

PENGENDALIAN BUANGAN LIMBAH CAIR AKTIF DARI TANGKI KPK 01 RSG-GAS TERHADAP LINGKUNGAN

Unggul Hartoyo, Rohidi, Anto Setiawanto, Subiharto
PRSG-BATAN

ABSTRAK

PENGENDALIAN BUANGAN LIMBAH CAIR AKTIF DARI TANGKI KPK 01 RSG-GAS TERHADAP LINGKUNGAN. Telah dilakukan pengendalian buangan limbah cair aktif dari tangki KPK01 RSG-GAS terhadap Lingkungan. Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah dengan mencuplik sampel air di tangki penyimpanan limbah cair (KPK01 BB01 dan KPK01 BB02). Hasil pencacahan yang dilakukan limbah cair tersebut mengandung nuklida-nuklida produk korosi dan aktivasi. Dari data perhitungan yang diperoleh, nuklida yang teridentifikasi dari cuplikan limbah cair adalah : Co-60, Zn-65, Na-24. Konsentrasi radioaktivitas nuklida-nuklida tersebut masih dibawah batasan yang diijinkan.

ABSTRACT

CONTROL OF ACTIVE DISCARD RADIOACTIVITY LIQUID WASTE FROM TANK KPK01 OF RSG-GAS TO ENVIRONMENT. Have been conducted by radioactive liquid waste discard radioactivity concentration analysis of RSG-GAS. Method which is used in this analysis is with attack sample irrigate in depository tank of liquid waste KPK01 BB01 and of KPK01 BB02. Result of conducted by count is the liquid waste contain product nuclides of corrosion activation and. Of obtained calculation data, nuclide identified from liquid waste attack sample is : Co-60, Zn-65, Na-24, the Concentration Radioactivity nuclides still under permitted definition.

PENDAHULUAN

Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy (RSG-GAS) merupakan reaktor riset (penelitian) yang memanfaatkan fluks neutron dari reaksi fisi (pembelahan). Panas yang dibangkitkan dari reaksi fisi dibuang ke lingkungan. Beroperasinya RSG-GAS diperoleh banyak manfaat diantaranya untuk iradiasi target untuk produksi radioisotop, aktivasi neutron untuk penelitian, pewarnaan batu topaz, uji material, pendidikan pelatihan operator reaktor. Disamping manfaat yang begitu banyak terdapat konsekuensi lain yang harus di tanggung untuk mendukung beroperasinya RSG-GAS yaitu ditimbulkannya limbah radioaktif. Limbah radioaktif yang ditimbulkan oleh RSG-GAS meliputi limbah padat, limbah cair dan gas.

Pengendalian buangan limbah cair aktif dari tangki KPK01 RSG-GAS terhadap Lingkungan bertujuan agar limbah cair tersebut harus dikelola dengan baik agar pekerja radiasi dapat bekerja lebih aman, tidak menimbulkan dampak negatif bagi

masyarakat dan limbah tidak mencemari lingkungan

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). Gangguan radiasi gamma latar belakang dijamin cukup rendah karena pencacahan cuplikan air limbah dilakukan di dalam perisai Pb setebal 10 cm.

Dalam melakukan pengendalian buangan limbah cair aktif dari tangki KPK01 RSG-GAS terhadap lingkungan diharapkan hasil pengendalian masih dibawah batas yang diijinkan BAPETEN serta sesuai dengan SOP yang dikeluarkan oleh PTLR.

DASAR TEORI

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 pengelolannya harus mengikuti prosedur yang berlaku.

Seluruh limbah radioaktif cair aktifitas sedang maupun tinggi harus diolah oleh PTLR .

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 system : 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, sedangkan bila konsentrasi radioaktivitas limbah cair tersebut sedang maka akan dialirkan kedalam tangki KPK 02, yang mempunyai kapasitas penampungan $6,3 \text{ m}^3$, biasanya dihasilkan dari : sistem *flushing* resin, *venting beam tube* (PRTF), boks isotop, dan sistem *rabbit*.

