

ANALISIS LIMBAH CAIR RSG-GAS

Unggul Hartoyo, Yulius Sumarno, Nugroho Luhur

ABSTRAK

Analisis Limbah Cair RSG-GAS. Telah dilakukan Analisis Limbah Cair RSG –GAS ke Lingkungan. Metode yang digunakan dalam pengendalian limbah Cair RSG –GAS ke Lingkungan adalah dengan mencuplik sampel air di tangki penyimpanan limbah cair (KPK01 BB01 dan KPK01 BB02), kemudian dilakukan pencacahan untuk mengetahui konsentrasi radioaktivitas nuklida-nuklida yang terkandung dalam limbah cair tersebut. Hasil pencacahan yang dilakukan limbah cair tersebut mengandung nuklida-nuklida produk korosi dan aktivasi. Hasil perhitungan diperoleh, nuklida yang teridentifikasi dari cuplikan limbah cair adalah : Co-60, Cs-137, Zn-65, Sb-124. Dari nuklida-nuklida yang teridentifikasi, terdapat konsentrasi radioaktivitas yang paling besar adalah nuklida Zn-65 sebesar 594 Bq/l, namun demikian konsentrasi radioaktivitas nuklida-nuklida tersebut masih dibawah batasan yang diijinkan yaitu, 2×10^3 Bq/l.

ABSTRACT

ANALYSIS LIQUID WASTE of RSG - GAS. Have been analysis Liquid Waste of RSG - GAS to Environment. Method which is used in operation of liquid waste of RSG - GAS to Environment is with sample attack irrigate in depository tank of liquid waste (KPK01 BB01 and of KPK01 BB02), and then conducted by count to know nuclides radioactivity concentration which implied in the liquid waste. Result of conducted by count is the liquid waste contain product nuclides of corrosion activation and. Result of calculation obtained, nuclide identified from liquid waste attack is : Co-60, Cs-137, Zn-65, Sb-124. Of nuclides identified, there are biggest radioactivity concentration is nuclide of Zn-65 equal to 594 Bq/l, but that way the nuclides radioactivity concentration still under permitted definition that is, 2×10^3 Bq/l.

PENDAHULUAN

Dalam pengoperasian, RSG-GAS menghasilkan limbah cair yang berdasarkan aktivitasnya dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

- a. Limbah cair aktivitas rendah, dengan gross gamma ($37 \text{ s/d } 3,7 \times 10^5$) Bq/l
- b. Limbah cair aktivitas menengah dengan aktivitas gross gamma ($3,7 \times 10^5 \text{ s/d } 3,7 \times 10^9$) Bq/l

Limbah cair tersebut ditampung dalam sistem penampungan KPK dimana untuk :

- a. Aktivitas rendah ditampung dalam tangki KPK01
- b. Aktivitas sedang ditampung dalam tangki KPK02

Sistem penampungan ini berfungsi hanya menampung limbah, sedangkan untuk pengelolaan lebih jauh dilakukan di luar sistem tersebut. Sehubungan limbah ini bersifat aktif, maka untuk pengelolaannya harus mengikuti prosedur yang berlaku.

Bila limbah cair menunjukkan aktivitas melebihi batas yang ditentukan maka limbah tersebut sesuai dengan SK.No.02/Ka-Bapeten/V-1999 tentang Nilai Batas Radioaktivitas di air, harus diolah oleh PTLR.

Sedangkan bila konsentrasi radioaktivitas di bawah batas, maka limbah tersebut dapat dialirkan ke Pemantauan Buangan Terpadu (PBT), dengan beberapa prosedur yang harus dilakukan.

PENGELOLAAN LIMBAH CAIR RSG-GAS

Dalam pengelolaan limbah cair RSG-GAS, dimana limbah cair yang dihasilkan oleh fasilitas-fasilitas di reaktor dialirkan ke tangki penampungan. Bila limbah cair tersebut mempunyai konsentrasi radioaktivitas rendah maka akan dialirkan ke dalam tangki penampungan KPK 01 yang mempunyai kapasitas 20 m^3 . Fasilitas-fasilitas RSG-GAS yang menghasilkan limbah cair aktivitas rendah antara lain sistem : drainase kolam (KBB01), drainase komponen primer (KTA), drainase gedung (KTF01), sistem ventilasi (KLA), dan air mandi dan cuci termasuk yang berasal dari ruang deko darurat. Bila konsentrasi radioaktivitas limbah cair tersebut sedang maka akan dialirkan ke dalam tangki KPK 02, yang mempunyai kapasitas penampungan $6,3 \text{ m}^3$, limbah cair tersebut biasanya dihasilkan dari : sistem *flushing* resin, *venting beam tube* (PRTF), boks isotop, dan sistem *rabbit*.

