

## ANALISIS LEPASAN RADIOAKTIF DI RSG GAS

SUBIHARTO, NAEK NABABAN, UNGGUL HARTOYO

PRSG-BATAN

Kawasan Puspiptek Gedung 31 15310 Tangerang

### Abstrak

**ANALISIS LEPASAN RADIOAKTIF DI RSG-GAS.** Telah dilakukan analisis lepasan radioaktif di Reaktor serba Guna GA. Siwa Bessy. Manfaat dioperasikannya RSG-GAS sangat banyak yaitu antara lain: iradiasi target untuk produksi radioisotop, penelitian dengan metode aktivasi neutron, penelitian dan kegiatan menggunakan tabung berkas neutron, uji material, pemuliaan batu hias dan pelatihan operator reaktor. Untuk meyakinkan bahwa Reaktor Serba Guna selama beroperasi aman bagi operator dan lingkungan maka perlu dilakukan pemantauan lepasan radioaktifnya. Pemantauan dilakukan dengan menggunakan MCA Maestro32, dengan cara mengambil sampel air sebelum disalurkan ke sistem Pantauan Buangan Terpadu (PBT), sedangkan lepasan udara ke cerobong dipantau melalui sistem KLK 06 CR001 untuk operasi normal dan KLK06 CR002 untuk kondisi tidak normal. Dari hasil analisis yang dilakukan diketahui adanya nuklida-nuklida yang terkandung di dalam air dengan aktivitas terendah  $0,65 \times 10^{-1}$  Bq/l, tertinggi  $5,48 \times 10^{-1}$  Bq/l untuk Co-60, sedangkan untuk Zn-65 dengan aktivitas terendah  $0,63 \times 10^{-1}$  Bq/l, tertinggi  $3,23 \times 10^{-1}$  Bq/l, harga ini masih berada dibawah ketentuan keselamatan yaitu  $2 \times 10^3$  Bq / l untuk Co dan  $4 \times 10^3$  Bq/l untuk Zn. Untuk lepasan cerobong operasi normal rata-rata  $5,4 \times 10^{-7}$  Ci/m<sup>3</sup> pertahun, sedangkan kondisi tidak normal rata-rata pertahun  $1 \times 10^{-4}$  Ci/ m<sup>3</sup> udara, harga ini masih berada dibawah ketentuan keselamatan yaitu  $5 \times 10^{-4}$  Ci/ m<sup>3</sup>. Dengan diketahuinya nuklida beserta aktivitasnya maka dapat diketahui bahwa pengoperasian berjalan sesuai dengan ketentuan keselamatan yang berlaku.

**Kata kunci :** Lepasn, Radioaktif

### Abstract

**RADIOACTIVE RELEASES ANALYSIS IN THE RSG-GAS.** It had been done the radioactive releases analysis in the RSG-GAS. The RSG-GAS has some purposes within its operations, such as : targets irradiation for isotopes production, neutron activation analysis – based research, research using the neutron beam tube, material testing, gemstone enhancement, and reactor operator training. In order to convince that the RSG-GAS operation is safe for its operators and its surroundings environment, then its radioactive releases must be monitored. The monitoring is carried out using Maestro 32 MCA by taking samples of liquid waste before it is stored to the integrated disposal monitoring system, meanwhile for the gaseous waste – which is released trough the reactor stack – is monitored by KLK 06 CR001 system for normal operation and by KLK 06 CR002 system for abnormal operation. From the analysis results, it could be known that the liquid waste contained some radionuclides such as Co-60 and Zn-65. For Co-60, the lowest activity was  $0,65 \times 10^{-1}$  Bq/l and the highest was  $5,48 \times 10^{-1}$  Bq/l. For Zn-65, the lowest activity was  $0,63 \times 10^{-1}$  Bq/l and the highest activity was  $3,23 \times 10^{-1}$  Bq/l, these values are still under the safety terms limit which are  $2 \times 10^3$  Bq / l for Co and  $4 \times 10^3$  Bq/l for Zn. For the gaseous waste releases through the reactor stack, it average concentration at normal operation was  $5,4 \times 10^{-7}$  Ci/m<sup>3</sup> for each year and at abnormal operation was  $1 \times 10^{-4}$  Ci/ m<sup>3</sup>, these value were still under safety terms limit which is  $5 \times 10^{-4}$  Ci/ m<sup>3</sup>. By identifying the radionuclides and their activity values, then it can be convinced that the reactor operation has been accordance with the valid safety terms.

