
ANALISIS UNSUR RADIOAKTIVITAS UDARA BUANG PADA CEROBONG IRM MENGGUNAKAN SPEKTROMETER GAMMA

Noviarty, Sudaryati, Susanto
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir - BATAN

ABSTRAK

ANALISIS UNSUR RADIOAKTIVITAS UDARA BUANG PADA CEROBONG IRM MENGGUNAKAN SPEKTROMETER GAMMA. Telah dilakukan analisis unsur radioaktif pada cerobong IRM menggunakan Spektrometer Gamma dengan tujuan agar lepasan udara yang mengandung zat radioaktif yang dapat membahayakan manusia dan lingkungan dapat dipantau. Pemantauan lepasan radioaktif ke udara dilakukan dengan menganalisis unsur radioaktivitas udara buang cerobong IRM menggunakan alat spektrometer gamma. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada sampling cuplikan udara ini tidak ada zat radioaktif yang terlepas ke lingkungan, karena hasil cacah sampling yang diperoleh dibandingkan dengan hasil cacahan latar tidak begitu jauh berbeda, sehingga dapat diabaikan. Analisis radioaktivitas dari pengukuran cuplikan udara buang pada cerobong IRM menggunakan spektrometer gamma ini dapat diterima dengan nilai akurasi pengukuran isotop Cs-137 sebesar 99.393%.

Kata kunci : radioaktivitas, spektrometri gamma, udara buang.

PENDAHULUAN

Instalasi Radiometalurgi (IRM) adalah merupakan salah satu instalasi yang terdapat di Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir, yang dimanfaatkan sebagai tempat untuk penelitian dan pengembangan teknologi bahan bakar nuklir sebelum radiasi ataupun setelah radiasi, sehingga menghasilkan udara buang yang berpotensi menyebabkan kontaminan radioaktif melalui cerobong lepasan udara. Pengendalian lepasan radionuklida ke lingkungan atmosfer adalah sesuatu hal yang penting dan harus dilakukan agar tidak menimbulkan bahaya bagi manusia dan lingkungan.

Dalam rangka pengendalian lepasan udara ke lingkungan tersebut agar tidak menimbulkan bahaya terhadap lingkungan, maka Bidang Keselamatan yang ada di Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir senantiasa melakukan pemantauan dengan mencuplik udara buang yang ada pada cerobong lepasan udara IRM. Selanjutnya pada cuplikan udara tersebut dilakukan pengukuran kandungan radionuklida menggunakan alat Spektrometer Gamma *EG&G ORTEC* yang terdapat di laboratorium fisika kimia IRM ^[1,2].

Spektrometer Gamma merupakan alat analisis yang digunakan untuk identifikasi radionuklida dengan cara mengamati spektrum karakteristik yang ditimbulkan oleh interaksi radiasi dengan materi detektor. Detektor yang digunakan adalah detektor HPGe yang dapat berfungsi dengan baik sebagaimana yang diharapkan, jika detektor senantiasa didinginkan sampai temperatur $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[2]

Sebelum analisis dilakukan, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi terhadap alat spektrometer gamma. Kalibrasi alat dilakukan pada energi gamma dengan menggunakan sumber standar Co-60, pada dua puncak energi yaitu energi 1173.24 keV dan energi 1332.50 keV ^[2]. Selanjutnya diamati besarnya intensitas radiasi (cacahan radiasi) dan resolusi yang dihasilkan sesuai dengan puncak energi yang telah ditentukan. Resolusi ditentukan dari perbandingan antara FWTM (*Full Width at Tenth Maximum*) dan FWHM (*Full Width at Half Maximum*) yang biasa disebut dengan *Gauss ratio*. Nilai Gauss ratio yang baik adalah berkisar antara 1,83 sampai dengan 2,00 ^[2,3]. Besarnya cacahan radiasi dan resolusi yang dihasilkan diamati dan dicocokkan ke dalam tabel *QC Charts* yang telah dibuat sebelumnya. Jika hasil kalibrasi sesuai dengan yang diharapkan maka pengukuran sampling cuplikan menggunakan spektrometer gamma dapat dilakukan ^[4].

Pengukuran radioaktivitas sampling cuplikan dilakukan menggunakan spektrometer gamma dengan lama cacahan 15000 detik. Selanjutnya besar Radioaktivitas dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Aktivitas (dps)} = \frac{\text{Laju cacah (cps)}}{Y(E) \cdot \varepsilon(E)} \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

Y(E) = Yield harganya dilihat dari tabel isotop

Laju cacah = Diperoleh dari cacah/detik

$\varepsilon(E)$ = Efisiensi diperoleh dari kurva kalibrasi efisiensi Eu-152

METODOLOGI

Bahan

Sumber Standar Co-60 digunakan sebagai bahan untuk kalibrasi energi, Bahan Standar Eu-152 digunakan sebagai bahan standar kalibrasi Efisiensi. Cuplikan udara pada buangan cerobong *Stack Monitor* IRM.