Kegiatan pengolahan dan pembuangan limbah dilakukan di luar instalasi reaktor.

Tindak lanjut yang diperlukan untuk mengetahui apa yang harus dilakukan terhadap limbah tersebut, maka dilakukan pengambilan sample limbah, kemudian dilakukan analisis kuantitatif dan kualitatif untuk mengetahui konsentrasi radioaktivitas .

Metoda yang digunakan dalam menganalisis konsentrasi radioaktivitas limbah cair RSG-GAS, yaitu dengan analisis spektrometri gamma. Metode spektrometri gamma dilakukan dengan menganalisis limbah cair yang diambil dari tanki penampungan, secara kualitatif dan kuantitatif menggunakan penganalisis salur ganda (MCA) berbasis detektor semi penghantar kemurnian tinggi (HP-Ge). Untuk memperkecil gangguan radisi gamma latar belakang, pencacahan cuplikan dilakukan dalam suatu sistem denga menggunakan Pb setebal 10 cm.

Dari hasil analisis dapat diketahui konsentrasi masing-masing radionuklida yang terkandung didalamnya, kemudian dibandingkan dengan batasan yang berlaku untuk menentukan perlakuan berikutnya.

TATA KERJA

A. ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN

1. Alat Yang Digunakan :

Sistem Spektrometer Gamma latar rendah dengan MCA “ADCAM 100” Ver. 3.2 eks Ortec berbasis detektor HP-Ge eks Tennelec;

2. Bahan Yang Digunakan

- Sumber Standar Eu-152, Co-60
- Merineli kapasitas 1 liter
- Jerigen kapasitas 1 liter
- Nitrogen Cair.
- Gas Nitrogen

B. PENYIAPAN /PENGAMBILAN CUPLIKAN

Penyiapan cuplikan, dilakukan dengan pengambilan limbah cair dari tangki penampungan sebanyak 1 (satu) liter kemudian dilakukan pencacahan untuk dianalisis secara

kuantitatif dan kualitatif, dengan menggunakan spektrometer gamma dengan MCA & detektor HP-Ge. Sebelum melakukan pencacahan limbah cair, spektrometer gamma dikalibrasi terlebih dahulu efisiensi deteksinya terhadap energi dan energinya terhadap nomor salur dengan menggunakan Sumber Standar Eu⁻¹⁵², Co⁻⁶⁰, Cs⁻¹³⁷, berbentuk cair dalam merineli berkapasitas 1 liter. Waktu pencacahan dilakukan antara 50.000 – 60.000 detik. Hasil pencacahan dianalisis untuk mengetahui radionuklida yang terkandung didalam limbah dan aktivitasnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kuantitatif dan kualitatif dari cuplikan limbah cair disajikan pada Tabel 1, dan Tabel 2

Tabel 1. Hasil Analisis Limbah Cair RSG-GAS Tahun 2003 .

Tanggal	Jenis Sample	Kode Sample	Nuklida	Aktivitas (Bq / l)	Nilai Batas Radioaktivitas di air (SK.No.02/Ka-Bapeten/V-1999)
7/02/03	Cair	KPK01 BB02	Co-60 Cs-137	1,28 2,68	4 x 10 ³ Bq / l 7 x 10 ² Bq / l
20/02/03	Cair	KPK01 BB01	Co-60 Zn-65 Cs-137	225 594 2,15	4 x 10 ³ Bq / l 2 x 10 ³ Bq / l 7 x 10 ² Bq / l
10/03/03	Cair	KPK01 BB01	Co-60 Zn-65 Cs-137	7,04 20,6 0,504	4 x 10 ³ Bq / l 2 x 10 ³ Bq / l 7 x 10 ² Bq / l
18/04/03	Cair	KPK1 BB 01	Co-60 Zn-65	8,16 22,06	4 x 10 ³ Bq / l 2 x 10 ³ Bq / l
22/05/03	Cair	KPK1 BB01	Co-60 Zn-65	22,16 18,32	4 x 10 ³ Bq / l 2 x 10 ³ Bq / l
13/06/03	Cair	KPK1 BB02	Co-60 Zn-65	18,77 25,15	4 x 10 ³ Bq / l 2 x 10 ³ Bq / l
07/14/03	Cair	KPK 01 BB 02	Co-60 Zn-65	15,78 23,35	4 x 10 ³ Bq / l 2 x 10 ³ Bq / l

