacahan sebesar 32.4151 cps/g sampel. Walaupun berat endapan yang dihasilkan lebih besar dari kuat arus 1 A , tetapi cacahan Uranium hasil elektrolisis lebih kecil. Hal ini disebabkan belum sempurnanya proses elektrolisis Uranium pada kuat arus 0,8 A.

Tabel-2 : Hasil *Counting Alpha* Hasil Proses ED Tanpa Mengalirkan Pendingin Dengan Menggunakan Elektrolit  $\text{NaHSO}_4$

No Planset	Arus (A)	Berat Sampel (g)	Cacah rerata (cps)	Cacah (cps)/g sampel
17	0.7	1.1245	17.5517	15.6084
15	0.8	1.1181	36.2433	32.4151
4	0.9	1.1166	42.1092	37.7120
7	1	1.1144	45.4675	40.8000
9	1.1	1.1218	42.9250	38.2644
12	1.2	1.3313	51.8158	38.9212
16	1.3	1.1988	46.8042	39.0425

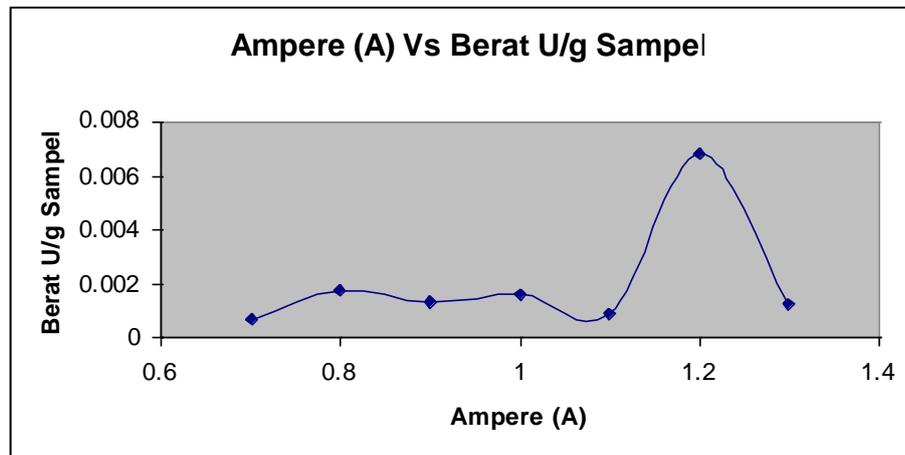
Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa kuat arus yang memberikan hasil optimal dalam percobaan ini adalah pada besaran kuat arus 1 A. Parameter ini digunakan untuk analisis selanjutnya. Tayangan secara grafik dapat dilihat pada Gambar-7.



