

## PENGUKURAN AKTIVITAS ISOTOP $^{152}\text{Eu}$ DALAM SAMPEL UJI PROFISIENSI MENGGUNAKAN SPEKTROMETER GAMMA

Noviarty

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir - BATAN

### ABSTRAK

**PENGUKURAN AKTIVITAS ISOTOP  $^{152}\text{Eu}$  DALAM SAMPEL UJI PROFISIENSI MENGGUNAKAN SPEKTROMETER GAMMA.** Telah dilakukan pengukuran isotop  $^{152}\text{Eu}$  dalam sampel uji menggunakan spektrometer gamma dalam rangka mengikuti kegiatan uji profisiensi dilaboratorium IRM yang diadakan oleh Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR). Kegiatan Uji profisiensi ini diikuti dengan melakukan pengukuran isotop  $^{152}\text{Eu}$  terhadap 2 sampel uji yang dikirim oleh PTKMR. Dari pengukuran tersebut diperoleh besar aktivitas sampel uji 1 rerata sebesar  $2,59\text{E}+04$  Bq dengan standar deviasi  $2,78\text{E}+02$ , dan untuk sampel uji 2 diperoleh aktivitas rerata sebesar  $4,10\text{E}+04$  dengan standar deviasi  $6,12\text{E}+02$ . Hasil pengukuran dapat diterima karena penyimpangan hasil pengukuran yang digambarkan dengan nilai standar deviasi cukup kecil yaitu 1,07% untuk sampel uji 1 dan 1,49% untuk sampel uji 2, Penyimpangan yang diperoleh dibawah 5 %, sehingga pengukuran dapat diterima dengan tingkat kepercayaan 95%. Sesuai dengan laporan hasil uji profisiensi oleh PTKMR hasil perhitungan aktivitas sampel tersebut dinyatakan *inlier*.

Kata kunci :  $^{152}\text{Eu}$ , uji profisiensi, Spektrometer- $\gamma$

### PENDAHULUAN

Europium merupakan logam ulet dengan kekerasan mirip dengan timbal. Europium merupakan unsur tanah jarang yang paling reaktif, cepat mengoksidasi di udara, sehingga sebagian besar sampel teroksidasi hingga berukuran kecil yang terjadi dalam beberapa hari.<sup>[1]</sup> Dalam bentuk isotop europium ( $^{152}\text{Eu}$ ) merupakan sumber pemancar energi gamma yang energinya tersebar secara merata mulai dari energi rendah sampai ke energi tinggi (100 keV- 1500 keV), Isotop  $^{152}\text{Eu}$  telah dikembangkan sebagai sumber standar multigamma karena mempunyai lebih dari 9 titik puncak (spektrum-  $\gamma$ ) energi, seperti ditunjukkan dalam tabel 1<sup>[1]</sup>. Selain itu isotop  $^{152}\text{Eu}$  dikenal juga sebagai sumber standar campuran (*mixed radionuclide standard*) yang terdiri dari isotop  $^{125}\text{Sb}$ ,  $^{155}\text{Eu}$ ,  $^{154}\text{Eu}$ . Dalam penggunaannya sumber multigamma sangat bermanfaat untuk kalibrasi efisiensi<sup>[1]</sup>.

Keakuratan dan ketelitian pada pengukuran aktivitas zat radioaktif secara relatif menggunakan sistem spektrometer gamma dengan detektor HPGe, sangat tergantung pada ketelitian dan keakuratan kalibrasi efisiensi dari sistem tersebut<sup>[1]</sup>. Pada laboratorium IRM Isotop  $^{152}\text{Eu}$  digunakan sebagai sumber standar untuk menentukan nilai efisiensi pengukuran menggunakan spektrometer gamma. Selanjutnya untuk

melihat unjuk kerja laboratorium dalam melakukan pengukuran radioaktivitas pemancar energi gamma yang terdapat dalam sampel pra dan pasca irradiasi, maka laboratorium radiometalurgi mengikuti kegiatan uji profisiensi yang di adakan oleh Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR)-Batan. Pada kegiatan uji profisiensi ini akan ditentukan besar aktivitas isotop  $^{152}\text{Eu}$  yang terdapat dalam sampel isotop yang diberikan oleh pusat pelaksana ujiprofisiensi (PTKMR).<sup>[2]</sup> Pengukuran isotop  $^{152}\text{Eu}$  dilakukan dengan menggunakan alat ukur energi gamma Spektrometer Gamma *EG&G ORTEC*.

