

ANALISIS KONSENTRASI IODIUM LEPASAN UDARA CEROBONG DI REAKTOR SERBA GUNA GA. SIWABESSY

Yulius Sumarno

ABSTRAK

ANALISIS KONSENTRASI IODIUM LEPASAN UDARA CEROBONG DI REAKTOR SERBA GUNA GA SIWABESSY. Lepasannya dari cerobong RSG-GAS harus dipantau setiap saat karena punya dampak radiologik bagi masyarakat dan lingkungan. Gas iodine adalah salah satu yang harus dipantau setiap saat terutama pada saat reaktor beroperasi. Konsekuensi bila terhirup gas iodine melalui inhalasi melebihi nilai ambang batas akan sangat berbahaya bagi manusia, oleh sebab itu lepasannya konsentrasi iodine ke udara perlu pengendalian secara berkesinambungan selama operasi reaktor. Pengendalian dilakukan dengan cara mengambil cuplikan dengan sistem KLK06 CR004, yang selanjutnya hasil cuplikan diukur radioaktivitasnya menggunakan spektrometer γ . Dengan diketahuinya laju alir pada cerobong dan waktu pengambilan sampel maka dapat dicari konsentrasi Iodine yang ke luar dari cerobong Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy. Hasil analisis konsentrasi iodine rata-rata sebesar $0,142 \text{ Bq/m}^3$, dan hasil ini lebih kecil dari nilai ambang batas lingkungan untuk I-126 menurut Peraturan Kepala BAPATEN Nomor :02/Ka-BAPATEN/V-99 yaitu 400 Bq/m^3 . Meskipun sudah ada indikasi penurunan kinerja filter Iodine, namun reaktor tetap beroperasi dengan aman.

Kata kunci : Pengendalian, lepasannya Iodine, cerobong

ABSTRACT

CONCENTRATION ANALYSIS IODINE STACK AIR RELEASE IN REAKTOR SERBA GUNA GA SIWABESSY. Air throw releases away from stack RSG-GAS must be observe every moment because has radiological impact for society and environment. Iodine gas is one of the other must be observe every moment especially at the reactor operate. Consequences if inhaled iodine gas through inhalation exceeding the threshold value would be very dangerous to humans, and therefore loose the concentration of iodine into the air needs to control continuously during operation of the reactor. Control is done by take citation with KLK06 CR004 system, later on citation result is measures the radioactivity uses light spectrometer γ . After knowing rate of flow in stack and long operation in one year, then the iodine release concentration, trough the G.A. Siwabessy Multipurpose Reactor, can be calculated, which the calculation result is 0.142 Bq/m^3 . Results of the analysis of the average iodine concentration of $0,142 \text{ Bq / m}^3$, and this calculation result is smaller than the environment threshold value for I-126 release, in accordance with The Regulation from National Nuclear Regulatory No : 02/Ka-BAPATEN/V-99, which is equal 400 Bq/ m^3 . Although, there has been an indication that iodine filter performance has been decreased, but the reactor is still able to operated safely.

Keyword: Control, Iodine Releases, stack

PENDAHULUAN

Reaktor Serba Guna G.A Siwabessy (RSG-GAS) adalah reaktor riset yang dapat dioperasikan pada daya 30 MW. Namun untuk efisiensi elemen bakar, RSG-GAS dioperasikan pada daya 15 MW untuk tujuan penelitian, iradiasi bahan di teras reaktor dan produksi radioisotop Iodine-125 (I-125) yang dilakukan di fasilitas *beam tube* S-1. I-125 telah dikembangkan pemanfaatannya untuk tujuan diagnosis menggunakan radioassay, deteksi osteoporosis, pembuatan sumber tertutup untuk penanganan kanker dan *radioactive tracer* pada pengembangan obat.⁽¹⁾

Sistem ventilasi RSG-GAS direkayasa untuk beberapa keperluan, diantaranya untuk pendingin dan mengatur tingkat kelembaban udara

di dalam gedung yang berfungsi untuk menjaga keandalan dan ketahanan peralatan serta kenyamanan pekerja. Pada prinsipnya sistem ventilasi adalah memasukkan udara segar, dilewatkan *compressor* pendingin, dialirkan ke ruangan-ruangan dan ke luar lewat cerobong.