Peralatan

Air sampler digunakan untuk pengambilan sampling, dan Spektrometer Gamma EG&G ORTEC digunakan sebagai alat ukur energi gamma.

Prosedur Percobaan

1. Pengambilan sampling udara

Pengambilan sampling cuplikan udara pada buang pada cerobong IRM dilakukan menggunakan alat air sampler. Cuplikan udara yang telah diambil dicacah kandungan radioaktivitasnya.

2. Penyiapan kondisi operasi

Sebelum melakukan pengoperasian peralatan dilakukan pengkondisian ruangan dan peralatan sebagai berikut ^[2]:

- a. Kondisi ruangan : Suhu 21 °C dan Humiditas maks. 63 %
- b. Dewar detektor telah terisi nitrogen cair paling lambat 7 jam sebelum operasi ^[2]

3. Pengoperasian

Pengoperasian alat Spektrometer Gamma dilakukan dengan menaikkan tegangan secara perlahan hingga mencapai 2,8 kV. Untuk menaikkan tegangan tersebut dilakukan dengan cara memutar tombol HV yang terletak pada panel *MCA (Multi Channel Analyzer)* secara perlahan. Setelah tegangan alat mencapai 2.8 kV, dilakukan kalibrasi peralatan menggunakan sumber standar Co-60, dengan lama pencacahan 1.000 detik. Selanjutnya dimasukkan nilai energi Co-60 yaitu energi 1173,24keV dan energi 1332,50 keV. Setelah alat terkalibrasi, dilakukan pengamatan besar intensitas cacahan, FWTM dan FWHM yang dihasilkan pada *channel* energi 1173,24 keV dan *channel* energi 1332,50 keV, dan besar intensitas cacahan yang diperoleh dicocokkan ke dalam tabel *QC-Chart* sesuai dengan energinya. Demikian juga dengan besar nilai FWTM dan FWHM yang diperoleh, dicocokkan ke dalam tabel *Gaus Ratio* pengukuran Co-60.

4. Pengukuran Sampling latar

Pengukuran sampling latar dilakukan terhadap wadah kosong setelah alat terkalibrasi dengan waktu cacah 15000 detik. Selanjutnya dilakukan analisis spektrum hasil pengukuran ^[2]

5. Pengukuran Sampling Cuplikan udara buang cerobong IRM

Pengukuran sampling cuplikan udara buang cerobong IRM dilakukan dengan waktu cacah 15000 detik setelah alat terkalibrasi. Selanjutnya dilakukan analisis spektrum yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 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, diperoleh besarnya intensitas cacahan energi pengukuran sebesar 42,659 cps untuk energi 1173,24 keV dan 39,565 cps untuk energi 1332,50 keV. Nilai cacahan yang diperoleh dimasukkan ke dalam nilai QC charts Spektrometer Gamma yang telah dibuat sebelumnya. Dari nilai cacahan tersebut diperoleh bahwa nilai cacahan intensitas energi Co-60 berada di daerah batas yang dibolehkan, demikian juga dengan nilai gauss ratio yang diberikan masih berada dalam batas yang dibolehkan yaitu pada nilai 1,83 sampai dengan 2,00. Hal ini menunjukkan bahwa detektor berfungsi baik sehingga pengukuran cuplikan sampling udara dapat dilakukan.

Pada pengukuran sampling cuplikan udara buang dari cerobong IRM, dan pada pengukuran blanko yang dilakukan dengan waktu cacah 15000 detik diperoleh besar cacah dan konfirmasi unsur radioaktif yang terkandung dalam larutan seperti ditunjukkan pada Tabel-1 dan Tabel-2.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Sampling Stack Udara IRM

Unsur	Energi(KeV)	Cacahan/15000 detik	FWTM	FWHM	Gauss Ratio
NP-237	86,50	896±207	2,19	1,47	1,49
U-235	185,71	2149±203	2,52	1,32	1,91
Pb-214	351,3	1125±101	3,74	1,56	2,40
Pb-214	580,15	635±67	3,00	1,77	1,69
Xe-135	608,19	1117±66	3,30	1,86	1,77
Cs-137	661,66	2967±77	3,18	1,83	1,74
K-40	1460,75	2827±58	4,2	2,19	1,88