**Keywords:** Release, Radiactive

## PENDAHULUAN

Dengan beroperasinya RSG-GAS, diperoleh manfaat yang banyak, yaitu iradiasi target untuk produksi radioisotop, penelitian dengan metode aktivasi neutron, penelitian dan kegiatan lain menggunakan tabung berkas neutron, uji material, pemuliaan batu hias dan pelatihan operator reaktor. Di samping manfaat yang begitu banyak, ada konsekuensi lain yang harus diperhatikan yaitu, hasil lepasan akibat dari pengoperasian reaktor, baik lepasan ke udara maupun buangan air limbah.

Limbah cair yang dihasilkan RSG-GAS dikelompokkan ke dalam dua kategori yaitu limbah cair aktivitas rendah dan limbah cair aktivitas sedang. Limbah-limbah cair ini ditampung pada dua tangki penampungan limbah aktivitas rendah (KPK01 BB01 dan BB02). Dua tangki ini secara bergantian difungsikan sebagai tangki *stand-by*, yaitu satu tangki yang siap menampung, sedang tangki yang satunya difungsikan sebagai tangki isolasi, yaitu tangki untuk menyimpan dan mengisolasi limbah cair yang sedang dianalisis tingkat aktivitasnya di laboratorium Bidang Keselamatan. Hasil analisis akan menjadi rekomendasi penanganan limbah cair selanjutnya, dalam hal ini ada dua kemungkinan yaitu dapat di salurkan ke sistem Pantauan Buangan Terpadu (PBT) atau harus diolah/dikirim ke Pusat Teknologi Limbah Radioaktif.

Untuk lepasan udara yang dihasilkan RSG-GAS ditanggulangi sepenuhnya dengan baik oleh sistem ventilasi. Untuk keperluan tersebut sistem ventilasi dilengkapi dengan berbagai macam filter antara lain, pre filter, *absolut* filter dan Iod (*charcool*) filter serta menerapkan perbedaan tekanan antar ruangan di dalam gedung reaktor, perbedaan tekanan secara umum di luar/dalam gedung reaktor. Udara buangan dilewatkan melalui cerobong tinggi (52,85 m dari permukaan tanah), dan dipantau tingkat aktivitasnya dan diatur agar selalu pada tingkat yang diizinkan.

## DISKRIPSI

### Buangan air RSG-GAS

Buangan air RSG-GAS merupakan limbah cair dari hasil pengoperasian reaktor, dimana limbah tersebut akan disalurkan ke

sistem Pantauan Buangan Terpadu (PBT) – PTLR, yang selanjutnya akan ditindaklanjuti (dikelola oleh PTLR). Limbah cair yang dihasilkan RSG-GAS dikelompokkan kedalam dua kategori yaitu limbah cair aktivitas rendah dan sedang.

Limbah cair aktivitas rendah berasal dari:

1. Kondensasi sistem ventilasi.
2. Air bekas dekontaminasi di ruang dekontaminasi
3. Air drainase lantai daerah aktif
4. Air drainase komponen primer.
5. Air primer yang sengaja dipindah ke sistem drainase kolam reaktor (KBB01) atau yang secara otomatis mengalir dari permukaan kolam reaktor ke KBB01

Limbah Cair aktivitas sedang berasal dari:

1. Sistem pemindah resin bekas (KBB01), ketika operasi pemindah resin bekas dari sistem pemurnian ke tangki penampung atau pemindahan resin dari tangki penampung ke tangki siap angkut.
2. Sistem pengisian air tabung berkas neutron (KWA01), ketika mengosongkan tabung berkas neutron,
3. Hot cell, isotop box, hidraulik rabbit system.
4. Seluruh limbah cair yang akan di salurkan ke sistem Pantauan Buangan Terpadu (PBT), PTLR terlebih dahulu dianalisis untuk direkomendasikan.