Kegiatan pengolahan dan pembuangan limbah dilakukan di luar fasilitas RSG-GAS yaitu PTLR.

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.

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

TATA KERJA

ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN

1. Alat Yang Digunakan :

- Sistem Spektrometer Gamma latar rendah dengan MCA berbasis detektor HP-Ge

2. Bahan Yang Digunakan

- Sumber Standar Eu $-^{152}$, Co $-^{60}$
- Merineli kapasitas 1 liter
- Jerigen kapasitas 1 liter

PENYIAPAN / PENGAMBILAN CUPLIKAN

Dalam menindaklanjuti limbah cair RSG-GAS, dilakukan 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 2010.

Sampel	Kode sampel	Volume	Nuklida	Aktivitas (Bq/l)	Rekomendasi PTLR (Bq/l)	Nilai Batas Radioaktivitas di air (SK.No.02/Ka-Bapeten/V-1999)
1	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60	82.53	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	52.78		4 x 10 ³ Bq / l
			Na-24	74.73		7 x 10 ³ Bq / l
2	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60	64.73	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	20.14		4 x 10 ³ Bq / l
3	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60	49.41	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	72.82		4 x 10 ³ Bq / l
4	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60	76.21	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	17.65		4 x 10 ³ Bq / l
5	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60	89.81	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	28.96		4 x 10 ³ Bq / l
			Na-24	411.26		7 x 10 ³ Bq / l
6	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60	82.09	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	27.86		4 x 10 ³ Bq / l
7	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60	88.17	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	43.82		4 x 10 ³ Bq / l
8	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60	89.07	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	42.85		4 x 10 ³ Bq / l
9	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60	89.07	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	42.85		4 x 10 ³ Bq / l
10	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60	96.36	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	43.56		4 x 10 ³ Bq / l
11	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60	84.81	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	24.97		4 x 10 ³ Bq / l
12	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60	92.10	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	40.14		4 x 10 ³ Bq / l
13	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60	81.28	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	16.23		4 x 10 ³ Bq / l
14	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60	93.86	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	39.12		4 x 10 ³ Bq / l
15	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60	95.38	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	32.29		4 x 10 ³ Bq / l
16	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60	165.20	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
17	KBB	60m ³	Co-60	25.62	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Na-24	67.17		7 x 10 ³ Bq / l
18	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60	112.32	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l
			Zn-65	39.65		4 x 10 ³ Bq / l

Tabel 1. Lanjutan

Sampel	Kode sampel	Volume	Nuklida	Aktivitas (Bq/l)	Rekomendasi PTLR (Bq/l)	Nilai Batas Radioaktivitas di air (SK.No.02/Ka-Bapeten/V-1999)
19	KPK01 BB02	20 m ³	ttd	ttd	1 x 10 ²	
20	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60 Zn-65	110.97 14.72	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
21	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Zn-65	68.93 23.38	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
22	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Zn-65	87.68 28.74	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
23	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60	8.60	1 x 10 ²	2 x 10 ³ Bq / l

Tabel 2. Hasil Analisis Limbah Cair RSG-GAS Tahun 2011 .

Sampel	Kode sampel	Volume	Nuklida	Aktivitas (Bq/l)	Rekomendasi PTLR	Nilai Batas Radioaktivitas di air (SK.No.02/Ka-Bapeten/V-1999)
1	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Zn-65	9.23 6.16	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
2	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Zn-65	7.80 1.90	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
3	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Zn-65	28.53 31.27	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
4	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60 Zn-65	27.62 19.42	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
5	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Zn-65	25.59 11.18	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
6	KBB	80 m ³	Co-60 Zn-65	36.41 9.67	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
7	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60 Zn-65	24.35 11.49	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
8	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60 Zn-65	293.81 5.84	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
9	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Zn-65	33.91 10.56	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
10	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60	186.40	1 x 10 ² Bq / l	
11	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Zn-65	31.71 2.14	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
12	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60 Zn-65	159.63 20.01	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
13	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Zn-65	19.80 2.62	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
14	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60	67.46	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l
15	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60	131.01	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l

