

EVALUASI PENANGANAN LIMBAH DI RSG-GAS

Sudiyono, Unggul Hartoyo

ABSTRAK

EVALUASI PENANGANAN LIMBAH DI RSG-GAS. Dengan beroperasinya RSG- GAS, akan didapat segala manfaat yang diharapkan. Disamping manfaat yang begitu banyak, ada konsekwensi lain yang harus ditanggung yaitu limbah radioaktif. Limbah radioaktif yang ditimbulkan oleh RSG-GAS meliputi limbah cair, semi cair, padat dan gas. Limbah ini harus ditangani dengan baik agar tidak mencemari lingkungan. Evaluasi penanganan limbah sangat diperlukan untuk menilai keberhasilan dan kekurangan dalam menangani limbah serta dapat diusulkan metode penanganan limbah yang lebih baik dalam rangka menjawab kekurangan yang ditemukan. Produksi limbah cair dan padat, setelah melalui proses manajemen limbah, akhirnya dapat digolongkan menjadi limbah non nuklir. Produksi limbah RSG-GAS, akhirnya hanya berupa limbah semi cair (resin bekas) sebanyak 940 liter/tahun.

ABSTRACT

THE EVALUATION OF WASTE HANDLING AT RSG-GAS. It will be got all of hoping benefits from operating of the RSG-GAS. Besides the benefits, there are some side effects that must be accepted. There are radio actives waste from operating of the RSG-GAS. They covers Liquid waste, solid waste and gas waste. The wastes must be handled better so that it did not stain environment. The evaluation of waste handling is very important to evaluate the success and the deficiency of waste handling. It can be proposed the better method of waste handling to improve the deficiency. Production of liquid waste and solid waste after processing waste, it can be jointed as non nuclear waste. Production of RSG-GAS waste finally is only as ex-resin (semi liquid waste) is 940 litres/year.

PENDAHULUAN

Dengan beroperasinya RSG-GAS, akan didapat segala manfaat yang diharapkan yaitu iradiasi target untuk produksi radioisotop, penelitian dengan metode analisa aktivasi neutron, penelitian dan kegiatan lain menggunakan tabung berkas neutron, uji material, pemuliaan batu hias dan diklat operator reaktor. Disamping manfaat yang begitu banyak, ada konsekwensi lain yang harus ditanggung yaitu limbah radioaktif. Limbah radioaktif yang ditimbulkan oleh RSG-GAS meliputi limbah cair, semi cair, padat dan gas. Limbah ini harus ditangani dengan baik agar tidak mencemari lingkungan. Penanganan limbah radio aktif dilakukan sesuai dengan prosedur penanganan limbah

Limbah padat yang dihasilkan RSG-GAS meliputi limbah padat aktif dan limbah padat tidak aktif. Limbah padat yang tingkat kontaminasinya $\geq 0,37 \text{ Bq/cm}^2$ (untuk pemancar α); atau $\geq 3,7 \text{ Bq/cm}^2$ (untuk pemancar $\beta \gamma$) dinyatakan sebagai limbah padat aktif.^[1]

Limbah semi cair yang dihasilkan RSG-GAS adalah resin bekas pakai pada sistem purifikasi air kolam reaktor (KBE01), sistem purifikasi kolam penyimpanan bahan bakar bekas (FAK01) dan sistem purifikasi lapisan air hangat (KBE02). Resin bekas ini setelah keluar dari tangki sistem purifikasi dimasukkan kedalam tangki penampungan resin bekas (KBK01) untuk diluruhkan selama 6 bulan, kemudian dipindahkan ke tangki angkut untuk dibawa ke Pusat Teknologi Limbah Radioaktif.

Limbah cair yang dihasilkan RSG-GAS dikelompokkan kedalam dua kategori yaitu limbah cair aktivitas rendah (10^{-6} sampai 10^{-2} Ci/m^3) dan limbah cair aktivitas sedang (10^{-2} sampai 10^2 Ci/m^3)^[2]

. Limbah-limbah cair ini dimuarakan 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. Hasil analisis Laboratorium 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.