Tabel 1. Lanjutan

Tanggal	Jenis Sample	Kode Sample	Nuklida	Aktivitas (Bq / l)	Nilai Batas Radioaktivitas di air (SK.No.02/Ka-Bapeten/V-1999)
07/28/03	Cair	KPK 01 BB 01	Co-60 Zn-65	17,18 25,37	4×10^3 Bq / l 2×10^3 Bq / l
08/13/03	Cair	KPK 01 BB 01	Co-60 Zn-65	20,38 27,45	4×10^3 Bq / l 2×10^3 Bq / l
11/21/03	Cair	KPK 01 BB 02	Co-60	21,47	4×10^3 Bq / l
12/30/03	Cair	KPK 01 BB 01	Co-60 Zn-65	42,58 15,85	4×10^3 Bq / l 2×10^3 Bq / l

Tabel 2. Hasil Analisis Limbah Cair RSG-GAS Tahun 2004.

Tanggal	Jenis Sample	Kode Sample	Nuklida	Aktivitas (Bq / l)	Nilai Batas Radioaktivitas di air (SK.No.02/Ka-Bapeten/V-1999)
26/01/04	Cair	KPK 01 BB 02	Co-60 Zn-65	26,5 112	4×10^3 Bq / l 2×10^3 Bq / l
30/01/04	Cair	KPK 01 BB 01	Zn-65 Co-60	73,1 27,8	2×10^3 Bq / l 4×10^3 Bq / l
01/03/04	Cair	KPK 01 BB 01	Co-60 Zn-65	6,66 18,2	4×10^3 Bq / l 2×10^3 Bq / l
09/03/04	Cair	KPK 01 BB 02	Co-60 Zn-65	19,77 22,15	2×10^3 Bq / l 4×10^3 Bq / l
31/03/04	Cair	KPK 01 BB 01	Co-60 Zn-65 Sb-124	6,66 18,2 4,81	2×10^3 Bq / l 4×10^3 Bq / l 7×10^2 Bq / l
14/04/04	Cair	KPK 01 BB 02	Co-60 Zn-65	16,73 27,35	4×10^3 Bq / l 2×10^3 Bq / l
22/04/04	Cair	KPK 01 BB 01	Zn-65	35,6	2×10^3 Bq / l
30/04/04	Cair	KPK 01 BB 02	Co-60 Zn-65	27,0 11,8	4×10^3 Bq / l 2×10^3 Bq / l
13/05/04	Cair	KPK 01 BB 02	Co-60 Zn-65	2,49 8,44	2×10^3 Bq / l 4×10^3 Bq / l
02/06/04	Cair	KPK 01 BB 01	Co-60 Zn-65	6,29 7,64	2×10^3 Bq / l 4×10^3 Bq / l
06/06/04	Cair	KPK 01 BB 02	Co-60 Zn-65 Cs-137	16,73 27,35 48	2×10^3 Bq / l 4×10^3 Bq / l 7×10^3 Bq / l

