



ANALISIS RADIONUKLIDA Ra-226 DAN GAMMA TOTAL DALAM PASIR ZIRKON DENGAN METODA SPEKTROMETRI GAMMA

Suhardi, Mulyono, Rosidi, Sukadi, Bambang Irianto
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN Yogyakarta
Jl Babarsari Nomor 21, Kotak pos 6101 Ykbb 55281
e-mail : ptapb@batan.go.id

ABSTRAK

ANALISIS RADIONUKLIDA Ra-226 DALAM SAND ZIRKON DENGAN METODA SPEKTROMETRI GAMMA. Telah dilakukan pengukuran aktivitas Ra-226 dan gamma total yang terkandung dalam pasir zirkon Kalimantan, dengan metoda teknik spektrometri gamma. Radium-226 adalah produk peluruhan radioaktif dalam deret uranium-238 dan mempunyai umur paro yang sangat panjang yaitu 1600 tahun. Teknik untuk menentukan radionuklida Ra-226 ditentukan langsung melalui dari tenaga 186,2 keV. Konsentrasi aktivitas radionuklida Ra-226 yang terdapat dalam pasir zirkon adalah $2352,20 \pm 304,28$ Bq/kg, sedangkan gamma totalnya adalah $15133,62 \pm 103$ Bq/kg

Kata Kunci : Radioanuklida Ra-226, pasir zirkon, spektrometri gamma

ABSTRACT

THE ANALYSIS OF RADIONUCLIDE OF Ra-226 AND GROSS GAMMA IN SAND ZIRKON USING GAMMA SPECTROMETRY METHODE. Radioactivity of Ra-226 and gross gamma in sand zircon using gamma spectrometry methode have been studied. Radium-226 in radioactive decay product in the uranium-238 series and have half life of 1,600 years. In this technique, Ra-226 concentration through is directly determined from its energy of 186.2 keV. Ra-226 concentration of activity in sand zircon was counting 2352.20 ± 304.28 Bq/kg and gross gamma was. 15133.62 ± 103 Bq/kg

Keyword : Radioanuclide of Ra-226, sand zircon, spectrometry of gamma

PENDAHULUAN

Secara alami pasir zirkon ($Zr.SiO_4$) mengandung Uranium dan torium, sehingga potensi kontaminasi dan menaikkan paparan radiasinya cukup besar. Laju paparan radioaktivitas yang dihasilkan tergantung dari geografisnya. Tiap tahapan proses pemurnian akan menghasilkan produk yang di dalamnya kemungkinan terdapat *TENORM (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material)* ^[1]. Keberadaan *TENORM* dapat diketahui dengan cara mendeteksi kandungan anak luruh uranium (Pb-210, Th-230, Ra-226, Pb-214, Bi-214), torium (Th-228, Ac-228, Pb-212, Bi-212, Tl-208) dan K-40. Radionuklida yang terpenting dalam pasir zirkon adalah U-238, Th-238 dan Ra-226, maka pada penelitian ini dilakukan penentuan salah satu anak luruh U-238

yaitu radium-226 (Ra-226). Pasir zirkon ini mengandung unsur radioaktif cukup tinggi yang sudah ada di alam. Mekanisme pembentukan unsur radioaktif pada setiap industri atau pertambangan berbeda-beda tergantung pada jenis kegiatan industri atau pertambangan tersebut ^[2].

Radium merupakan unsur radioaktif yang terjadi secara alami dalam konsentrasi yang sangat rendah (sekitar satu bagian per triliun) dalam kerak bumi. Radium dalam bentuknya yang murni adalah logam berwarna putih keperakan berat yang mengoksidasi segera setelah terpapar udara. Dari 25 isotop radium yang dikenal, hanya dua radium-226 dan radium-228 memiliki paruh yang lebih besar dari satu tahun dan menjadi perhatian IAEA ^[2]. Radium-226 adalah produk peluruhan radioaktif dalam seri uranium-238 (U-238). dan radium-228 adalah produk peluruhan radioaktif dalam seri



torium-232. Ra-226 meluruh perlahan dan mempunyai umur paruh 1.600 tahun merupakan radiasi alam memancarkan partikel alpha dan gamma dan mempunyai probabilitas isotopik 3,6 %^[2,3,4], sedangkan Ra-228 memiliki umur paruh lebih pendek (5,8 tahun). Sementara Ra-226 menimbulkan bahaya akibat umur paruh panjang paruh radionuklida Ra-266 bersifat toksik, Ra-228 menimbulkan bahaya jangka panjang hanya jika induknya (thorium-232) hadir.