Pada saat RSG-GAS beroperasi, ada kemungkinan terjadi kegagalan dalam operasi, iradiasi bahan maupun dalam produksi I-125. Ketika terjadi kegagalan kemungkinan akan ada Iodine (I-131 dan I-126) serta sejumlah zat radioaktif yang terlepas lewat cerobong ke atmosfer. Iodine harus dipantau setiap saat terutama pada saat reaktor beroperasi, mengingat gas iodine yang melebihi ambang batas sangat berbahaya apabila terhirup oleh manusia.

Oleh karena itu diperlukan sistem monitor radiasi yang bekerja secara berkesinambungan dan pengambilan sampel udara cerobong yang dilewatkan arang aktif untuk menangkap nuklida Iodium. Arang aktif ini selanjutnya akan dianalisis memakai spektroskopi gamma. Sampel diambil di cerobong sebelum udara buang keluar ke atmosfer, untuk menjamin agar selama kegiatan pengoperasian RSG-GAS gas Iodium ataupun zat radioaktif yang ke luar lewat cerobong masih dalam batas aman sesuai dengan Perka Bapeten dan tidak berdampak bagi masyarakat maupun lingkungan

METODOLOGI

Dari *design* Reaktor Serba Guna, sebelum keluar dari cerobong telah dilengkapi dengan saluran udara tempat pemantauan udara buangan dan pengambilan sampel. Kegiatan pemantauan lepasan udara buang dari cerobong di RSG-GAS dilakukan oleh sistem pencuplik KLK06 CR004. Sedangkan cara kerja KLK06 CR004 adalah mengambil sampel buangan efluen gas sebelum dilepaskan ke atmosfer dengan pompa hisap. Udara dialirkan melewati *charcoal* (arang aktif), *fiber filter* (filter serat kaca), dan dilewatkan alat pencatat volume aliran udara yang lewat dalam satuan m³, yang untuk selanjutnya udara dialirkan kembali ke cerobong (lihat Gambar 1). Filter serat kaca menangkap partikel-partikel aktif yang ada pada udara hisap sedangkan arang aktif menangkap gas iodium.⁽²⁾



Gambar 1: Sistem pencuplik udara cerobong KLK06 CR004

Pencacahan dengan Spektrometer γ

Pencacahan sampel dilakukan dengan spektrometer γ yang menggunakan detektor *high purity germanium* (HPGe) yang memiliki efisiensi

relatif 10 %. Metode spektrometer γ merupakan metode pengukuran relative sehingga untuk identifikasi jenis nuklida dan pengukuran radioaktivitasnya sebelum digunakan untuk mencacah sampel harus dilakukan kalibrasi energi dan kalibrasi efisiensi dengan menggunakan sumber standar Ba-133, Cs-137 dan Co-60.

Arang aktif cuplikan dimasukkan ke dalam wadah merinelli ditempatkan di atas permukaan planset detector HPGe. Cuplikan dicacah selama 2 jam. Perlakuan dan kondisi cuplikan saat pencacahan harus sama dengan kondisi saat kalibrasi efisiensi menggunakan sumber standar.

Konsentrasi Iodium

Radionuklida Iodium di dalam cuplikan diidentifikasi berdasarkan nilai energi (puncak) yang ditampilkan dalam spectrum sinar- γ . Aktivitas nuklida (A_i) dalam cuplikan dihitung dengan menggunakan persamaan 1:

$$A_{(i)} = \frac{cps}{\epsilon \cdot I_\gamma} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan:

- $A_{(i)}$ adalah aktivitas nuklida Iodium (Bq)
- *cps* adalah cacah per detik yang ditampilkan oleh MCA,
- ϵ adalah nilai efisiensi energi berdasarkan hasil kalibrasi energi, dan
- I_γ adalah kelimpahan sinar- γ dari puncak energi nuklida Iodium.⁽³⁾

Konsentrasi nuklida yang keluar dari cerobong reaktor dapat dihitung menggunakan persamaan 2:

$$C = \frac{A_i}{T} \times \frac{F \times T}{V} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan:

- C adalah Konsentrasi udara buang (Bq/jam)
- A_i adalah aktivitas nuklida Iodium (Bq)
- T adalah waktu pengambilan sampel (jam)
- F adalah laju alir udara yang keluar dari cerobong (m³/jam)
- V adalah volume sampel udara yang lewat sistem KLK06 CR004 (m³).

Konsentrasi nuklida nuklida keluaran cerobong juga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3:

$$C = \frac{A_i}{V} \dots\dots\dots (3)$$

Dengan:

- C adalah Konsentrasi udara buang (Bq/m³)
- A_i adalah aktivitas nuklida Iodium (Bq)
- V adalah volume sampel udara yang lewat sistem KLK06 CR004 (m³).