Tabel 1 Sumber Energi Multigamma Isotop  $^{152}\text{Eu}$ <sup>[1]</sup>

Isotop	Energi (keV)	Yield
$^{152}\text{Eu}$	121.78	0.2820
	244.75	0.0738
	344.28	0.2640
	367.76	-
	411.35	0.0221
	444.05	0.0308
	778.90	0.1300
	867.38	-
	964.05	0.1448
	1086.45	0.1014
	1112.05	0.1355
	1212.95	-
	1298.75	-
	1408.03	0.2070

## TEORI

Spektrometer Gamma merupakan alat analisis yang digunakan untuk identifikasi radionuklida pemancar sinar gamma. Analisis dilakukan dengan cara mengamati spektrum karakteristik yang ditimbulkan oleh interaksi radiasi dengan materi detektor. Pada Spektrometer Gamma ini detektor yang digunakan adalah detektor HPGe<sup>[1]</sup>. Sebelum alat spektrometer gamma digunakan untuk pengukuran isotop  $^{152}\text{Eu}$ , terlebih dahulu dilakukan kalibrasi energi alat menggunakan sumber standar energi gamma Co-60, pada dua puncak energi yaitu; energi 1173.24 keV dan energi 1332.50 keV<sup>[1]</sup>. Kalibrasi energi perlu dilakukan untuk menentukan hubungan antara nomor salur (*channel*) dan energi gamma(keV), karena setiap isotop mempunyai energi yang berbeda dan merupakan karakteristik dari suatu isotop,

sehingga hal ini digunakan sebagai dasar dalam analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kuantitatif ditentukan dengan menggunakan persamaan<sup>[1]</sup>:

$$A_t(\text{dps}) = A_0 e^{-0,693t/t_{1/2}} \dots\dots\dots (1)$$

$$A_t (\text{dps}) = \frac{\text{Cps}}{Y(E) \cdot \varepsilon(E)} \dots\dots\dots (2)$$

$$\varepsilon (E) = \frac{\text{Cps}}{Y(E) \cdot A_t (\text{dps})} \dots\dots\dots (3)$$

dimana:

- $A_0$  = Aktivitas awal (sertifikat)
- $A_t$  = Aktivitas pada saat pengukuran (dps)
- $T$  = waktu  $A_0$  ke waktu  $A_t$
- $t_{1/2}$  = waktu paro
- $\varepsilon(E)$  = Efisiensi
- $Y(E)$  = yield (0,851 dari tabel)
- Cps = cacah per detik (dari pencacahan)

## TATA KERJA

### Bahan

Untuk kalibrasi energi digunakan sumber standar Co-60 sedangkan bahan Standar Eu-152 digunakan sebagai bahan standar kalibrasi Efisiensi dan dua buah sampel uji dari PTKMR.

### Peralatan

Spektrometer Gamma *EG&G ORTEC* digunakan sebagai alat ukur energi gamma. Peralatan APD (sarung tangan, masker, dan peralatan surveymeter)

### Prosedur Percobaan

#### 1. Penyiapan kondisi operasi.

Sebelum pengoperasian peralatan dilakukan pengkondisian sebagai berikut<sup>[3]</sup>:

- a. Kondisi ruangan: Suhu 21 °C.  
Humiditas maks. 63 %
- b. Dewar detektor telah terisi nitrogen cair paling lambat 7 jam sebelum operasi<sup>[3]</sup>  
Kondisi ruangan: Suhu 21 °C.