Limbah gas yang dihasilkan RSG-GAS ditanggulangi sepenuhnya dengan baik oleh sistem ventilasi. Untuk keperluan tersebut sistem ventilasi dilengkapi dengan 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 buang dilewatkan melalui cerobong tinggi (30 m), dan dipantau tingkat aktivitasnya dan diatur agar selalu pada tingkat yang diperbolehkan.

Evaluasi penanganan limbah sangat diperlukan untuk menilai keberhasilan dan kekurangan dalam menangani limbah. Dari hasil evaluasi dapat pula diusulkan metode penanganan limbah yang lebih baik untuk menjawab kekurangan yang ditemukan.

SUMBER LIMBAH^[2]

Limbah-limbah yang terdapat di PRSG berasal dari berbagai macam sumber, seperti diuraikan berikut:

Limbah cair aktivitas rendah berasal dari:

- Kondensasi sistem Ventilasi
- Air bekas dekontaminasi di ruang dekontaminasi
- Air drainasi lantai daerah aktif
- Air drainase komponen primer
- 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:

- Sistem pemindah resin bekas (KBK01), ketika operasi pemindahan resin bekas dari sistem pemurnian ke tangki penampung atau pemindahan resin dari tangki penampung ke tangki siap angkut.
- Sistem pengisian air tabung berkas neutron (KWA01), ketika mengosongkan tabung berkas neutron, dan
- Hot cell, isotop box, hidraulik rabbit system.

Limbah semi cair berasal dari:

- resin bekas pakai pada sistem purifikasi air kolam reaktor (KBE01),
- resin bekas pakai pada sistem purifikasi kolam penyimpanan bahan bakar bekas (FAK01)
- resin bekas pakai pada sistem purifikasi lapisan air hangat (KBE02). Resin bekas ini setelah keluar dari tangki sistem purifikasi dimasukkan kedalam tangki penampungan resin bekas (KBK01) untuk diluruhkan.

Limbah padat berasal dari:

- Kabel-kabel detektor neutron bekas pakai
- Aluminium foil bekas pakai

- Logam-logam teriradiasi
- Bahan penyerap bekas pakai
- Majun-majun bekas pakai
- Sarung tangan bekas pakai
- Filter–filter sistem ventilasi bekas pakai

PERKIRAAN PRODUKSI LIMBAH DI PRSG

Perkiraan pruduksi limbah di PRSG didasarkan pada dari diskripsi masing masing sistem, hasil evaluasi penanganan limbah untuk bebepapa tahun yang sudah dilalui, dan perkiraan logis.

- 1) Limbah Padat Logam terdiri dari :
- Kabel – kabel detektor neutron bekas pakai
 - Aluminium foil bekas pakai
 - Logam-logam teriradiasi
 - Dan lain-lain

Produksi limbah padat Logam pertahun = 10 Kg

- 2) Limbah padat non Logam terdiri dari :
- Bahan/kertas penyerap bekas pakai
 - Majun-majun bekas pakai
 - Sarung tangan bekas pakai
 - Filter – filter sistem ventilasi bekas pakai
 - Dan lain-lain

Produksi limbah padat non Logam pertahun = 8 drum/th (@ 100 ltr)

Limbah semi cair^[3]

Menurut pengalaman operasi, umur resin untuk sistem purufikasi kolam reaktor (KBE01) adalah 3 tahun, umur resin untuk sistem purufikasi kolam penyimpanan bahan bakar bekas(FAK01) adalah 4 tahun, umur resin untuk sistem purufikasi lapisan air hangat (KBE02) adalah 2 tahun, maka perkiraan produksi limbah semi cair adalah:

- Resin bekas pakai dari KBE 01	= 1500 ltr / 3th	= 500 ltr / th
- Resin bekas pakai dari KBE 02	= 400 ltr / 2th	= 200 ltr / th
- Resin bekas pakai dari FAK 01	= 700 ltr / 4th	= 175 ltr / th
	Jumlah	= 875 ltr /th

- 3) Limbah cair terdiri dari :

- Air yang berasal dari kondensasi sistem ventilasi
- Air yang berasal dari ruang deco lantai level 13 m
- Air yang berasal dari ruang deco lantai level 0 m
- Air yang berasal dari mesin cuci ultrasonic
- Air yang berasal dari luapan tangki reaktor
- Air yang berasal dari drainase sistem primer
- Air yang berasal dari pembilasan resin
- Air yang berasal dari drainase lantai daerah aktif
- Air yang berasal dari sistem pendingin primer yang sengaja dipindah ke sistem drainase kolam reaktor (KBB01) atau yang secara otomatis mengalir dari permukaan kolam reaktor ke KBB01.