Tabel 2. Lanjutan

Sampel	Kode sampel	Volume	Nuklida	Aktivitas (Bq/l)	Rekomendasi PTLR (Bq/l)	Nilai Batas Radioaktivitas di air (SK.No.02/Ka-Bapeten/V-1999)
16	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Zn-65 Na-24	1748.19 2868.37 1573.73	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l 7 x 10 ³ Bq / l
17	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60 Na-24	318.93 375.52	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 7 x 10 ³ Bq / l
18	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60 Zn-65	784.59 467.24	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
19	KBB	80 m ³	Co-60 Zn-65	462.50 301.75	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
20	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Zn-65	241.32 338.96	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
21	KBB	80 m ³	Co-60 Zn-65	215.20 251.63	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
22	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Zn-65	101.57 213.35	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
23	KBB	80 m ³	Co-60 Zn-65	172.27 204.30	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
24	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60	116.87	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l
25	KBB	100 m ³	Co-60	182.75	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l
26	KPK01 BB02	20 m ³	Co-60 Zn-65	11.71 39.43	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 4 x 10 ³ Bq / l
27	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60 Na-24	139.25 2616.99	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l 7 x 10 ³ Bq / l
28	KPK01 BB01	20 m ³	Co-60	188.33	1 x 10 ² Bq / l	2 x 10 ³ Bq / l

Pada Tabel 1 dan 2 tampak radionuklida-radionuklida yang terkandung dalam limbah. Terlihat dari setiap cuplikan mengandung radionuklida :, Co-60, Zn-65, Na-24

Untuk radionuklida Co-60, Na-24 dan Zn-65 merupakan produk korosi yang dihasilkan dari proses aktivasi unsur-unsur pengotor material dari sistem-sistem seperti :, pompa, valve dan tangki.

Dari hasil analisis kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan spektrometri gamma diperoleh konsentrasi radioaktivitas limbah cair yang tertinggi di tahun 2010 adalah Co-60 sebesar 165 Bq/l , Zn-65 sebesar 72 Bq/l, Na-24 sebesar 411,26 Bq/l dan di tahun 2011 yang tertinggi adalah Co-60 sebesar 1748,19 Bq/l , Zn-65 sebesar 2868,37 Bq/l dan Na-24 sebesar 2616,99. Bq/l

Hasil analisis sampel yang melebihi 200 Bq/l tidak dapat diolah di PTLR untuk itu PRSG harus menunggu sampai hasil analisisnya mencapai dibawah 100 Bq/l sesuai dengan persyaratan yang

dikeluarkan PTLR dengan cara melakukan analisis ulang.

KESIMPULAN

1. Hasil analisis kuantitatif dan kualitatif dari limbah cair hasil pengoperasian RSG-GAS yang tidak melebihi batas persyaratan pengelolaan limbah di PTLR telah dilakukan pengirimannya ke PTLR.
2. Hasil analisis kuantitatif dan kualitatif dari limbah cair hasil pengoperasian RSG-GAS yang melebihi batas persyaratan pengelolaan limbah oleh PTLR akan dilakukan pencuplikan dan analisis ulang dengan waktu tertentu sampai meluruh, sehingga batas yang dipersyaratkan PTLR terpenuhi yaitu dibawah 100 Bq/l.

DAFTAR PUSTAKA

1. **PUDJIJANTO MS., MA”SUM 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. **WISNU SUSETYO dan SUDARMADJI**, “Kalibrasi Spektrometer- γ dengan Metode PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt)”, Prosiding KIM, F 6.1-6.13 (1983).
3. Keputusan Kepala BAPETEN (SK. No. 02/Ka-Bapeten/V-1999)
4. Rekomendasi PTLR dalam Rapat Koordinasi Pengelooan Limbah.