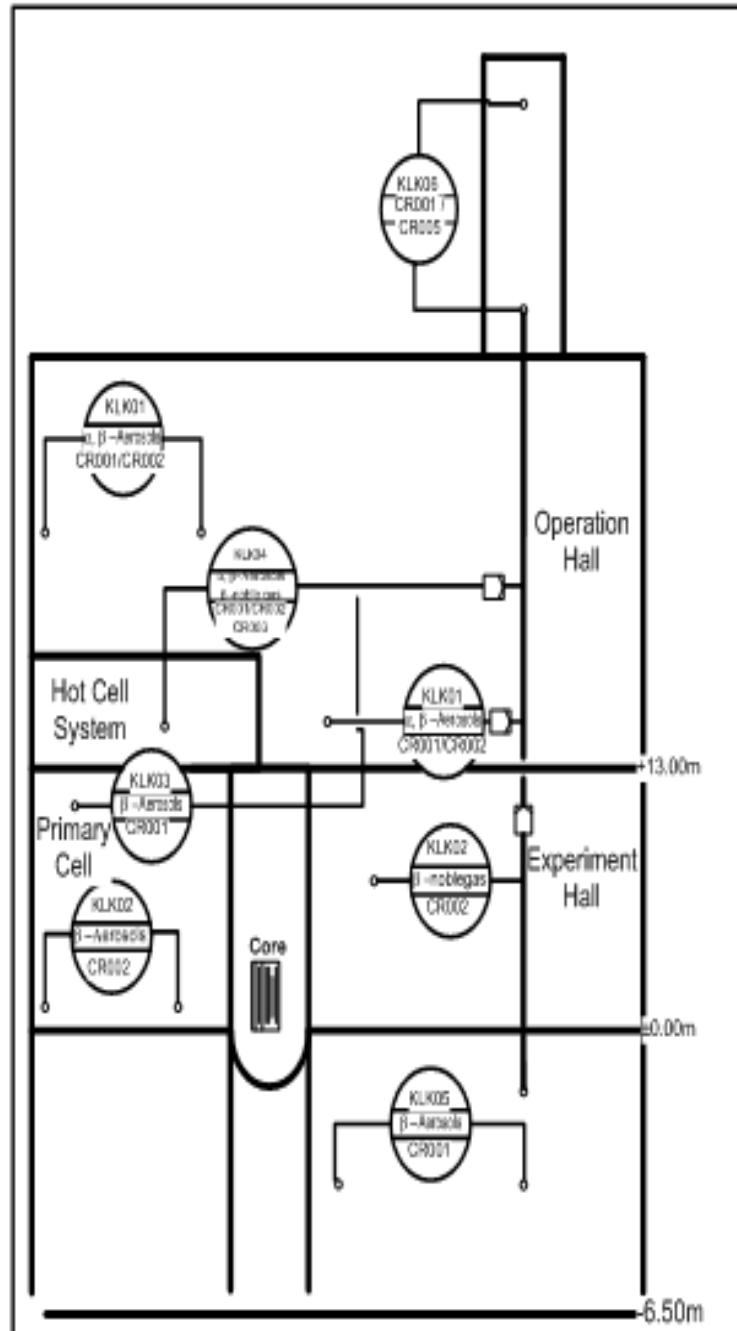
### Lepasan Udara

Untuk lepasan udara yang dihasilkan RSG-GAS ditanggulangi sepenuhnya dengan baik oleh sistem ventilasi. Untuk keperluan tersebut sistem ventilasi dilengkapi dengan berbagai macam filter antara lain, pre filter, absolut filter dan Iod (*charcool*) filter serta menerapkan perbedaan tekanan antar ruangan di dalam gedung reaktor. Udara buangan dilewatkan melalui cerobong dan dipantau tingkat aktivitasnya dan dikendalikan agar selalu pada tingkat yang diizinkan. Cerobong ventilasi terletak di bagian paling atas gedung tangga dengan ketinggian 52,85 m di atas permukaan tanah dan diameternya 1,5 m. Pengukuran tingkat aktivitas pada cerobong dilakukan dengan cara pencuplikan sebagian aliran yang dipisahkan untuk memasok titik-titik pengukuran lepasan dan harus mewakili

