

PENENTUAN AKTIVITAS SAMARIUM-153 DALAM RANGKA UJI BANDING ANTAR LABORATORIUM DI LINGKUNGAN BATAN

Rohidi¹, Anto Setiawanto², Subiharto³
^{1,2,3}PRSG-BATAN Kawasan Puspipstek Gd. 30 Serpong, 15310
E-mail: rohidi@batan.go.id
Diterima Editor : 16 Maret 2017
Diperbaiki : 7 April 2017

ABSTRAK

PENENTUAN AKTIVITAS ¹⁵³Sm DALAM RANGKA UJI BANDING ANTAR LABORATORIUM DI LINGKUNGAN BATAN. Laboratorium Spektrometer Gamma Laboratorium Fisika Kesehatan RSG-GAS, yang digunakan untuk pengukuran dan analisis aktivitas radionuklida pada sampel limbah cair, air pendingin primer dan lainnya yang berasal dari pengoperasian RSG-GAS. Agar hasil pengukuran dari peralatan Laboratorium Fisika Kesehatan RSG-GAS akurat dan presisi maka perlu mengikuti uji banding antar Laboratorium di BATAN yang diselenggarakan oleh Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) BATAN. Salah satu dengan penentuan aktivitas radionuklida ¹⁵³Sm yang dilakukan dengan metode komparatif dengan menggunakan spektrometer gamma. Langkah kegiatan ini terdiri dari kalibrasi energi, pencacahan standar dan sampel, yang selanjutnya aktivitas sumber ditentukan dengan menggunakan aktivitas sumber standar. Hasil analisis aktivitas pada tanggal 17 Agustus 2016 jam 09:02:11 WIB didapatkan nilai sebesar 29273,71 Bq dengan nilai ketidakpastian sebesar 4,19 %. Hasil uji banding terhadap nilai aktivitas sumber acuan sebesar - 7,79 %. Nilai tersebut dikategorikan memuaskan karena kurang dari 10 %. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan tingkat keakuratan dan kepresisian peralatan Spektrometer Gamma Laboratorium Fisika Kesehatan RSG-GAS memiliki kompetensi yang baik dalam melakukan pengukuran aktivitas sumber radiasi.

Kata kunci: ¹⁵³Sm, uji banding, aktivitas

ABSTRACT

DETERMINATION OF ¹⁵³Sm ACTIVITIES IN THE FRAMEWORK OF APPEAL BETWEEN TESTING LABORATORY IN THE BATAN. Gamma Spectrometer Laboratory Health Physics Laboratory RSG-GAS, which is used for measurement and analysis of radionuclides activity in sample of waste water, primary cooling water from the operation of RSG-GAS. So that the measurement results of the Health Physics Laboratory equipment RSG-GAS accurate and precision it is necessary to follow the inter laboratory comparisons in BATAN organized by Center for Radiation Safety Technology and Metrology Metrology (PTKMR) BATAN. One with the determination the activity of the radionuclide ¹⁵³Sm conducted by the comparative method using gamma spectrometer. Step calibration activity consists of energy, standards and sample enumeration, which further source activity is determined using standard source activity. The results of the analysis of activity on August 17, 2016 09:02:11 pm hour of 29273.71 Bq values obtained with uncertainty value of 4.19%. The result of an appeal against a reference resource activity value of - 7.79%. This value is satisfactory categorized as less than 10%. From these results it can be stated level of accuracy

and precision equipment Gamma Spectrometer Laboratory Health Physics RSG-GAS have a good competence in measuring the activity of the radiation source.

Keywords : ^{153}Sm , comparative tests, activity

PENDAHULUAN

Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) sebagai lembaga Negara yang bergerak dibidang teknologi nuklir memiliki beberapa laboratorium pengujian dan kalibrasi serta laboratorium lingkungan yang melakukan kegiatan pengukuran aktivitas radionuklida. Laboratorium tersebut diharapkan memiliki kompetensi yang tinggi dalam melakukan pengukuran secara tepat dan akurat.