TATA KERJA

Bahan dan Peralatan yang digunakan

- Filter serat kaca model TFAGF41 diameter 4 inch dengan ukuran partikel 0,3 mikron. Filter serat kaca berguna untuk menangkap partikel-partikel aktif yang ada pada udara hisap.
- *Charcoal* (arang aktif) berguna untuk menangkap gas iodium.
- Pencuplik udara menggunakan alat buatan Herfurth GmbH, Tipe H 1381(KLK06 CR004).
- Wadah merinelli
- Satu set peralatan cacah MCA untuk menghitung hasil cacahan.
- Pengambilan sampel dilakukan pada saat reaktor dioperasikan daya 15 MW
- Pengambilan sampel dilakukan saat Teras 86, dari tanggal 4 Juli sampai dengan 15 Desember 2014
- Dalam tulisan ini hanya akan membahas hasil analisis cacahan arang aktif, karena partikel yang tertangkap oleh filter serat kaca adalah pemancar beta, sehingga tidak terdeteksi oleh spektrometer γ

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konfigurasi teras 86 dioperasikan selama 6 bulan yang dibagi dalam 10 perioda operasi. Jadi dalam tulisan ini akan diambil 10 sampel arang aktif yang akan dicacah dan dianalisis kandungan nuklidanya untuk menentukan lepasan udara buang dari cerobong PRSG aman bagi masyarakat dan lingkungan.

Dari hasil cacahan dan analisis sampel arang aktif dari operasi ke satu sampai dengan enam tidak terdeteksi nuklida apapun dalam sampel tersebut. Sampel yang diambil pada operasi yang ke tujuh dari tanggal 14-17 Oktober 2014 selama 81 jam, dan dicacah dalam waktu 7200 detik terdeteksi nuklida yang berenergi 388,63 keV dengan cacahan 2299 dan energy 666,39 keV dengan cacahan 1212. Sedangkan pada operasi yang ke delapan sampai dengan sepuluh tidak terdeteksi nuklida apapun.

Dari energi yang terdeteksi, maka dapat dipastikan bahwa energi tersebut adalah milik nuklida I-126.

Dengan menggunakan persamaan (1), maka aktivitas I-126 dapat dihitung.

$$A_{(i)} = \frac{cps}{\epsilon \cdot I_{\gamma}}$$

Dimana :

ϵ untuk energi 388,63 keV : 0,01487 (hasil kalibrasi efisiensi)

I_{γ} I-126 energi 388,63 keV : 34 %

A_i : 63,16 Bq

Untuk menghitung konsentrasi I-126 yang ke luar ari cerobong dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2)

$$C = \frac{A_i}{T} \times \frac{F \times T}{V} = 2,838 \times 10^3 \text{ Bq/jam}$$

Dimana :

A_i : 63,16 Bq

T : 81 jam

F : 20.000 m³/jam

V : 445 m³

Menurut Peraturan Kepala Bapeten nomor 7 Tahun 2013, tentang Nilai Batas Radioaktivitas Lingkungan untuk I-126 tidak tercantum⁽⁵⁾. Maka nilai ambang batas I-126 di lingkungan memakai Peraturan Kepala Bapeten No.2/Ka-Bapeten/V-1999. Dalam Perka Bapeten tersebut tertera bahwa nilai ambang batas lingkungan untuk I-126 sebesar 400 Bq/m³.⁽⁴⁾

Maka Konsentrasi I-126 dapat dicari menggunakan persamaan (3)

$$C = \frac{A_i}{V} = 0,142 \text{ Bq/m}^3$$

Konsentrasi I-126 keluaran cerobong masih jauh di bawah nilai ambang batas lingkungan yang diizinkan.

Untuk lebih jelasnya, hasil analisis dan bahan atau sampel yang diiradiasi sepanjang pengoperasian teras 86 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 : Hasil analisis lepasan udara cerobong Teras 86 dan sampel yang diiradiasi

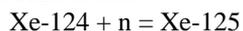
NO.	TANGGAL	NUKLIDA	AKTIVITAS Bq/m ³	BAHAN IRADIASI	
				IP	BEAM TUBE
1	04-07-2014	ttd	Ttd	--	--
2	15-07-2014	ttd	Ttd	--	--
3	12-08-2014	ttd	Ttd	Sm-2 O-3	--
4	29-08-2014	ttd	Ttd	--	--
5	12-09-2014	ttd	Ttd	Sm-2 O-3, Mo O-3	--
6	26-09-2014	ttd	Ttd	--	--
7	17-10-2014	I-126	0,142	Sm-2 O-3	Xe-124