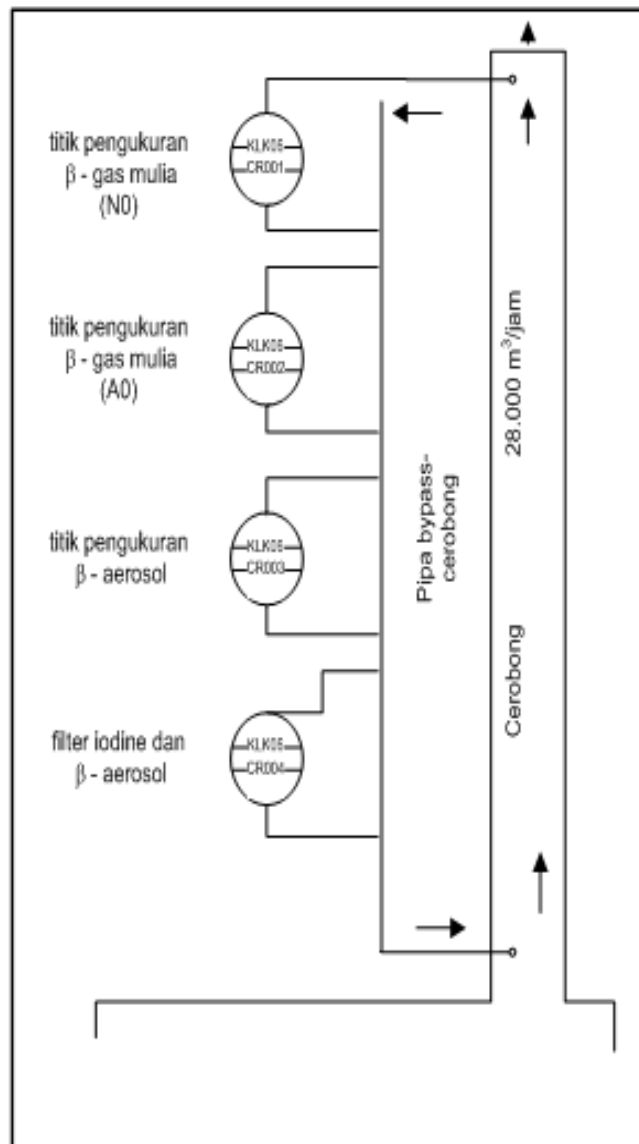
aliran udara buangan total. Hal ini berarti bahwa kecepatan masukan udara ke dalam lubang pengambilan cuplikan sama dengan kecepatan aliran udara buangan total pada titik itu juga. Tingkat Pengukuran aktivitas di cerobong udara buangan diukur oleh satu sistem pemantau aktivitas yang membunyikan alarm jika nilai batas yang ditentukan

terlampaui. Tingkat radioaktivitas udara di RSG-GAS di pantau oleh sistem KLK06 CR001 untuk kondisi operasi normal dan KLK06 CR002 untuk kondisi kecelakaan. Informasi sistem tersebut berupa aktivitas total dalam satuan  $Ci/m^3$ .

Diagram alir aktivitas udara di gedung reaktor diperlihatkan pada dibawah ini:



a.



b.

**Gambar 1.** a. Diagram alir aktivitas udara Instalasi Reaktor. b. Titik-titik pengukuran emisi cerobong reaktor

## METODOLOGI

### 1. Analisis buangan Limbah Cair

Limbah cair yang beraktivitas rendah dan sedang ditampung di dalam tempat penampungan limbah KPK01 BB01 dan BB02. Sebelum limbah ini dibuang atau salurkan ke sistem Pantauan Buangan Terpadu (PBT), terlebih dahulu dianalisis dengan langkah sebagai berikut :

a. Sampel diambil dari tangki BB01 dan BB02

b. Setelah sampel diambil kemudian ditempatkan ke dalam merinelli dengan volume 1 liter

c. Selanjutnya dicacah dengan menggunakan MCA Maestro32

d. Hasil analisis ditampilkan dalam table 1

### 2. Pengamatan Lepasn Udara

Udara sebelum dibuang ke lingkungan dilewatkan kedalam filter yang terbuat dari *Charcoal* , untuk meyakinkan bahwa udara yang terlepas tidak terkontaminasi maka dilakukan pengamatan terhadap sistem berikut :