Laboratorium spektrometer gamma lab. fisika kesehatan RSG-GAS melakukan kegiatan rutin dalam melakukan pengukuran dan analisis radionuklida terhadap sampel yang berasal dari pengoperasian RSG-GAS. Salah satu syarat dari laboratorium pengujian adalah data hasil pengukuran yang akurat dan presisi sehingga jaminan kualitas hasil pengukuran dapat dipertanggung jawabkan. Salah satu cara untuk mengevaluasi unjuk kerja laboratorium yaitu dengan mengikuti program uji banding laboratorium pengukuran aktivitas radionuklida di lingkungan BATAN.

Berkaitan dengan hal tersebut laboratorium spektrometer gamma lab. fisika kesehatan RSG-GAS telah berpartisipasi pada uji banding laboratorium pengukuran aktivitas radionuklida yang diselenggarakan oleh Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi radiasi (PTKMR), sampel uji berupa sumber titik ^{153}Sm dengan langkah kerja sebagai berikut :

1. Cacah sumber acuan ^{153}Sm
2. Cacah sampel ^{153}Sm
3. Kalibrasi energi
4. Penentuan nilai aktivitas sampel dengan menggunakan aktivitas sumber standar
5. Menentukan nilai ketidakpastian

Tujuan dari kegiatan uji banding antar laboratorium ini untuk menilai hasil

pengukuran suatu laboratorium terutama akurasi dan presisi serta meningkatkan kemampuan baik kualitas dalam segi sumber daya manusia, sarana dan prasarana.

TEORI

Spektrometri gamma merupakan salah satu metode pengukuran radioaktivitas. Analisis yang digunakan dalam spektrometri gamma berdasarkan interpretasi spektrum gamma hasil pengukuran interaksi antara sinar gamma suatu radionuklida dengan detektor menghasilkan pulsa yang sebanding dengan energi gamma radionuklida tersebut dan diproses secara elektronik, kemudian menghasilkan spektrum gamma. Secara umum pengukuran aktivitas radionuklida terdiri dari 2 metode yaitu absolut dan relatif. Pengukuran yang dilakukan pada kegiatan ini menggunakan metode relatif yaitu dengan menggunakan sumber standar radionuklida. Sumber tersebut berfungsi sebagai acuan dalam menentukan aktivitas sampel dan kalibrasi energi

Penentuan aktivitas radionuklida pada sampel menggunakan Persamaan (1).

$$A_{spl}(t=t) = \frac{CPS_{spl}}{CPS_{std}} * Ak_{std}(t=t) \dots\dots 1$$

Dimana A_{spl} menyatakan aktivitas sampel, cps_{spl} menyatakan *count per second* sampel, cps_{std} menyatakan *count per second* sumber standar dan $A_{k_{std}(t=t)}$ menyatakan aktivitas standar pada waktu tertentu. Konstanta peluruhan (λ). Aktivitas radionuklida akan menurun dengan bertambahnya waktu. Penurunan aktivitas ini terjadi secara eksponensial sesuai dengan waktu paruh radionuklida tersebut, perhitungan aktivitas ^{153}Sm menggunakan persamaan (2).

$$A_0 = A_t \cdot e^{\lambda t} \dots\dots\dots 2$$

Dimana A_0 menyatakan aktivitas mula-mula, $\lambda=0,693/watu\ paruh$, t menyatakan waktu peluruhan (waktu tunda) dan A_t menyatakan aktivitas pada waktu t .