Untuk mengetahui bahwa pasir zirkon mengandung radioaktivitas terutama radionuklida pemancar gamma khususnya radionuklida Ra-226 dilakukan analisis dengan menggunakan teknik spektrometri gamma. Dengan demikian maka tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menentukan secara kuantitatif radionuklida Ra-226 yang terdapat dalam pasir zirkon yang berasal dari Kalimantan.

TATA KERJA

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan adalah pasir zirkon dari Kalimantan, Standar multigamma Eu-152.

Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat spektrometer gamma dengan detektor Ge(Li) dan maestro ortec 7010. Timbangan digital ohaus BT-410, ayakan Karl Colb 100 mesh, penumbuk dan lumpang penumbuk yang terbuat dari bahan *stainless steel*, tempat sampel plastik/*poly ethylene* dan tempat pasir zirkon halus dan sendok.

Cara Kerja

Preparasi

1. Pasir zirkon dijemur dan dihilangkan kotoran yang ada.
2. Pasir zirkon ditumbuk dan halus dan disaring semua ukuran butir sampai lolos 100 mesh.
3. Dilakukan homogenisasi, sampai benar campuran merata.
4. Pasir zirkon halus ditimbang dalam wadah pencacahan seberat 100 gram ditutup rapat dan didiamkan selama 1 bulan.
5. Sampel tersebut siap diidentifikasi untuk radionuklida Ra-226.

Pencacahan sampel

1. Sebelum dilakukan pencacahan sampel dilakukan pencacahan sumber multitenaga gamma Eu-152, untuk penentuan kalibrasi tenaga dan kalibrasi efisiensi.
2. Pencacahan dilakukan dengan spektrometer gamma dengan detektor Ge(Li), yang mana cuplikan berhimpit dengan detektor dengan

efisiensi detektor yang telah diketahui dengan cara perhitungan.

3. Waktu cacah adalah 14400, 21600 dan 28.800 detik, dan setelah selesai pencacahan maka dilakukan pencatatan hasil penacacahan sesuai tenaga yang dipunyai Ra-266 yaitu 186,0 keV. Pencacahan dilakukan 3 kali pengulangan.
4. Dilakukan perhitungan aktivitas dengan bantuan komputer (program Excel).
5. Perhitungan dan penyusunan data seperti yang telah dilakukan SUKIRNO dkk^[1].
6. Persamaan yang digunakan untuk menentukan radionuklida dan gamma total (Gt) dalam cuplikan adalah menggunakan persamaan (1 dan 2).

$$A = \frac{N}{E \cdot P_Y \cdot L} \quad (1)$$

$$Gt = \frac{cps}{E \cdot L} \quad (2)$$

A = Aktivitas radionuklida Bq/kg atau Bq/l
N = hasil cacah/waktu = cps
E = efisiensi detektor (%)
P_Y = Probabilitas radionuklida (%)
L = Volume (l) atau berat (kg) cuplikan
cps = cacah per sekon

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan efisiensi radionuklida Ra-226

Sumber multitenaga Eu-152 dicacah dengan waktu 300 detik, kemudian dicatat hasil cacah pada tenaga yang diinginkan, kemudian masukan data ke program Excel dapat diketahui efisiensi setiap tenaga yang dipergunakan. Setelah mengetahui efisiensi setiap multitenaga Eu-152, seperti Gambar 1 didapat persamaan:

$$Y = 21,192 \times 10^{-1,0766} \quad (3)$$

Tabel 1 selanjutnya ditentukan efisiensi radionuklida dalam pasir zirkon dimana untuk Ra-226 yang mempunyai tenaga 186,0 keV, y merupakan efisiensi radionuklida dan x adalah tenaga, dengan menggunakan persamaan (3) maka efisiensi Ra-266 dapat ditentukan. Masukkan nilai tenaga radionuklida Ra-226 (186,0 keV), y = 21,192 * 186,2^{-1,0766} = 0,07626.