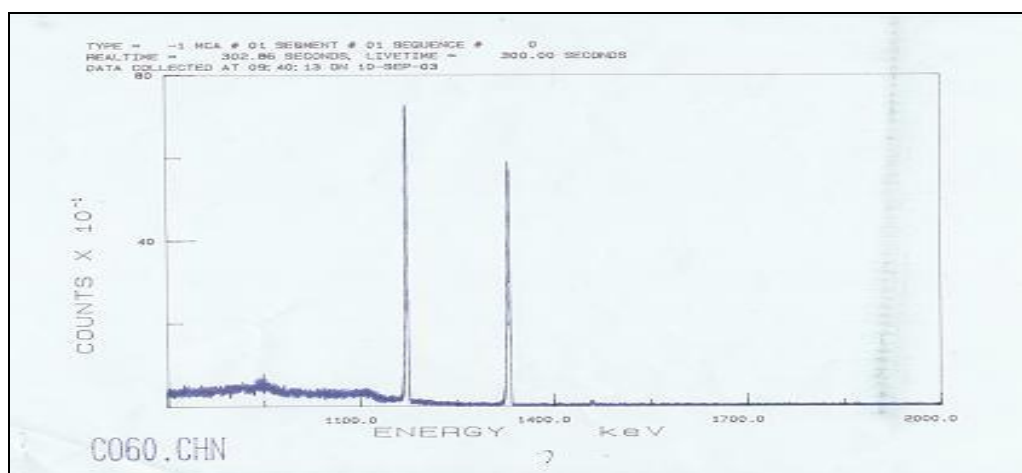
#### 2. Pengoperasian.

Pengoperasian alat Spektrometer Gamma dilakukan dengan tahapan kerja<sup>[3]</sup>:

- a. Menaikkan tegangan secara perlahan hingga mencapai 3,0 kV dengan cara memutar tombol *HV* yang terletak pada panel *MCA (Multi Chanel Analyser)*;
  - b. Melakukan kalibrasi energi alat menggunakan sumber standar Co-60, dengan lama pencacahan 1000 detik;
  - c. Memasukkan nilai energi dari Co-60 1173,24 keV dan 1332,50 keV;
  - d. Setelah energi alat terkalibrasi, alat siap untuk digunakan pengukuran energi gamma.
3. Pengukuran aktivitas isotop  $^{152}\text{Eu}$  dalam standar dan dalam sampel uji profisiensi<sup>[3]</sup>.
- a. Pengukuran aktivitas isotop  $^{152}\text{Eu}$  dalam standar *point* dan dalam sampel uji profisiensi dilakukan setelah energi alat terkalibrasi;
  - b. Pengukuran dilakukan pada jarak 25 cm dari detektor dengan waktu cacah 20000 detik;
  - c. Pengukuran dilakukan dengan 3 kali pengulangan;
  - d. Setelah dilakukan pencacahan (pengukuran), kemudian dilakukan analisis;
  - e. Spektrum hasil pengukuran pada masing-masing energi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan kalibrasi energi gamma menggunakan sumber standar Co-60, yang dilakukan pada dua puncak energi yaitu pada energi 1173,24 keV dan 1332,50 keV, intensitas cacahan energi pengukuran sebesar 39321 untuk energi 1173,24 keV dan 36562 untuk energi 1332,50 keV seperti ditunjukkan pada Gambar-1.



Gambar 1. Spektrum Kalibrasi Energi Standar Co-60

Pada pengukuran standar isotop *point*  $^{152}\text{Eu}$  yang dilakukan dengan waktu cacah 20000 detik dengan 3 kali pengulangan diperoleh rerata hasil pengukuran seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Data Pengukuran Standar  $^{152}\text{Eu}$  dan Hasil Perhitungan Nilai Efisiensi Detektor

