

## EVALUASI DATA LEPASAN MONITORING STACK DARI TAHUN 2009-2013 DI RSG-GAS

Subiharto, Yulius Sumarno dan Nazly Kurniawan

Pusat Reaktor Serba Guna (PRSG) - Batan

subiharto@batan.go.id

### ABSTRAK

**EVALUASI DATA LEPASAN MONITORING STACK DARI TAHUN 2009-2013 DI RSG-GAS.** Telah dilakukan evaluasi data lepasan monitoring stack di RSG-GAS. Stack adalah merupakan instalasi akhir dari sistem ventilasi sebelum udara dibuang ke lingkungan. Untuk menjamin udara yang dibuang aman bagi lingkungan dan masyarakat, stack di RSG-GAS dilengkapi dengan sistem monitor gas mulia, beta aerosol dan sistem pencuplik iodine. Sistem pengukur gas mulia kondisi abnormal dihubungkan dengan sistem isolasi gedung, sehingga jika ada lepasan radioaktivitas gas mulia yang melebihi batas keselamatan sistem akan mengaktifkan katup isolasi gedung sehingga tidak ada lepasan yang keluar lingkungan sampai kondisi aman. Untuk memastikan alat berfungsi dengan baik dan meyakinkan bahwa lepasan udara yang dibuang ke lingkungan aman perlu dilakukan evaluasi data lepasan monitoring stack di RSG-GAS. Evaluasi dilakukan dengan cara rata-rata hasil pengukuran gas mulia, beta aerosol dan aktivitas iodine dan membandingkan dengan ketentuan keselamatan BAPETEN. Dari hasil evaluasi yang dilakukan dapat diketahui aktivitas rata-rata gas mulia  $8,25 \times 10^0$  Bq/l, pada kondisi normal dan  $4,51 \times 10^3$  Bq/l pada kondisi abnormal, untuk iodine  $3,44 \times 10^{-6}$  Bq/l nilai ini masih berada dibawah batas keselamatan BAPETEN.

Ilmu dan Kata kunci : stack monitor

### ABSTRACT

**EVALUATION OF THE RELEASE DATA FROM THE STACK MONITORING SYSTEM OF YEARS 2009-2013 IN RSG-GAS.** Evaluation of the release data from the stack monitoring system in RSG-GAS has been carried out. Stack is the last part of the ventilation system before the air is released to the outside environment. To make sure that the released air will be safe for environment and people, the RSG-GAS is equipped with noble gas and beta aerosol monitoring systems, also the iodine sampler system. The noble gas measuring system, for abnormal condition, is connected with building isolation system, then if there is any release of radioactive noble gas which exceed limit value of system safety, it will activate the building isolation valves, so that there will be no air release until the condition back to normal and safe. To make sure that the equipment is functioned properly and to make sure that the released air is safe for the environment, then it is required the data evaluation toward the stack monitoring systems in RSG-GAS. The evaluation has been carried out by calculating the average value of the noble gas, beta aerosol, and iodine activity measurement results and then comparing all the average values with the safety limit value which has given by BAPETEN. From the data evaluation, it was obtained that the noble gas average activity for normal condition was  $8.25 \times 10^0$  Bq / l, and for abnormal condition was  $4.51 \times 10^3$  Bq / l, for iodine was  $3.44 \times 10^{-6}$  Bq / l. All those values were below the BAPETEN's safety limit values.

Science and Keyword : stack monitoring system

## PENDAHULUAN

Reaktor serba guna G.A siwabessy adalah reaktor terbesar di Asia Tenggara yang mempunyai daya nominal 30 MW. Pengoperasian RSG-GAS dimanfaatkan untuk; pelatihan, produksi isotop, silikon doping, iradiasi sampel penelitian PRTF, dan lain-lain.

Pada saat kegiatan operasi akan ditemukan adanya sumber-sumber radiasi yaitu: teras reaktor, elemen bakar bekas, aktivasi air kolam, aktivasi kandungan garam residu di dalam air kolam, pembentukan tritium di dalam air kolam, hasil aktivasi gas di dalam air kolam Ar-41, zat radioaktif di dalam sistem primer C-14, penglepasan aktivitas yang disebabkan kontaminasi pelat bahan bakar, hasil korosi teraktivasi dari bahan struktur di dalam pendingin primer, aktivasi N-16 di dalam sistem pendingin primer, aktivitas N-17 di dalam sistem pendingin primer, aktivitas O-19 di dalam sistem pendingin primer, gas aktivasi radioaktif, gas-gas mulia hasil fisi, Halogenia, Aerosol radioaktif, hot cell, Power Ramp Test Facility, posisi-posisi iradiasi di dalam teras dan reflektor.