a. KLK06 CR001, untuk kondisi normal operasi

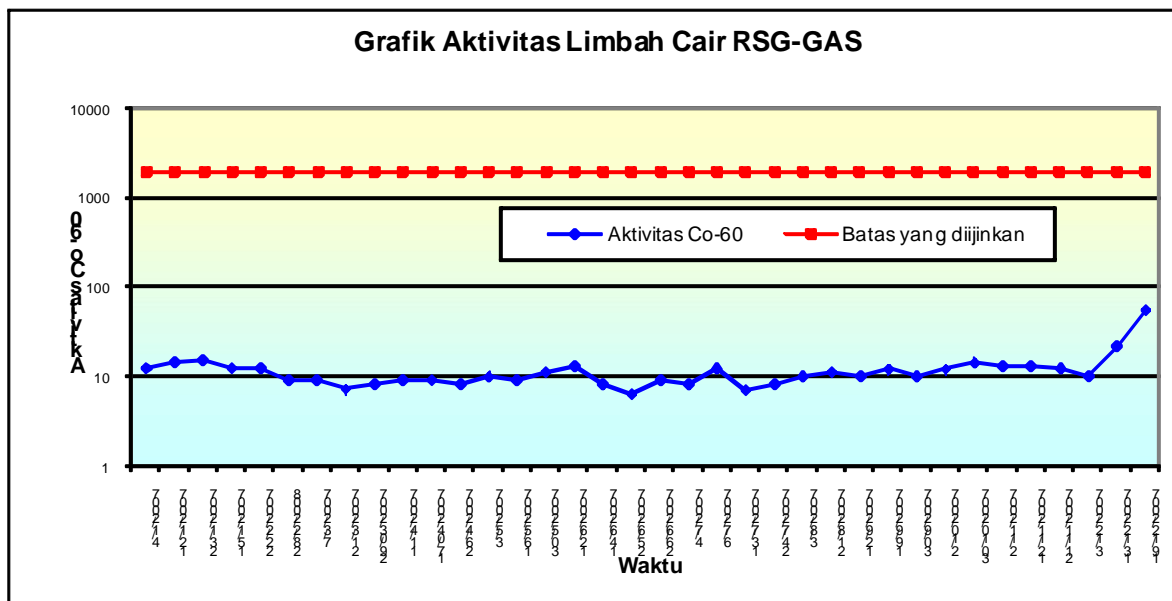
- b. KLK06 CR002, untuk kondisi tidak normal **HASIL**
- c. Hasil pengamatan ditampilkan dalam tabel 2 Hasil pengamatan limbah cair tahun 2007 dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Data Hasil Analisis air buangan sebelum ke PBT Tahun 2007

NO	TANGGAL	NUKLIDA BQ/L			
		CO-60	ZN-65	CS-137	SB-124
1	4/1/2007	12.38	10.43		
2	12/1/2007	14.46	12.56		
3	23/1/2007	15.46	13.54		
4	15/1/2007	12.45	10.05		
5	22/2/2007	12.46	11.44		
6	28/2/2008	9.25	8.15		
7	7/3/2007	9.26	7.64		
8	21/3/2007	7.36	7.08		
9	29/03/2007	8.36	8.56		
10	11/4/2007	9.25	9.14		
11	17/04/2007	9.21	8.87		
12	26/4/2007	8.36	7.57		
13	3/5/2007	10.07	9.46		
14	16/5/2007	9.27	6.46		
15	30/5/2007	11.26	8.36		
16	12/6/2007	13.24	10.12		
17	14/6/2007	8.26	7.78		
18	25/6/2007	6.46	8.68		
19	26/6/2007	9.36	7.18		
20	4/7/2007	8.26	7.36		
21	6/7/2007	12.36	10.18		
22	13/7/2007	7.12	8.06		
23	24/7/2007	8.32	6.26		
24	3/8/2007	10.12	8.68		
25	21/8/2007	11.24	9.26		
26	12/9/2007	10.36	8.46		
27	19/9/2007	12.24	9.68		
28	30/9/2007	10.12	9.76		
29	2/10/2007	12.22	9.38		
30	30/10/2007	14.34	8.37		
31	2/11/2007	13.32	11.26		
32	12/11/2007	13.12	10.76		
33	21/11/2007	12.36	10.47		
34	3/12/2007	10.26	9.38		
35	13/12/2007	21.76	24.46		
36	19/12/2007	54.82	32.26		