8	31-10-2014	ttd	ttd	--	--
9	21-11-2014	ttd	ttd	Sm-2 O-3 Re, Yb-2 O-3	--
10	15-12-2014	ttd	ttd	--	--

Periode operasi ke 7 Teras 8 Sampel yang diiradiasi adalah Sm-2 O-3 di *Internal Position* dan Xe-124 di posisi Beam Tube S-1. Sm-2 O-3 tidak mungkin menghasilkan I-126. Iradiasi Xe-124 di beam tube S-1 bertujuan untuk memproduksi I-125. Radioisotop ini dapat dihasilkan melalui reaksi aktivasi neutron dengan menembakkan neutron termal pada sasaran isotope Xe-124. Penembakan ini menghasilkan radioisotop Xe-125 yang selanjutnya akan meluruh menjadi I-125.

Radioisotop I-125 yang telah dibuat memiliki kemurnian radionuklida lebih dari 99,9%. Kemungkinan pengotor radionuklida yang dapat terkandung adalah I-126 dan Cs-137.⁽¹⁾

I-126 terbentuk dari :



Xe-125 + n = Xe-126 dan meluruh menjadi I-126

Radioisotop iodium termasuk I-126 yang terbentuk di dalam kamar iradiasi ditahan oleh filter iodium saat pemindahan gas xenon hasil iradiasi. Kenaikan I-126 diduga dikarenakan penurunan kinerja filter iodium di dalam fasilitas produksi. Setelah digunakan 6 kali uji produksi, pada uji produksi ke-7 mulai ada sebagian dari iodium yang lolos dari filter iodium⁽¹⁾. Iodium yang lolos ini terbawa sampai dengan botol peluruhan sehingga terkandung di dalam hasil uji produksi dan sebagian lolos dan terbawa oleh aliran udara sistem ventilasi dan terhisap oleh sistem pencuplik udara cerobong KLK06 CR004 sebelum ke luar dari cerobong RSG-GAS.

KESIMPULAN

- Ada lepasan I-126 yang ke luar dari cerobong RSG-GAS
- Konsentrasi I-126 lepasan udara buang cerobong RSG-GAS masih di bawah nilai ambang batas lingkungan
- Ada indikasi penurunan kinerja filter Iodium di fasilitas *beam tube* S-1.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rohadi Awaludin, dkk “ Analisis Pembentukan Pengotor Radionuklida pada uji produksi Iodium 125“ Jurnal Radioisotop dan Farmaka Vol 11, Oktober 2008

2. Yulius Sumarno, dkk „Analisis Konsentrasi I-131 Lepasn Udara Cerobong Tahun 2008 di Reaktor Serba Guna G.A Siwabessy, Seminar Nasional SDM Teknologi Nuklir di STTN Yogyakarta 25 Agustus 2008.
3. WISNU SUSETYO, Drs. Spektrometri Gamma dan Penerapannya Dalam Analisis Pengaktifan Neutron, Gadjah Mada University Press,1988
4. ANONIMOUS KEPUTUSAN KEPALA BAPATEN Nomor :02/Ka-BAPATEN/V-99, Tentang : BAKU TINGKAT RADIOAKTIVITAS DI LINGKUNGAN.
5. ANONIMOUS Peraturan Kepala Bapeten nomor 7 Tahun 2013, tentang ”Nilai Batas Radioaktivitas Lingkungan”

PERTANYAAN

Nama Penanya : Asnul Sufmawan

Unit Kerja : PRSG

Pertanyaan :

Apakah pernah iodine terdeteksi di Rabbit System?

Jawaban :

Pada saat iradiasi di Rabbit System tidak pernah terdeteksi iodium di monitor cerobong

Nama Penanya : Susanto

Unit Kerja : PRSG

Pertanyaan :

1. Material apa saja yang dapat di deteksi pada stack monitor
2. Kenapa hanya iodium yang diperiksa? Ada larangan??

Jawaban :

1. Sistem monitor cerobong terdiri dari
 - Pemantau beta gas mulia
 - Pemantau beta aerosol/partikulat
 - Pemantau iodium continuous
2. Karena iodium adalah salah satu nuklida yang mengindikasikan jika ada kegagalan melelehnya uranium di teras reaktor ketika reaktor di operasikan.