Komponen-komponen yang memberikan kontribusi ketidakpastian, pada setiap langkah proses analisis yaitu :

Ketidakpastian berdasarkan hitung dari rangkaian berulang. Untuk ketidakpastian baku (μ) diperoleh menggunakan persamaan (3)

$$\mu = \frac{s}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots 3$$

dimana s menyatakan simpangan baku dan n adalah jumlah pengamatan, sedangkan simpangan baku adalah ketidakpastian terhadap distribusi nilai probabilitas dengan persamaan (4)

$$\mu = \frac{s}{2} \dots\dots\dots 4$$

Distribusi rectangular persamaan (5)

$$\mu = \frac{s}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots 5$$

PTKMR sebagai panitia penyelenggara melakukan evaluasi terhadap hasil pengukuran radioaktivitas ^{153}Sm dari laboratorium peserta uji banding. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja alat yang digunakan dan konsistensi hasil pengukuran laboratorium peserta yang akan dibandingkan dengan pengukuran laboratorium standardisasi PTKMR. Analisis dan evaluasi hasil pengukuran aktivitas masing-masing laboratorium dilakukan dengan menggunakan nilai kesebandingan pengukuran antara laboratorium peserta dan laboratorium standardisasi PTKMR. Nilai perbedaan pengukuran terhadap laboratorium standardisasi PTKMR dihitung dalam % dengan persamaan (6).

$$\Delta_{akt} = \frac{A_{lab} - A_{PTKMR}}{A_{PTKMR}} \times 100\% \dots\dots\dots 6$$

Di mana Δ_{Akt} menyatakan perbedaan nilai aktivitas laboratorium peserta terhadap PTKMR, A_{Lab} menyatakan aktivitas yang

diperoleh laboratorium peserta dan A_{PTKMR} menyatakan aktivitas yang diperoleh laboratorium standardisasi PTKMR.

TATA KERJA

Alat dan bahan

- Spektrometer Gamma dengan *software* : *Maestro-32 MCA emulator for Microsoft Windows 98, 2000. NT, and XPA65-B32 user's Manual, version 5.35*
- Detektor HP-Ge GC0918 tipe Coaxial merk Canberra
- Sumber acuan ^{153}Sm dengan nomor kode 153-24-2016 yang telah diketahui aktivitasnya sebesar 548113,21 Bq pada tanggal 9 Agustus 2016 jam 12:00:00 WIB
- Sampel ^{153}Sm dengan nomor kode 153-26-2016

Pada penentuan aktivitas sampel ^{153}Sm menggunakan bahan sumber acuan dengan kode 153-24-2016 yang sudah diketahui aktivitasnya sebesar 548113,21Bq pada tanggal 9 Agustus 2016 jam 12:00:00 WIB, Sedangkan sampel ^{153}Sm dengan kode 153-26-2016. Sampel dan sumber standar acuan dicacah dengan detektor pada jarak 200 mm dengan waktu pencacahan yang sama yaitu 3600 detik menggunakan detektor HP.GE GC0918 tipe Coaxial merk Canberra dan dirangkai dengan penganalisis multi saluran (MCA), Akusisi data dilakukan menggunakan perangkat lunak *software* : *Maestro-32 MCA emulator for Microsoft Windows 98, 2000. NT, and XPA65-B32 user's Manual, version 5.35*. Selanjutnya hasil dari spektrum digunakan untuk perhitungan aktivitas unsur ^{153}Sm dengan metode komparatif menggunakan persamaan radioaktivitas

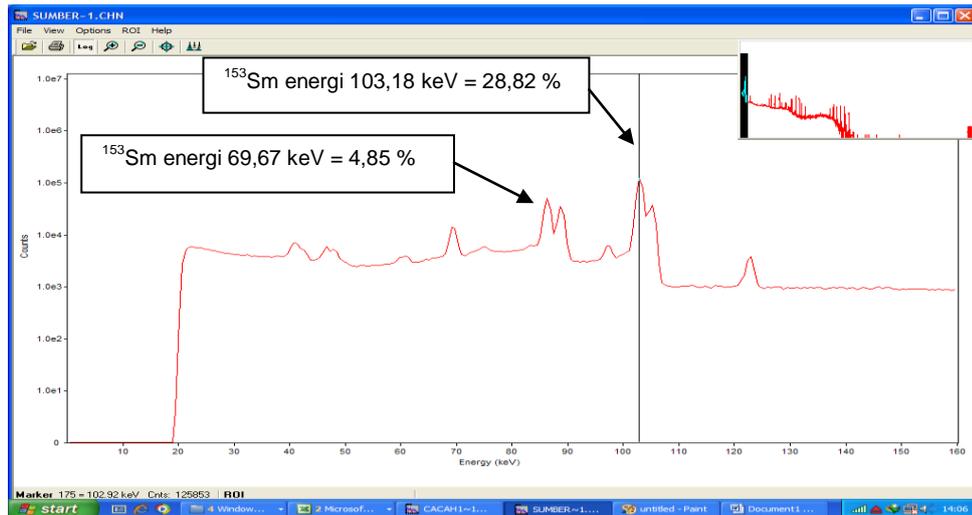
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel dan sumber acuan di cacah pada jarak 200 mm terhadap detektor HP-GE dengan tujuan mengurangi kesalahan pengukuran yang disebabkan oleh kehilangan