Dengan membandingkan hasil pengukuran sampling cuplikan udara buang dari cerobong IRM dengan pengukuran latar, terlihat bahwa sebagian unsur isotop radioaktif yang tercacah seperti unsur Pb-214 energi 580.15 KeV; K-40 mempunyai cacahan yang lebih kecil dari cacahan blanko (lihat cacahan pada data Tabel-1 dan Tabel-2 yang ditebalkan), Sedangkan untuk unsur isotop lainnya seperti Np-237, Pb-214 energi 351.3 KeV, Xe-135 dan Cs-137 mempunyai cacahan lebih besar dari cacahan latar, namun cacahan yang diberikan masih berada pada daerah cacahan

latar, demikian juga dengan nilai resolusinya yang dinyatakan dalam nilai gauss ratio berada diluar nilai harga gauss ratio yang dibolehkan yaitu 1,83 s/d 2,00 (lihat gauss ratio pada Tabel 1 dan Tabel 2 yang ditebalkan).

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Latar

Unsur	Energi(KeV)	Cacahan/15000 detik	FWTM	FWHM	Gaus Ratio
NP-237	86,50	874±210	2,55	1,10	2,30
U-235	185,71	2112±202	2,54	1,37	1,85
Pb-214	351,3	894±106	3,00	1,44	2,08
Pb-214	580,15	694±64	3,19	1,74	1,83
Xe-135	609,31	1087±66	3,24	1,67	1,94
Cs-137	661,66	2857±77	3,23	1,71	1,89
K-40	1460,75	2860±58	3,90	2,08	0,53

Dan untuk isotop U-235 memenuhi persyaratan cacahan lebih besar dari cacahan blanko dan gauss rasionya juga memenuhi persyaratan, namun jika dilihat dari nilai penyimpangannya terlihat bahwa cacahan sampling masih berada pada rentang cacahan latar, sehingga dapat diabaikan (tidak terdeteksi). Dari pengukuran cuplikan udara buang pada cerobong IRM tersebut dapat dinyatakan bahwa sampling cuplikan tidak ada lepasan zat radioaktif ke udara yang dapat menyebabkan bahaya terhadap manusia dan lingkungan.

Selanjutnya untuk menentukan nilai akurasi dari alat dilakukan pengukuran terhadap sampling standar Cesium-137, dari cacahan isotop Cs-137 tersebut di hitung aktivitasnya menggunakan rumus (1). Dari perhitungan diperoleh aktivitas spesifik isotop Cs-137 standar terukur sebesar $6.274.10^5$ Bq/gr, sedangkan menurut sertifikat besar aktivitas spesifik larutan standar Cs-137 aktif adalah $6.934.10^5$ Bq/gr. Sehingga nilai akurasi yang diperoleh dari pengukuran isotop Cs-137 menggunakan alat Spektrometer Gamma dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{C std sertifikat} - \text{Cstd terukur}}{\text{C std sertifikat}} \times 100\% \quad \dots\dots(2)$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai akurasi hasil pengukuran sebesar 99,393%. Nilai akurasi yang diberikan cukup baik karena nilai akurasi yang baik adalah nilai

akurasi yang mendekati angka 100 %. Sehingga hasil pengukuran radioaktivitas sampling cuplikan udara buang pada cerobong IRM menggunakan alat spektrometer gamma dapat diterima^[4].

KESIMPULAN

Telah dilakukan analisis radiaktivitas pada cuplikan udara buang dari cerobong IRM menggunakan metoda spektrometer gamma. Dari hasil pengukuran disimpulkan bahwa pada sampling cuplikan udara ini, tidak ada zat radioaktif yang terlepas ke lingkungan. Hal ini karena hasil cacah sampling yang diperoleh dibandingkan dengan hasil cacah latar tidak begitu jauh berbeda, sehingga dapat diabaikan. Analisis radioaktivitas dari pengukuran cuplikan udara buang pada cerobong IRM menggunakan spektrometer gamma ini dapat diterima dengan nilai akurasi pengukuran isotop Cs-137 sebesar 99.393%.

PUSTAKA

1. ANONIM, "Materi Requalifikasi Petugas Proteksi Radiasi Bidang Instalasi Nuklir", BAPETEN Jakarta, Tahun 2003.
2. ANONIM, "Operator's Manual Spectrometer Gamma EG & G ORTEC ", EG & G ORTEC Tennessee, USA, Tahun 1990.
3. WISNU SUSETYO "Spektrometri Gamma", Gadjah Mada University Press Yogyakarta, Tahun 1988.
4. NOVIARTY dkk, "Kontrol Kinerja Spektrometer Gamma Menggunakan Metoda Quality control chart", Prosiding Seminar Fungsional Non Peneliti PTKMR Desember 2007, ISSN:1978-9971.
5. Prof. Dr. YUKIO MURAKASHI dkk, "Buku Data Radiasi", Chizing Pustaka Japan, 1982.