Produksi limbah cair total = $590 \text{ m}^3 / \text{th}$

(Acuan : Produksi limbah cair tahun 2004 dan 2005)

MANAJEMEN LIMBAH

1) Limbah padat

Limbah padat (logam, non logam) di simpan di ruang limbah padat (lantai – 6,5 M).

Secara periodik di monitor paparan radiasi dan kontaminasinya. Limbah padat yang tingkat kontaminasinya $\geq 0,37 \text{ Bq/cm}^2$ (untuk pemencar alpha); atau $\geq 3,7 \text{ Bq/cm}^2$ (untuk pemencar beta gamma) dinyatakan sebagai limbah padat aktif.^[1]

Dilakukan sortir terhadap limbah padat, apabila paparan dan kontaminasinya rendah dan di bawah harga batas limbah aktif maka di perlakukan sebagai limbah non Nuklir dan di buang ke lingkungan atau dibakar.

2) Limbah semi cair (Resin bekas pakai)

Resin bekas dari KBE 01, KBE 02 dan FAK 01 di tampung di tangki resin bekas, di luruhkan selama 3 hingga 6 bulan dan di bawa ke PTLR.

3) Limbah Cair.

Limbah cair yang dihasilkan RSG-GAS dikelompokkan kedalam dua kategori yaitu limbah cair aktivitas rendah (10^{-6} sampai 10^{-2} Ci/m^3) dan limbah cair aktivitas sedang (10^{-2} sampai 10^2 Ci/m^3). Limbah-limbah cair ini dimuarakan pada dua tangki penampungan limbah aktivitas rendah (KPK01 BB01 dan BB02). Dua tangki ini secara bergantian difungsikan sebagai tangki *stand-by* , yaitu 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. Hasil analisis Laboratorium berupa 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.

Setelah rekomendasi dikeluarkan (berdasarkan hasil uji laboratorium) maka tangki yang penuh, dikosongkan airnya sesuai dengan rekomendasi (ada berita acara pembuangan). Setelah kosong maka tangki ini di fungsikan sebagai tangki *standby*.

Tangki yang lain apabila sudah penuh maka diisolasi, diambil sampel, dianalisa di laboratorium untuk dimintakan rekomendasi dari Bidang Keselamatan P2TRR. Apabila belum penuh maka di penuhi dengan memindahkan air dari KBB01, KPK02 atau KTA01, setelah penuh diisolasi, diambil sampel, dianalisa di laboratorium untuk dimintakan rekomendasi dari Bidang Keselamatan, dan seterusnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari berbagai macam jenis limbah yang dihasilkan RSG-GAS, limbah padat, semi cair dan cair yang telah ditangani, pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

Pada Oktober 1999, RSG-GAS mengirimkan 55 drum @ 100 liter, limbah padat ke Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR). Setelah itu belum pernah mengirim lagi, karena dengan menerapkan manajemen pengolahan limbah seperti uraian diatas, hampir semua limbah padat yang dihasilkan akhirnya bisa diberlakukan seperti limbah non nuklir.

Pada tanggal 25-5-2004, RSG-GAS membuang limbah padat (non nuklir) berupa filter bekas pakai pada sistem ventilasi, dengan aktivitas berkisar antara (0,94 s.d. 0,98) Bq/cm² dan majun-majun bekas pakai yang berasal dari Balai Operasi dengan aktivitas 1,8 Bq/cm² serta majun-majun bekas pakai yang berasal dari Balai Eksperimen dengan aktivitas 0,98 Bq/cm²

Pada tanggal 17-12 - 2004, RSG-GAS membuang limbah padat (non nuklir) berupa majun-majun bekas pakai yang berasal dari Balai Operasi dengan aktivitas 0,85 Bq/cm² dan majun-majun bekas pakai yang berasal dari Balai Eksperimen dengan aktivitas 0,85 Bq/cm² serta majun-majun bekas pakai yang berasal dari lantai -6,5 m dengan aktivitas 0,98 Bq/cm²

Limbah semi cair dari RSG-GAS semuanya dikirim ke PTLR.