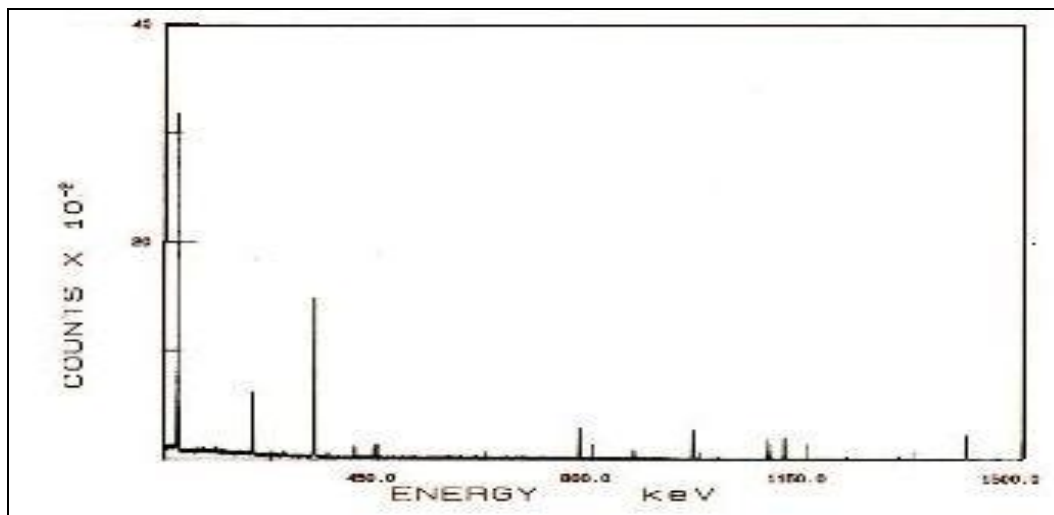
Energi (keV)	Rerata Count		Cps (cacah/detik)		Net Cps	Efisiensi detektor
	Stand	Latar	Stand	latar		
121,7	80226	1138	4,011	0,009	4,003	1,47E-5
244,70	16277	69	0,814	0,005	0,809	1,12E-5
344,28	43407	784	2,170	0,004	2,166	0,85E-5
443,98	3999	94	0,200	0,003	0,197	0,74E-5
778,91	9981	778	0,499	0,002	0,497	0,40E-5
964,13	9756	325	0,488	0,002	0,486	0,35E-5
1112,12	7646	205	0,382	0,002	0,380	0,30E-5
1408,01	9989	401	0,499	0,002	0,498	0,25E-5

Pada Tabel 2 terlihat bahwa cacah terbesar terjadi pada pengukuran energi 121,7 yaitu 4,011 cps, dan pada energi 344,28 keV dengan cacah 2,170 cps. Hal ini disebabkan karena intensitas energinya (*yield*) lebih besar dibandingkan dengan intensitas pada energi yang lainnya seperti tercantum dalam Tabel 1. Selanjutnya dilakukan perhitungan besaran efisiensi detektor menggunakan persamaan (2) dan (3). Sebelum menghitung nilai efisiensi yang diberikan terlebih dahulu dihitung besar aktivitas secara teoritis dari sertifikat dengan menggunakan persamaan (1).

Pada perhitungan diperoleh aktifitas isotop  $^{152}\text{Eu}$  yang terdapat dalam standar *point* adalah  $9518,414 \pm 0.024$  Bq. Nilai aktivitas teoritis yang diperoleh digunakan untuk menentukan nilai efisiensi menggunakan persamaan (3). Dari perhitungan diperoleh besar nilai efisiensi detektor seperti dituangkan dalam tabel 2. Nilai efisiensi yang diperoleh digunakan untuk perhitungan besar aktivitas  $^{152}\text{Eu}$  dalam sampel uji profisiensi.

Hasil pengukuran sampel uji profisiensi yang dilakukan terhadap dua sampel uji, ditunjukkan dalam Tabel 3. Pada Tabel 3 terlihat bahwa cacah tertinggi terjadi pada energi cacah 121,7 keV yaitu 11,55 cacah/detik untuk sampel uji1 dan 18,28 cacah/detik untuk sampel uji 2. Hal ini disebabkan karena *yield*  $^{152}\text{Eu}$  (intensitas radiasi) pada energi tersebut lebih besar dibandingkan dengan *yield* pada energi yang lain. Namun karena energi 121,7 keV berada pada daerah energi rendah (100 keV-1500 keV)

seperti terlihat pada Gambar 2, maka perhitungan aktivitas sampel dilakukan pada daerah energi yang lebih tinggi dengan *yield* tertinggi yaitu pada energi 344.28 keV.



Gambar 2. Spektrum Energi Sampel Eu-152

Tabel 3 Data Hasil pengukuran sampel uji profisiensi

Energi (keV)	Rerata count Sampel		Cps Sampel (cacah/detik)	
	1	2	1	2
121,7	231062	365587	11,55	18,28
244,7	48239	72488	2,41	3,62
344,28	119031	18790	5,95	9,36
443,98	11168	17468	0,56	0,87
778,91	27173	43043	1,36	2,14
964,13	25357	40535	1,27	2,01
1112,12	20832	32890	1,04	1,63
1408,01	26562	42091	1,33	2,09