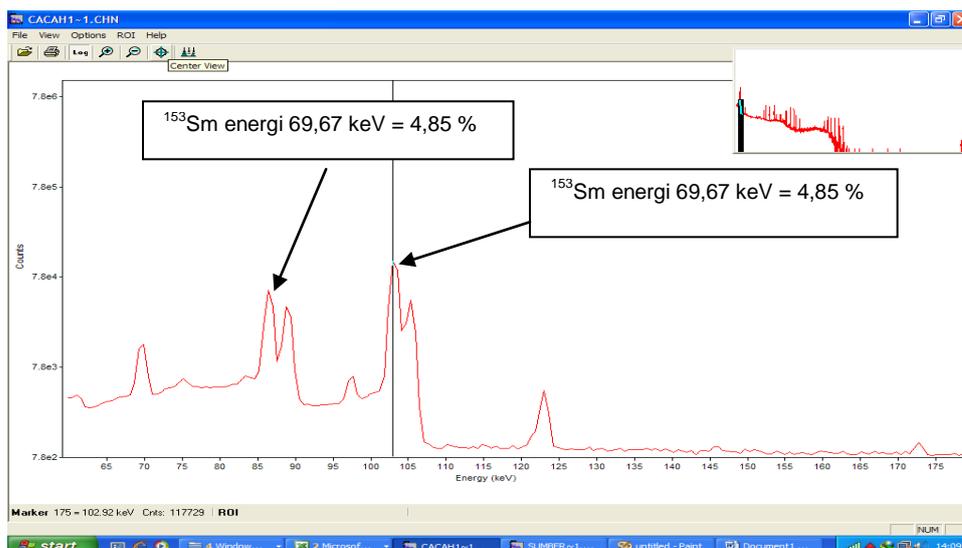
cacahan-cacahan pengaruh waktu mati (*dead time*) yang terlalu tinggi.

Spektrum hasil cacahan sumber acuan ^{153}Sm dapat dilihat pada gambar 1 dan pencacahan sampel pada gambar 2, terlihat dua spektrum yang teridentifikasi pada energi 69,67 keV dan 103,18 keV adalah ^{153}Sm yang selanjutnya energi tersebut dilihat pada *table gamma rays arranged by energi*

mempunyai isotop pada energi 69.67 keV dengan probabilitas pemancar gamma = 4.85% dan energi 103.18 keV dengan probabilitas pemancar gamma = 28.82%. Dari spektrum tersebut ditentukan area untuk dilakukan perhitungan kuantitatif dengan menggunakan persamaan 1 dan 2. Hasil dari perhitungan aktivitas sampel ^{153}Sm didapatkan seperti pada tabel 1



Gambar 1. Spektrum Sumber acuan ^{153}Sm nomor kode 153-24-2016 aktivitas : 548113,21 Bq dicacah dengan detektor HP-Ge pada posisi 200 mm diatas permukaan detektor.



Gambar 2. Spektrum Sampel nomor kode 153-26-2016 dicacah dengan detektor HP-Ge pada posisi 200 mm diatas permukaan detektor.