**Tabel 2.** Data aktivitas terendah dan tertinggi Nuklida Analisis air buangan

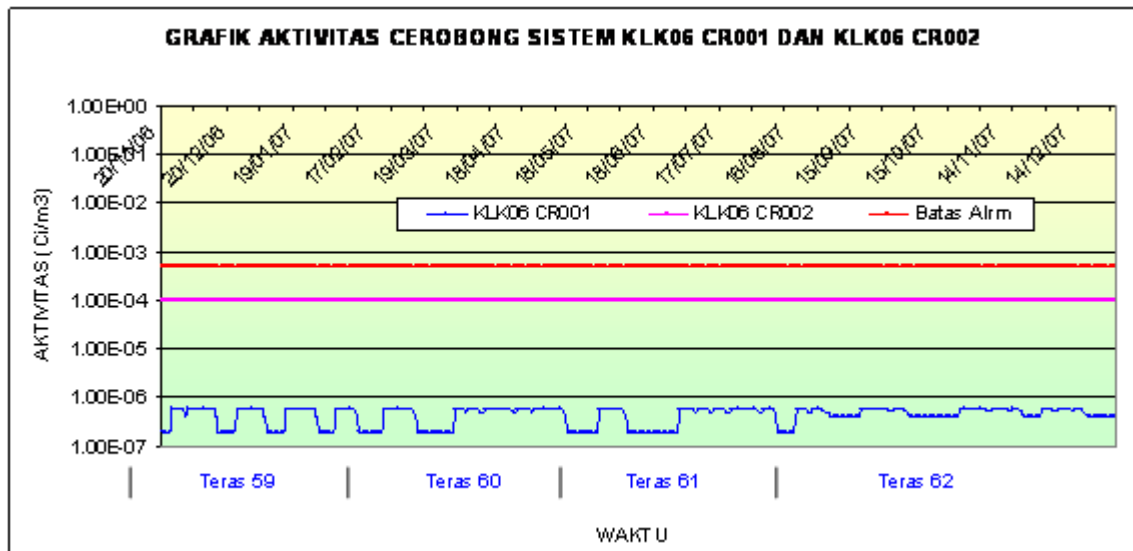
KODE SAMPLE	NUKLIDA	AKTIVITAS (BQ / L) TERENDAH - TERTINNGI	NILAI BATAS RADIOAKTIVITAS DI AIR (SK. NO.02 / KA- BAPETEN / V-1999)
LIMBAH CAIR	CO-60	6,5– 54,8	2 X 10 <sup>3</sup> BQ / L
	ZN-65	6,3 – 32,3	4 X 10 <sup>3</sup> BQ / L
	CS-137		7 X 10 <sup>2</sup> BQ / L
	SB-124		7 X 10 <sup>2</sup> BQ / L



**Gambar 3.** Grafik Aktivitas Limbah Cair RSG-GAS

**Tabel 3.** Data Aktivitas Sistem KLK06 CR001 dan KLK06 CR002

	TANGGAL	AKTIVITAS RATA-RATA SELAMA SATU BULAN (CI/M <sup>3</sup> )		
		KLK 06 CR001	KLK06 CR002	BATAS ALARM
TERAS 59 SAMPAI DENGAN 62	31/01/07	2.00E-07	1.00E-4	5.00E-4
	28/02/07	6.00E-07	1.00E-4	5.00E-4
	31/03/07	6.00E-07	1.00E-4	5.00E-4
	30/04/07	6.00E-07	1.00E-4	5.00E-4
	30/05/07	6.00E-07	1.00E-4	5.00E-4
	31/06/07	6.00E-07	1.00E-4	5.00E-4
	31/07/07	6.00E-07	1.00E-4	5.00E-4
	31/08/07	5.00E-07	1.00E-4	5.00E-4
	30/09/07	6.00E-07	1.00E-4	5.00E-4
	31/10/07	6.00E-07	1.00E-4	5.00E-4
	30/11/07	6.00E-07	1.00E-4	5.00E-4
	31/12/07	4.00E-07	1.00E-4	5.00E-4