Gambar-7: Pengaruh Kuat Arus terhadap Hasil Cacahan Uranium

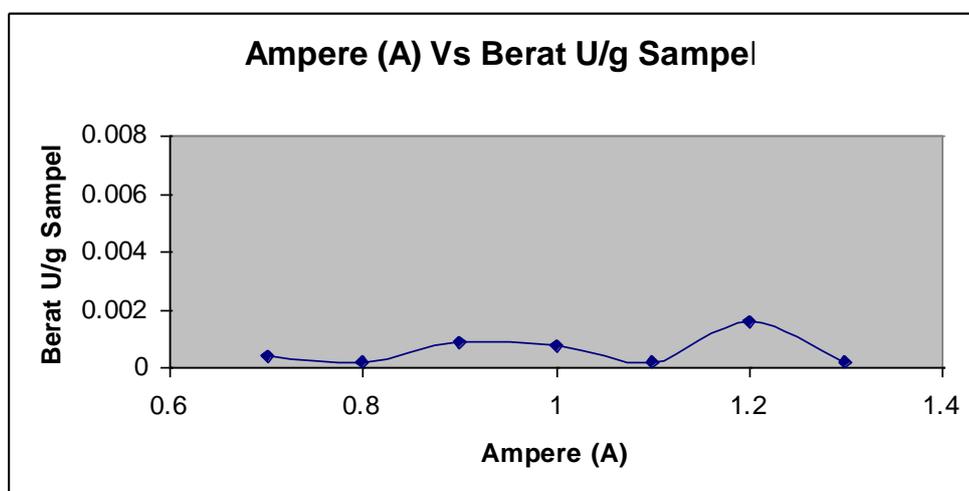
### Parameter Suhu

Parameter suhu untuk pengambilan Uranium dalam limbah bahan bakar nuklir dengan metode ED dilakukan dengan mengalirkan pendingin dan tanpa mengalirkan pendingin. Dari hasil percobaan dengan tidak mengalirkan pendingin berat endapan yang diperoleh jauh lebih baik dibandingkan dengan hasil bila mengalirkan pendingin., seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar-8 : Pengaruh Kuat Arus dengan Berat Uranium Terelektrolisis  
Tanpa Menggunakan proses Pendingin

Hal ini terjadi karena suhu merupakan salah satu faktor yang mempercepat terjadinya laju reaksi, sehingga mempermudah proses elektrolisis.



Gambar-9 : Pengaruh Kuat Arus dengan Berat Uranium Terelektrolisis  
Dengan Menggunakan Proses Pendingin

Analisa Limbah Uranium dari Proses ED Menggunakan Pencacah Radiasi Alpha PSR-8Aktivitas *gross alpha* dari endapan hasil ED dapat diperoleh dengan memasukan hasil pencacahannya ke dalam persamaan (1). Hasilnya ditunjukkan pada Tabel-3.

Tabel-3 : Nilai Aktivitas dari Proses Elektrodeposisi Tanpa menggunakan Pendingin dengan Eektrolit NaHSO<sub>4</sub>

No Planset	Arus (A)	Berat Sampel(g)	Cacah rerata (cps)	Cacah (cps/g sampel)	Berat endapan Hasil ED (g)	Aktivitas (Bq/g)
17	0.7	1.1245	17.5517	15.6084	0.0008	64.44426
15	0.8	1.1181	36.2433	32.4151	0.0020	133.8361
4	0.9	1.1166	42.1092	37.7120	0.0015	155.706
7	1	1.1144	45.4675	40.8000	0.0018	168.4558
9	1.1	1.1218	42.9250	38.2644	0.0010	157.9868
12	1.2	1.3313	51.8158	38.9212	0.0091	160.6986
16	1.3	1.1988	46.8042	39.0425	0.0015	161.1994

Pencacahan *gross alpha* (cps) yang dihasilkan menggambarkan Aktivitas Bq) dari endapan yang dihasilkan pada proses ED, dan untuk mengetahui jenis isotop kandungan Uranium yang ada pada endapan hasil proses ED perlu dilakukan analisis dengan menggunakan spektrometer alpha.

## KESIMPULAN

Pada penentuan pengaruh kuat arus dalam analisis Uranium dari limbah bahan bakar nuklir dengan menggunakan metode elektrodeposisi dengan proses tanpa pendinginan, dapat disimpulkan : Pengambilan Uranium yang optimal terjadi pada kuat arus 1 A dengan berat endapan hasil elektrodeposisi sebesar 0.00161 g/g sampel dan cacahan sebesar 40.8000 cps/g sampel.

## SARAN

Untuk mengetahui jenis isotop dan kandungan Uranium yang ada pada endapan hasil proses elektrodeposisi disarankan, perlu dilakukan analisa menggunakan spektrometer alpha.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. NOVIARTY, " Analisis Radioaktivitas Limbah Cair IRM Menggunakan Spektrometer Gamma " Prosiding Seminar Fungsional Non Peneliti PTBN Juli 2008, PTBN-Batan, 2008 ISSN:1978-9858
2. A.L VOGEL, " *Quantitative in Organic Analysis including Elementary Instrumental Analysis* " *Third Edition 1978*. London.
3. ANONIM" *Operator's Manual Spectrometer gross alpha PSR-8*", Nuclear interprice Benham, England.