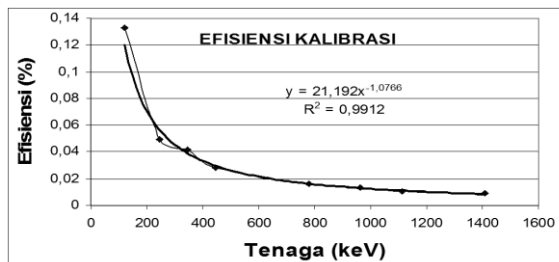
Maka nilai efisiensi radionuklida Ra-226 pada tenaga 186,0 keV dalam efisiensi kalibrasi adalah : 0,07626 atau 7,626 %. Efisiensi sangat diperlukan untuk perhitungan konsentrasi aktivitas radionuklida tersebut dengan metoda absolut, seperti yang telah tertulis pada persamaan (1).



**PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012**

Tabel 1. Data pencacahan.

No	Hasil Cacah			t.cacah (detik)	Berat (kg)	cps
	Sampel	Latar	Bersih			
01	17022	66	16956	14400	0,1	1,1775
02	26291	68	26203	21600	0,1	1,2131
03	33860	103	33757	28800	0,1	1,1721
Cb = cacah sampel – cacah latar				Cps = cacah bersih/t-cacah		
Cb (cacah bersih) = 33860–103 = 33757				Cps = 33757/28800 = 1,1721		



Gambar 1. Efisiensi detektor berbagai tenaga, dengan menggunakan Eu-152

Penentuan kuantitatif radionuklida Ra-226.

Tabel 1 dan 2, merupakan contoh perhitungan cuplikan pasir zirkon dengan hasil pencacahan selama 14400, 21600 dan 28.800 detik, hasil cacah bersih (cacah sampel dikurangi cacah latar belakang) setelah dibagi dengan waktu maka hasilnya adalah cacah per detik (cps), pengulangan pengukuran dilakukan 3 kali pengulangan cacah. Berat pasir zirkon 100 gram, efisiensi dicari seperti diatas dengan perhitungan bantuan komputer program Excel, probabilitas dengan melihat tabel radionuklida disusun oleh ERDTMANN, G. dan SOYKA [6]. Dengan mengetahui besaran-besaran yang ada dimasukkan ke dalam persamaan (1) maka dapat diketahui aktivitas radionuklida dalam hal ini adalah radionuklida Ra-226.

Tabel 1 merupakan hasil pencacahan (cacah per sekan) dan perhitungan Ra-226 dalam pasir zirkon dengan tiga kali pengulangan. Dari hasil cacah dapat diketahui cps setiap waktu (t) cacah, yang terlebih dahulu dikurangi dengan waktu cacah latar belakang atau blanko. Hasil cacah pada 14400 detik menhasilkan hasil cacah dengan nilai 17022 dan begitu juga hasil cacah blanko dengan nilai 66 maka bersih hasil cacah adalah 17022–66 = 17022. Hasil tersebut dibagi dengan waktu cacah 14400 detik maka akan didapat nilai cps sebesar 1,1775, hasil hitung ini dapat dilihat pada Tabel 1 untuk waktu cacah 21600 dan 28000 detik.

Selanjutnya dari cps, dengan menggunakan persamaan (1) seperti perhitungan disajikan pada Tabel 2, dapat ditentukan konsentrasi aktivitas radionuklida Ra-226. Dari hasil rata-rata dapat

ditentukan konsentrasi aktivitas Ra-226 adalah 2352,20±304,28 Bq/kg.

Tabel 2. Hasil perhitungan aktivitas Ra-226.

Efisiensi	Probabilitas	dps (Bq/kg)	Aktivitas (Bg/kg)
0,076263	0,036	2680,3	2352,20±3
0,076263	0,036	2297,01	04,28
0,076263	0,036	2079,29	
dps = cps/(efisiensi*berat*Probabilitas). Menggunakan persamaan (1)			
dps = 1,1721/(0,076263*0,1*0,036) = 2680,3 (untuk 28800 detik); dan untuk 21600 detik adalah 2297,01 dan yang 14400 detik adalah 2680,30.			
Rata-rata = 2352,20±304,28 Bg/kg			