Perolehan data cacahan sampel uji profisiensi pada energy 344,28 keV digunakan untuk menghitung aktivitas dengan memakai persamaan (2). Dari perhitungan diperoleh aktivitas sampel uji 1 rerata sebesar  $2,59E+04$  Bq dengan standar deviasi  $2,78E+02$ , dan untuk sampel uji 2 diperoleh aktivitas rerata sebesar  $4,10E+04$  dengan standar deviasi  $6,12E+02$ , seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Data Hasil pengukuran Aktivitas sampel uji profisiensi

cps blanko	Sampel uji 1				Sampel uji 2			
	count	cps	net cps	aktivitas (Bq)	count	cps	net cps	aktivitas (Bq)
0,0392	120139	6,007	5,968	2,62E+04	186092	9,305	9,265	4,06E+04
0,0392	120804	6,040	6,001	2,63E+04	191073	9,554	9,514	4,17E+04
0,0392	119529	5,976	5,937	2,60E+04	188166	9,408	9,369	4,11E+04
0,0392	118447	5,922	5,883	2,58E+04	189985	9,499	9,460	4,15E+04
0,0392	118266	5,913	5,874	2,58E+04	187432	9,372	9,332	4,09E+04
0,0392	119369	5,968	5,929	2,60E+04	190251	9,513	9,473	4,15E+04
0,0392	116665	5,833	5,794	2,54E+04	182331	9,117	9,077	3,98E+04
Aktivitas rerata sampel uji 1				2,59E+04	Aktivitas rerata sampel uji 2			4,10E+04
Standar Deviasi				2,78E+02	Standar Deviasi			6,12E+02
% Standar Deviasi				1,07%	% Standar Deviasi			1,49%

Hasil pengukuran yang dilakukan terhadap sampel uji 1 dan sampel uji 2 dapat diterima karena penyimpangan hasil pengukuran yang digambarkan dengan nilai standar deviasi cukup kecil yaitu 1,07% untuk sampel uji 1, dan 1,49% untuk sampel uji 2. Penyimpangan yang diperoleh dibawah 5 %, sehingga pengukuran dapat diterima dengan tingkat kepercayaan 95%<sup>[4]</sup>. Sesuai dengan laporan hasil uji profisiensi oleh PTKMR, hasil perhitungan aktivitas sampel tersebut dinyatakan *inlier*<sup>[5]</sup>. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa metode yang digunakan pada pengukuran aktivitas isotop  $^{137}\text{Eu}$  sudah *valid*.

## KESIMPULAN

Pada kegiatan pengukuran isotop  $^{152}\text{Eu}$  dalam sampel uji profisiensi menggunakan spektrometer gamma diperoleh aktivitas sampel uji 1 rerata sebesar 2,59E+04 Bq dengan standar deviasi 2,78E+02, dan untuk sampel uji 2 diperoleh aktivitas rerata sebesar 4,10E+04 dengan standar deviasi 6,12E+02. Hasil pengukuran dapat diterima karena penyimpangan hasil pengukuran yang digambarkan dengan nilai standar deviasi cukup kecil yaitu 1,07% untuk sampel uji 1 dan 1,49% untuk sampel uji 2, Penyimpangan yang diperoleh dibawah 5 %, sehingga pengukuran dapat diterima dengan tingkat kepercayaan 95%. Sesuai dengan laporan hasil uji profisiensi oleh PTKMR hasil perhitungan aktivitas sampel tersebut dinyatakan *inlier*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. WISNU SUSETYO "Spektrometri Gamma" Gajah Mada University Press Yogyakarta, 1988.
- [2]. WAHYUDI dkk, "Penentuan Radionuklida Pemancar Gamma Dalam Sampel Tanah Pada Uji Profisiensi IAEA Tahun 2006", Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Fungsional Pengembangan Teknologi Nuklir I, Jakarta 12 Desember 2007 ISSN:1978-9971.
- [3]. EG & GORTEC,"*Operator's Manual Spec-trometer Gamma EG & G ORTEC*", USA, 1989.
- [4]. ROBERT L. ANDERSON, "*Practical statistics for Analytical chemists* ", Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1987.
- [5]. WURDIYANTO, GATOT, Laporan Kegiatan "Interkomparasi Pengukuran Aktivitas Sumber Radioaktif Pemancar Gamma  $^{152}\text{Eu}$  di Lingkungan BATAN", Laboratorium Metrologi Radiasi Nasional, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, BATAN, 2012.