Pada tanggal 8-9-1998 mengirim limbah semi cair sebanyak 1,5 m³

Pada tanggal 7-3-2000 mengirim limbah semi cair sebanyak 1,9 m³

Pada tanggal 17-2-2004 mengirim limbah semi cair sebanyak 2,2 m³

Pada tanggal 5-4-2006 mengirim limbah semi cair sebanyak 1,9 m³

Paparan radiasi pada permukaan tangki angkut = 50 mR/jam

Untuk limbah cair, RSG-GAS telah melakukan pengeluaran ke PBT seperti pada tabel

1. Nilai batas Radioaktivitas air menurut SK BAPETEN No. 02/Ka BAPETEN/V-1999 untuk

Co-60 = 2 x 10³ Bq/l

Zn-65 = 4 x 10³ Bq/l

Cs-137 = 7 x 10² Bq/l

Sb-124 = 7 x 10² Bq/l

Tabel 1. Pembuangan limbah cair dari RSG-GAS ke Pemantauan Buangan Terpadu

No.	Tanggal	Volume (m ³)	Aktivitas (Bq/liter)			
			Co-60	Zn-65	Cs-137	Sb-124
1.	06-05-2003	20	8,6	22,6	-	-
2.	14-05-2003	20	15,56	20,16	-	-
3.	05-06-2003	20	22,16	18,32	-	-
4.	19-06-2003	20	18,77	25,15	-	-
5.	02-07-2003	20	36,58	17,67	-	-
6.	17-07-2003	20	15,78	23,35	-	-
7.	08-08-2003	20	17,18	25,37	-	-
8.	19-08-2003	20	16,38	23,47	-	-
9.	02-09-2003	20	20,38	27,45	-	-
10.	19-12-2003	20	21,47	-	-	-

Tabel 1. Lanjutan

No.	Tanggal	Volume (m ³)	Aktivitas (Bq/liter)			
			Co-60	Zn-65	Cs-137	Sb-124
11.	07-01-2004	20	42,58	15,85	-	-
12.	28-01-2004	20	26,50	112	-	-
13.	09-02-2004	20	27,8	73,1	-	-
14.	10-02-2004	100	27,9	78,7	-	-
15.	04-03-2004	20	6,66	18,2	-	-
16.	17-03-2004	20	19,77	22,15		
17.	18-03-2004	1	46,4	31,8	462	-
18.	06-04-2004	20	54,8	252	-	4,81
19.	16-04-2004	20	16,73	27,35	-	-
20.	27-04-2004	20	-	35,6	-	-
21.	06-05-2004	20	27	11,8	-	-
22.	19-05-2004	20	2,49	8,44	-	-
23.	07-06-2004	20	6,29	7,64	-	-
24.	17-06-2004	20	52,1	194	148	-
25.	14-07-2004	20	3,34	7,12	48	-
26.	26-07-2004	20	35,6	8	-	-
27.	03-08-2004	20	5,54	6,68	35,26	-
28.	12-08-2004	20	35,6	87,2	58,2	-
29.	23-08-2004	20	32,6	57,2	38,2	-
30.	09-09-2004	20	25,6	57,3	48,6	-
31.	04-10-2004	20	28,6	53,2	-	-
32.	21-10-2004	20	61,9	148	-	-
33.	01-11-2004	20	35,6	125,2	-	-
34.	10-11-2004	20	28,6	67,3	78,6	-
35.	02-12-2004	20	7,99	7,29	-	-
36.	10-12-2004	20	17,6	15,3	-	-
37.	27-12-2004	20	22,76	19,27	-	-
38.	11-01-2005	20	16,68	17,37	-	-
39.	25-01-2005	20	18,76	17,47	-	-
40.	31-01-2005	20	3,0	4,67	-	-
41.	11-02-2005	20	13	16,67	-	-
42.	08-03-2005	20	33	26,67	-	-