Bahan-bahan sampel yang diiradiasi terutama gas mempunyai potensi untuk melepaskan zat radioaktif ke lingkungan. Untuk menjamin lepasan zat radioaktif aman bagi lingkungan maka dilengkapi sistem *monitoring stack* sesuai dengan program proteksi radiasi yang termuat dalam laporan analisis keselamatan (LAK). Sistem *monitoring stack* terdiri dari sistem pemantau beta gas mulia (KLK06 CR001) yang berfungsi untuk mengukur lepasan gas mulia dalam kondisi normal, sistem pemantau beta gas mulia (KLK06 CR002) yang berfungsi untuk mengukur lepasan gas mulia dalam kondisi abnormal, alat ini terintegrasi dengan sistem isolasi gedung, sistem pemantau beta aerosol (KLK06 CR003) yang berfungsi untuk mengukur lepasan beta aerosol, sistem pemantau iodine (KLK06 CR004) yang berfungsi untuk melakukan pencuplikan dengan menggunakan *charcoal* untuk mengetahui adanya nuklida iodine, alat ini dioperasikan pada setiap tahap operasi.

Semua nilai pengukuran sistem pemantauan lepasan ditampilkan pada instrumen pengukuran yang bersesuaian dilengkapi dengan lampu alarm. Selain itu, nilai-nilai ini ditampilkan dan direkam di ruang kendali utama (RKU) dan ditampilkan di ruang kendali darurat (RKD). Terlampauinya nilai-nilai batas dan pemberitahuan adanya kegagalan peralatan menimbulkan sinyal lampu alarm dan suara di RKU dan RKD dan sinyal lampu alarm di instrumen pengukuran.

Untuk mengetahui bahwa lepasan radioaktif ke lingkungan berada di bawah batas aman maka perlu dilakukan evaluasi terhadap data lepasan *monitoring stack*. Evaluasi dilakukan

dengan cara membandingkan hasil pengukuran rata-rata tiap tahun dengan baku mutu yang ditetapkan oleh instansi yang berwenang yaitu Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nasional (BAPETEN). Dengan dilakukannya evaluasi ini diharapkan dapat diyakinkan bahwa lepasan radioaktif ke lingkungan berada dalam kondisi aman sehingga ketentuan keselamatan dapat terpenuhi.

## PEMANTAUAN CEROBONG. <sup>[1]</sup>

Pemantauan udara ventilasi dengan menggunakan berbagai teknik pengukuran menjamin bahwa semua zat radioaktif yang terbawa udara yang keluar reaktor dipantau dan direkam dengan kepekaan yang cukup. Untuk keperluan ini, sebagian aliran udara yang mewakili dipisahkan dari udara ventilasi total dan digunakan untuk menentukan konsentrasi aktivitas dan keluarnya aktivitas. Titik-titik pengukuran dan peralatan pencuplik ditempatkan di *stack*.

Dalam persyaratan-persyaratan operasi normal pemantauan lepasan yang dilakukan meliputi:

- Pemantauan gas mulia
- Pemantauan aerosol
- Penentuan aktivitas aerosol, radio-Iodine, pemancar  $\alpha$  melalui pengambilan cuplikan.
- Fasilitas-fasilitas untuk pengambilan cuplikan udara untuk menentukan konsentrasi nuklida udara buangan.

## Pengambilan cuplikan pada *stack*.

Sebagian aliran yang dipisahkan untuk memasok titik-titik pengukuran lepasan 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. Untuk itu, satu sensor pencuplikan spesifik dipasang di cerobong udara buangan. Satu sistem *by-pass*, yang memasok semua titik pengukuran dihubungkan kepada sensor pencuplikan ini. Dengan memakai peralatan pengalihan spesifik, cuplikan dapat diambil dari aliran udara buangan bersama ketiga sistem tekanan rendah. Hal ini terjadi jika sistem ventilasi diubah ke isolasi gedung

## Peralatan pengukuran gas mulia

Fungsi instrumen pengukuran ini adalah memantau gas mulia seluruh udara buangan yang dihasilkan dari balai reaktor dan balai eksperimen dan peralatan iradiasi selama operasi reaktor normal. Sebagai detektor, digunakan pencacah sintilasi plastik, yang dipasang *by-pass* dengan cerobong udara buangan. Satu filter aerosol dipasang di depan detektor sintilasi plastik untuk melindungi terhadap kontaminasi aerosol. Sinyal pengukuran pada titik pengukuran gas mulia

dihubungkan dengan sinyal pengukuran sistem pemantau aliran di *stack* atau di aliran tekanan rendah sehingga nilai lepasan dapat direkam dalam Ci/jam.