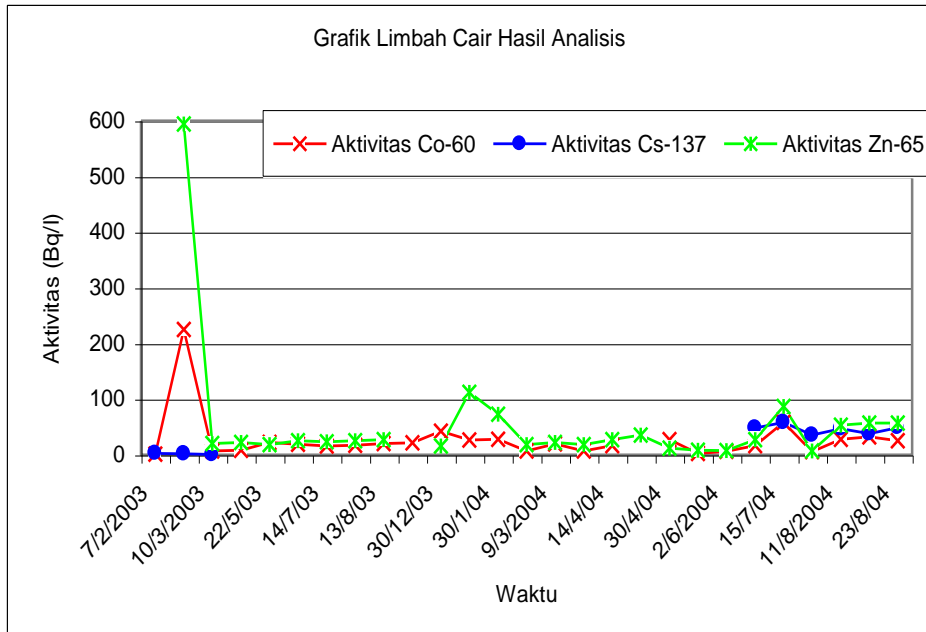
Tabel 2. Lanjutan

Tanggal	Jenis Sample	Kode Sample	Nuklida	Aktivitas (Bq / l)	Nilai Batas Radioaktivitas di air (SK.No.02/Ka-Bapeten/V-1999)
15/07/04	Cair	KPK 01 BB 01	Zn-65	87,2	4×10^3 Bq / l
			Co-60	35,6	2×10^3 Bq / l
			Cs-137	58,2	7×10^3 Bq / l
03/08/04	Cair	KPK 01 BB 02	Co-60	5,54	2×10^3 Bq / l
			Zn-65	6,68	4×10^3 Bq / l
			Cs-137	35,26	7×10^3 Bq / l
11/08/04	Cair	KPK 01 BB 01	Zn-65	53,20	4×10^3 Bq / l
			Co-60	27,70	2×10^3 Bq / l
			Cs-137	47,20	7×10^3 Bq / l
19/08/04	Cair	KPK 01 BB 02	Co-60	32,60	2×10^3 Bq / l
			Zn-65	57,20	4×10^3 Bq / l
			Cs-137	38,26	7×10^3 Bq / l
23/08/04	Cair	KPK 01 BB 01	Co-60	25,60	4×10^3 Bq / l
			Zn-65	57,30	2×10^3 Bq / l
			Cs-137	48,60	7×10^3 Bq / l

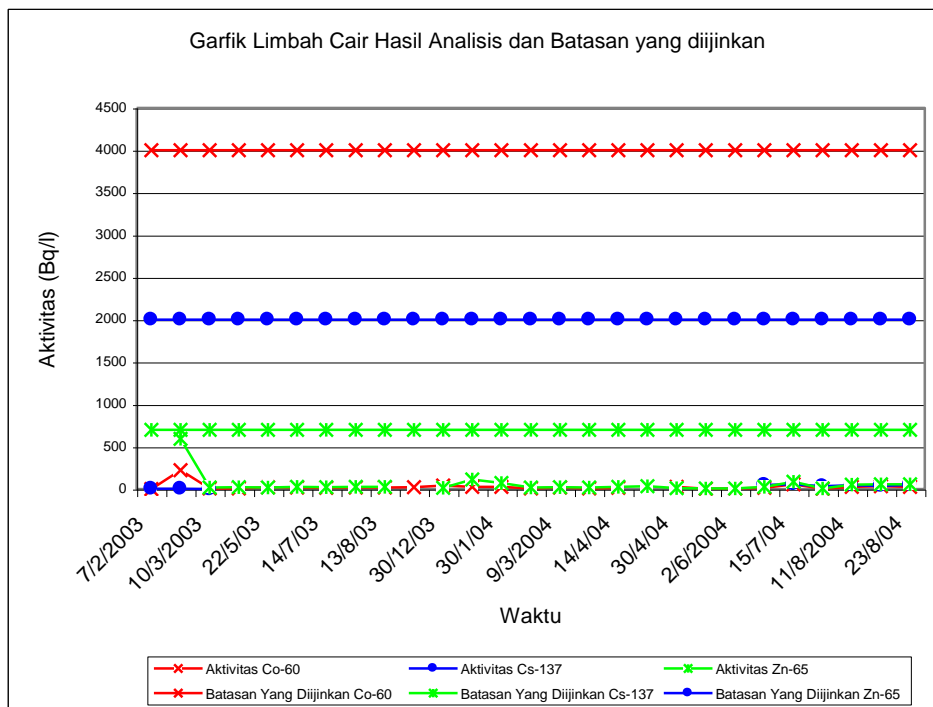
Dalam Tabel 3 ditunjukkan konsentrasi radioaktivitas dalam system di reactor yang diambil dari Safety Analysis Report (SAR) Revisi 9. Dari hasil analisis tersebut (tabel 1 dan 2), tampak radionuklida-radionuklida yang terkandung dalam limbah. Terlihat dari setiap cuplikan mengandung radionuklida : Cs-137, Co-60, Zn-65, Sb-124.