Tabel 1. Lanjutan

No.	Tanggal	Volume (m ³)	Aktivitas (Bq/liter)			
			Co-60	Zn-65	Cs-137	Sb-124
43	23-03-2005	20	8,71	12,67	-	-
44	05-04-2005	20	23	29,37	-	-
45	15-04-2005	20	9,57	11,68	-	-
46	27-04-2005	20	21,67	27,36	-	-
47	16-05-2005	20	11,47	10,58	-	-
48	27-05-2005	20	19,67	22,26	-	-
49	09-06-2005	20	13,37	14,28	-	-
50	23-06-2005	20	22,27	18,26	-	-
51	04-07-2005	20	12,47	13,38	-	-
52	15-07-2005	20	21,57	19,36	-	-
53	28-07-2005	20	13,37	14,58	-	-
54	05-08-2005	20	18,36	17,56	-	-
55	19-08-2005	20	15,36	16,52	-	-
56	30-08-2005	20	16,34	15,25	-	-
57	14-09-2005	20	19,06	17,12	-	-
58	03-10-2005	20	16,34	15,25	-	-
59	17-10-2005	20	17,46	13,12	-	-
60	21-10-2005	20	17,37	14,26	-	-
61	31-10-2005	20	14,46	12,12	-	-
62	15-11-2005	20	13,34	11,25	-	-
63	21-11-2005	20	16,46	17,12	-	-
64	29-11-2005	20	20,34	16,25	-	-
65	13-12-2005	20	15,46	16,12	-	-
66	26-12-2005	20	18,32	13,21	-	-
67	05-01-2006	20	18,46	16,57	-	-
68	20-01-2006	20	21,16	17,42	-	-
69	04-02-2006	20	14,46	12,57	-	-
70	16-02-2006	20	19,16	16,42	-	-
71	01-03-2006	20	17,46	13,57	-	-
72	11-03-2006	20	17,26	14,45	-	-

Berdasarkan data limbah yang telah di hasilkan, limbah padat dari RSG-GAS berupa filter bekas dari sistem ventilasi, majun bekas, kertas penyerap bekas, setelah disimpan di

gudang limbah padat untuk jangka waktu tertentu dapat digolongkan menjadi limbah non nuklir

Limbah semi cair yang dihasilkan rata-rata 940 liter/tahun, dengan paparan pada permukaan tangki angkut sebesar 50 mR/jam.

Produksi limbah cair RSG-GAS rata-rata pertahun sebesar 590 m³/tahun. Angka sebesar ini dapat diusahakan lebih kecil apa bila masalah udara yang terperangkap di dalam *delay chamber* sudah dapat diatasi.

KESIMPULAN

Dari uraian-uraian yang dikemukakan diatas dapat disimpulkan bahwa

1. Produksi limbah cair dan padat, setelah melalui proses menejemen limbah, akhirnya dapat digolongkan menjadi limbah non nuklir.
2. Produksi limbah RSG-GAS, akhirnya hanya berupa limbah semi cair (resin bekas) sebanyak 940 liter/tahun.
3. Aktivitas limbah padat berkisar antara (0,85 s.d 1,8) Bq/cm².
4. Aktivitas limbah cair paling rendah Co-60 = 2,49 Bq/liter, Zn-65 = 8,44 Bq/liter
5. Aktivitas limbah cair paling tinggi Co-60 = 61,9 Bq/liter, Zn-65 = 252 Bq/liter

DAFTAR PUSTAKA

- 1] Prosedur pengendalian limbah padat, No. Ident: TRR.KK.08.01.61.03
- 2] Edison,Rukimin,"Sistem Pengelolaan Limbah RSG-GAS", Diklat Operator dan Supervisor RSG-GAS, BATAN, 1998.
- 3] AlimTarigan,"Sistem Pendingin RSG-GAS dan penunjangnya", Diklat Operator dan Supervisor RSG-GAS, BATAN, 2000.
- 4] SK BAPETEN No. 02/Ka BAPETEN/V-1999.