Tabel 1. Perhitungan Aktivitas Sampel ^{153}Sm Menggunakan Persamaan (1) dan (2)

Radionuklida	Tanggal pencacahan	Energi (keV)	Aktivitas sampel (Bg)
^{153}Sm	Aktivitas sampel ^{153}Sm pada tanggal 17 Agustus 2016 jam 09:02:11	103,18	29273,71

Sumber-sumber nilai ketidakpastian yang memberikan kontribusi pada proses analisis diidentifikasi dengan melakukan langkah estimasi besarnya ketidakpastian.

Dari masing-masing komponen yang telah diidentifikasi selanjutnya dihitung menggunakan persamaan (3), (4) dan (5), dari hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Ketidakpastian ^{153}Sm Pada Energi 103,18 keV

Komponen	Distribusi	U (%)	Pembagi	$u_i c_i$ (%)	$(u_i c_i)^2$ (%)
[1]	[3]	[4]	[5]	[9]	[10]
Sertifikat sumber standar	normal	4,25		2,125	4,516
Umur paro sumber standar	rectangular	0,00		0,000	0,000
Net area sumber standar	normal	0,37		0,185	0,034
Net area sampel	normal	0,27		0,135	0,018

Tabel 2. Lanjutan

Komponen	Distribusi	U (%)	Pembagi	ui ci (%)	(ui ci) ² (%)
Umur paro sampel	rectangular	0,00		0,000	0,000
Jumlah					4,568
Ketidakpastian baku gabungan / <i>Combine of standard uncertainty, uc, (%)</i>					2,137
Faktor cakupan/ <i>Covered factor, k-student's for Veff and Confidence Level of 95 %</i>					1,96
Ketidakpastian bentangan/ <i>Expanded uncertainty, U = k. uc, (%)</i>					4,19

Hasil evaluasi pengukuran aktivitas ¹⁵³Sm di Laboratorium Fisika Kesehatan RSG-GAS tanggal 17 Agustus 2016 terhadap hasil pengukuran Laboratorium

Standardisasi PTKMR (nilai acuan), dihitung menggunakan persamaan (6) dan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Perbedaan Nilai Hasil Pengukuran Laboratorium Fisika Kesehatan RSG-GAS Terhadap Laboratorium Standardisasi PTKMR

Radionuklida	Energi (keV)	Nilai aktivitas lab. BK2O RSG-GAS	Nilai aktivitas lab. PTKMR	Penyimpangan (%)
¹⁵³ Sm	103.18	29273,71	31746,78	-7,79

Hasil nilai tersebut menunjukkan bahwa akurasi hasil pengukuran yang dilakukan laboratorium fisika kesehatan RSG-GAS cukup baik karena lab. PTKMR memiliki nilai penyimpangan maksimal < 10%.

KESIMPULAN

Dari hasil penentuan nilai aktivitas ¹⁵³Sm antar Laboratorium dilingkungan BATAN yang diselenggarakan oleh PTKMR, Laboratorium Fisika Kesehatan RSG-GAS memberikan bias relatif sebesar - 7,79 % terhadap nilai aktivitas sumber acuan. Nilai tersebut dikategorikan cukup baik karena memiliki penyimpangan < 10%. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa peralatan Spektrometer Gamma Laboratorium Fisika Kesehatan RSG-GAS memiliki keakuratan

dan kepresisian yang baik dalam melakukan pengukuran aktivitas sumber radiasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Peraturan KA. BAPETEN nomor : 04/Ka-BAPETEN/V-2013, tentang proteksi dan keselamatan radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir, Tahun 2013.
2. Wisnu Susetyo, Drs. Spektrometri gamma dan penerapannya dalam analisis pengaktifan neutron, Gajah Mada University Press, Tahun 1988.
3. *Software : Maestro-32 MCA emulator for Microsoft Windows 98, 2000. NT, and XPA65-B32 user's Manual, version 5.35, Tahun 2003.*
4. *User Manual Germanium Detectors Canberra, Tahun 2003.*