**Gambar 4.** Grafik Aktivitas Cerobong Sistem KLK 06

## PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang disajikan pada tabel 1 dan 2 terlihat bahwa tampak radionuklida-radionuklida yang terdeteksi mengandung radionuklida Co-60 dan Zn-65, dengan aktivitas terendah  $0,65 \times 10^{-1}$  Bq/l, tertinggi  $5,48 \times 10^{-1}$  Bq/l untuk Co-60, sedangkan untuk Zn-65 dengan aktivitas terendah  $0,63 \times 10^{-1}$  Bq/l, tertinggi  $3,23 \times 10^{-1}$  Bq/l. Radionuklida Co-60 dan Zn-65 merupakan produk korosi yang dihasilkan dari proses aktivasi unsur-unsur pengotor material dari sistem-sistem seperti: pompa, valve, ventilasi 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 yang ditentukan dalam Nilai Batas Radioaktivitas di air (Keputusan Kepala Bapeten No.02/Ka-Bapeten/V-1999) yaitu  $2 \times 10^3$  Bq / l untuk Co dan  $4 \times 10^3$  Bq/l untuk Zn. Grafik aktivitas masing-masing radionuklida dengan nilai batas disajikan pada Gambar 3.

Tingkat radioaktivitas udara di RSG-GAS di pantau oleh sistem KLK06 CR001 untuk kondisi operasi normal dan KLK06 CR002 untuk kondisi kecelakaan. Informasi sistem tersebut berupa aktivitas total dalam satuan Ci/m<sup>3</sup> (tidak mendeteksi nuklida). Dalam tabel 3 diberikan contoh data aktivitas dari sistem KLK06 CR001 dan sistem KLK06 CR002 pada tahun 2007 pada kondisi reaktor

operasi dan tidak operasi (teras 59 s/d teras 62). Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa dalam kondisi normal lepasan udara rata-rata  $5,4 \times 10^{-7}$  Ci/m<sup>3</sup>, sedangkan kondisi tidak normal rata-rata pertahun  $1 \times 10^{-4}$  Ci/ m<sup>3</sup> udara, harga ini masih berada dibawah ketentuan keselamatan yaitu  $5 \times 10^{-4}$  Ci/ m<sup>3</sup>.

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis maka lepasan radionuklida di lingkungan untuk air terdeteksi adanya nuklida Co-60 dan Zn-65, dengan aktivitas terendah  $0,65 \times 10^{-1}$  Bq/l, tertinggi  $5,48 \times 10^{-1}$  Bq/l untuk Co-60, sedangkan untuk Zn-65 dengan aktivitas terendah  $0,63 \times 10^{-1}$  Bq/l, tertinggi  $3,23 \times 10^{-1}$  Bq/l. Batas yang diizinkan yaitu  $2 \times 10^3$  Bq / l untuk Co dan  $4 \times 10^3$  Bq/l untuk Zn  $5 \times 10^{-4}$  Ci/m<sup>3</sup>
2. Untuk lepasan udara rata-rata pada saat reaktor beroperasi  $6 \times 10^{-7}$  Ci/m<sup>3</sup>, sedangkan pada saat reaktor tidak beroperasi rata-rata sekitar  $2 \times 10^{-7}$  ci/m<sup>3</sup>. Batas yang diizinkan yaitu  $5 \times 10^{-4}$  Ci/ m<sup>3</sup>
3. Lepasn radioaktivitas dari RSG-GAS ke lingkungan (udara dan air) dapat dinyatakan aman terhadap lingkungan karena berada dibawah batas ketentuan keselamatan yang berlaku

## DAFTAR PUSTAKA

1. SK Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir  
Nomor : 01/KA- BAPETEN/V 99 : ”  
Ketentuan Keselamatan Kerja terhadap  
radiasi”
2. PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK  
INDONESIA, PP Nomor 27 tahun 2002  
tentang “ Pengelolaan Limbah Radioaktif”
3. KEPUTUSAN KEPALA BAPETEN No.  
03/Ka-BAPETEN /V-99 tentang “Ketentuan  
Keselamatan Pengelolaan Limbah  
Radioaktif”
4. PROSEDUR Pengendalian Daerah Kerja RSG-  
GAS
5. LAPORAN tri wulan Sub Bidang  
Pengendalian Daerah Kerja