Radionuklida Cs-137 merupakan produk fisi, nuklida tersebut terbentuk dari pengotor yang terkandung dalam air yang digunakan dalam sistem reaktor. Untuk radionuklida Co-60, Sb-124 dan Zn-65 merupakan produk korosi yang dihasilkan dari proses aktivasi unsur-unsur pengotor material dari sistem-sistem seperti:, pompa, valve dan tangki.

Radionuklida-radionuklida di dalam limbah cair yang ditimbulkan dari proses aktivasi maupun fisi selama RSG-GAS beroperasi menghasilkan konsentrasi radioaktivitas yang nilainya masih di bawah batasan Safety Analysis Report (SAR) Revisi 9. Lampiran 1. menunjukkan Konsentrasi Radioaktivitas dalam sistem di reaktor yang diambil dari Safety Analysis Report (SAR) .



Gambar1. Grafik hasil analisis limbah cair



Gambar2. Grafik hasil analisis limbah cair dan batas yang diijinkan

KESIMPULAN

Dari hasil analisis kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan spektrometri gamma diperoleh konsentrasi radioaktivitas limbah cair. Dari hasil ini, disimpulkan bahwa konsentrasi radioaktivitas limbah cair di RSG-GAS masih tidak melebihi batas keselamatan lingkungan yang ditentukan dalam Safety Analysis Report (SAR) Revisi 9 dan Nilai Batas Radioaktivitas di air dan udara (SK. No. 02/Ka-Bapeten/V-1999)

DAFTAR PUSTAKA

1. PUDJIJANTO MS., MA²SUM ISCHAQ, MULYONO, WISNU SUSETYO, “Analisis Cuplikan Bahan Radioaktif Secara Kualitatif & Kuantitatif Menggunakan Metode Spektrometri Gamma”, Laporan Kegiatan Intern Bidang (tidak dipublikasi) BK3, PPBMI, Batan Yogyakarta (1983).
2. P.M. UDIYANI, “Radioaktivitas Air Kolam Pada Kondisi Sistem Lapisan Air Panas Beroperasi”, Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian di PRSG tahun 1994-1995
3. BATAN Team, "Safety Analysis Report ", 8th revision.
4. TH. RINA MULYANINGSIH, UNGGUL HARTOYO, “Evaluasi Radioaktivitas Limbah Cair Aktif RSG-GAS”, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Pranata Nuklir, 24-25 Nopember 1999.
5. WISNU SUSETYO dan SUDARMADJI, “Kalibrasi Spektrometer- γ dengan Metode PTB (Physikalish Technische Bundesanstalt)”, Prosiding KIM, F 6.1-6.13 (1983).
6. Keputusan Kepala BAPETEN (SK. No. 02/Ka-Bapeten/V-1999)

Lampiran 1.

Tabel 3. Konsentrasi Radioaktivitas Sistem RSG-GAS (dalam Bq / l) menurut SAR.

Nuklida	JE01	KBB01	KTA01	KTF01	KPK01	KPK02
Co-60	$2,1 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$8,5 \times 10^1$	$5,18 \times 10^2$
Eu-155	$1,9 \times 10^{-1}$	$1,9 \times 10^{-1}$	$1,9 \times 10^{-1}$	$1,9 \times 10^{-1}$	$7,77 \times 10^{-2}$	$4,07 \times 10^{-1}$
Cs-137	2,405	2,405	2,405	2,405	0,962	$3,7 \times 10^6$
Sb-125	$8,88 \times 10^{-2}$	$8,88 \times 10^{-2}$	$8,88 \times 10^{-2}$	$8,88 \times 10^{-2}$	$3,58 \times 10^{-2}$	$1,8 \times 10^5$
Nb-95	$7,8 \times 10^2$	$7,8 \times 10^2$	$7,8 \times 10^2$	$7,8 \times 10^2$	$3,1 \times 10^3$	$8,51 \times 10^2$
Ni-65	$5,18 \times 10^2$	$5,18 \times 10^2$	$5,18 \times 10^2$	$5,18 \times 10^2$	$2,07 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$
Cr-51	$3,7 \times 10^4$	$3,7 \times 10^4$	$3,7 \times 10^4$	$3,7 \times 10^4$	14800	$7,4 \times 10^4$
Na-24	$8,9 \times 10^4$	$8,9 \times 10^4$	$8,9 \times 10^4$	$8,9 \times 10^4$	$3,69 \times 10^4$	$1,8 \times 10^5$
Fe-59	$2,33 \times 10^2$	$2,33 \times 10^2$	$2,33 \times 10^2$	$2,33 \times 10^2$	$9,25 \times 10^2$	$4,81 \times 10^2$