Penentuan aktivitas gamma total

Sampel pasir zirkon halus dicacah dengan menggunakan alat spektrometer gamma ini ternyata memberikan hasil berupa kandungan radionuklida dan aktivitas gamma total. Hal ini dikarenakan di alam terdapat banyak sekali radionuklida yang terkandung pasir zirkon. Hasil pencacahan dan dan perhitungan aktivitas gamma total pada sampel pasir zirkon dengan menggunakan waktu yang berbeda yaitu 14400, 21600 dan 28800 detik. Hasil cacah per sekan (cps), dengan hasil cacah yang berbeda dan besar cacahan tergantung lama pencacahan. Hasil cacah yang berbeda karena waktu (t) cacah yang berbeda setelah dibagi dengan waktu cacah menghasilkan cps yang hampir sama, dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 4 hasil hitung konsentrasi aktivitas gamma total dalam pasir zirkon dengan mengetahui efisiensi detektor Ge(Li) menggunakan persamaan 3 dapat ditentukan aktivitasnya. Dengan menggunakan persamaan (2) maka konsentrasi aktivitas terukur untuk gamma total untuk nomor 1 adalah 15177,12 dps (Bq/kg) maka setelah dirata-rata dapat konsentrasi gamma total adalah 15133,62±103 Bq/kg.



Tabel 3: Cacah pasir zirkon untuk gamma total dan latar latar dan cps rerata

No	Cacah	Blanko	bersih	T, cacah	cps	Cps rerata
1	1607744	14888	1592856	14400	110,615	110;497
2	1612940	14888	1590508	14400	110,452	
3	1619552	14888	1590128	14400	110,426	
1	2415237	22432	2392805	21600	110,778	109;317
2	2421604	22432	2399172	21600	111,073	
3	2314230	22432	3191798	21600	106,102	
1	3221607	29424	3192183	28800	110,839	110;727
2	3224484	29424	3195060	28800	110,939	
3	3209046	29424	3179622	28800	110,403	

Tabel 4. Hasil hitung konsentrasi aktivitas gamma total dalam pasir zirkon.

No	t, cacah	cps	Efisiensi	berat	dps bersih	rerata dps
1	14400	110,497	0,072805	0,1	15177,12	
2	21600	109,317	0,072805	0,1	15015,04	15133,62±103
3	28800	110,727	0,072805	0,1	15208,71	
4	Gt = $\frac{\text{cps}}{\text{E.L}}$		$\frac{110,497}{0,0728 * 0,1} = 15177,12$			

KESIMPULAN

Hasil pengukuran radionuklida pada tenaga karakteristik 186,0 keV untuk radionuklida Ra-226 dalam pasir zirkon mempunyai konsentrasi aktivitas rata-rata sebesar 2352,20±304,28 Bq/kg dan mempunyai efisiensi detektor :7,208 %. Pengukuran gamma total dengan waktu pencacahan yang berbeda menghasilkan konsentrasi aktivitas yang sama yaitu rata-rata sebesar :15133,62±103 Bq/kg

DAFTAR PUSTAKA

1. SUKIRNO dan HARRY SUPRIADI., Identifikasi TENORM dalam Natrium Zirkonat (Na_2ZrO_3) Hasil Proses Pelindian Air. Jurnal Iptek Nuklir GANENDRA. ptapb batan Yogyakarta (2012).
2. PERTERSON.J., MACDONELL.M., HAROUN.L., MONETTE.F., Radiological and Chemical Fact Sheets to Support Risk Analyses Contaminated Areas., Argonne National Laboratory Environmental Science Division. U.S.Department of Energy. (2007)
3. IAEA. Measurement of Radionuclides in Food and The Environment., A Guide Book., Tech Rep Ser No 295, IAEA, Vienna (1989)
4. HISWARA, E. Analysis Technique of Environment Radioactivity Samples. BATAN-JAERI Training course on Radiation Measurement and Nuclear Spectroscopy. Jakarta (1998)

5. ERDTMANN, G., AND SOYKA. E. The Gamma Rays of the Radionuclides., New York (1979).

TANYA JAWAB

Rochim (PTAPB)

- Kenapa yang diteliti hanya radionuklida Ra-226 saja, apa alasannya?
- Dari mana untuk mengetahui radionuklida Ra-226 yang anda lakukan?

Suhardi

- ✧ Karena Ra-226 berbahaya terhadap tubuh manusia dan mempunyai umur paro panjang yaitu 1600 tahun.
- ✧ Untuk penentuan Ra-226 dilihat pada tenaga karakteristik Ra-226, yaitu pada tenaga puncak 186,2 keV.

Wagirin (PTAPB)

- Untuk penentua radionuklida Ra-226, alat spektrometer gamma dioperasikan pada tegangan kerja (HV) CG, CF, dan shaping time berapa?)

Suhardi

- ✧ Alat spektrometer gamma dioperasikan pada HV : 2000 volt, CG : 100, CF : 0,370 dan shaping time 3 μ sekon.