Titik pengukuran gas mulia dapat memicu isolasi gedung otomatis akibat kecelakaan dalam ragam 1 dari 2, jika nilai batas atas dilampaui.

#### Peralatan pengukuran aerosol

Instrumen pengukuran aerosol dipasang di saluran *by-pass* cerobong dan memantau aerosol  $\beta$  yang terbawa udara di dalam buangan. Satu sistem filter terpasang digunakan pada peralatan ini. Udara yang akan diukur dihisap oleh pompa melewati filter. Selama waktu penyaringan, aktivitas yang terkumpul di filter tersebut diukur.

Sinyal-sinyal dari titik-titik pengukuran gas mulia dan pengukuran aerosol ditampilkan dan direkam di RCU. Alarm yang menunjukkan terlampaunya nilai batas atas dan alarm kelompok untuk titik-titik pengukuran secara tersendiri juga disampaikan ke RCU. Dengan cara yang serupa, nilai-nilai terukur ditampilkan di RKD. Sinyal nilai batas atas dan peringatan dari instrumen secara tersendiri juga disampaikan.

#### Keseimbangan radioaktif Aerosol

Dalam hal aerosol, filter aerosol secara terus-menerus dipasang untuk menyaring debu selama waktu maksimum satu minggu. Nuklida-nuklida tunggal pada filter ini dicacah menggunakan spektrometer gamma dalam waktu seminggu setelah penglepasannya.

#### Iodine

Untuk menentukan jumlah Iodine radioaktif, sebagian aliran yang mewakili udara ventilasi dibawa melewati filter Iodine dengan filter aerosol di depannya.

Waktu pengumpulan maksimum adalah seminggu. Filter Iodine dan aerosol dicacah menggunakan spektrometer gamma dalam satu hari penglepasannya. I-131 merupakan nuklida pengendali, jika nilai batas atas dari titik pengukuran dalam pemantauan aerosol dan gas

mulia di udara buangan terlampaui, filter aerosol dan Iodine diukur dengan segera.

#### TATA KERJA

##### Alat yang digunakan

1. Sistem pengukuran gas mulia KKK 06 CR001
2. Sistem pengukuran gas mulia KKK 06 CR002
3. Sistem pengukuran beta aerosol KKK 06 CR003
4. Sistem pencuplik sampel KKK 06 CR004
5. Spektrometer gamma

#### LANGKAH-LANGKAH EVALUASI YANG DILAKUKAN UNTUK MENENTUKAN DATA RATA-RATA GAS MULIA DAN BETA AEROSOL

1. Melakukan pengukuran gas mulia kondisi normal dan abnormal secara *non stop*
2. Melakukan pengukuran beta aerosol secara *non stop*
3. Mencatat hasil pengukuran sehari dua kali kedalam *log book*
4. Membuat rata-rata hasil pengukuran
5. Membandingkan hasil rata-rata dengan ketentuan keselamatan

#### LANGKAH-LANGKAH EVALUASI YANG DILAKUKAN UNTUK MENENTUKAN DATA RATA-RATA IODINE

1. Melakukan sampling udara dengan menggunakan *charcoal*
2. Melakukan preparasi sampel *charcoal*
3. Melakukan pencacahan dengan menggunakan spektrometer
4. Menganalisis datanya
5. Melakukan evaluasi

#### HASIL RATA-RATA PENGUKURAN

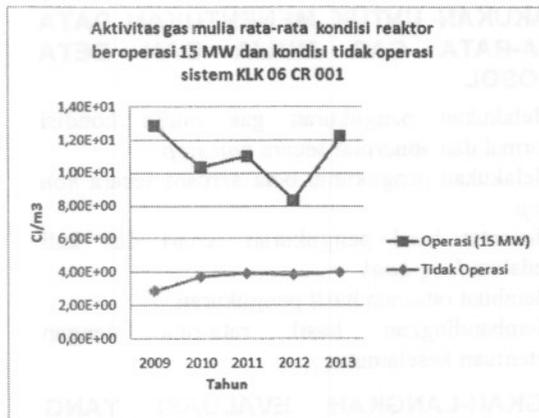
Hasil pengamatan radioaktivitas udara *stack* setelah dicari nilai rata-rata dan maksimumnya baik pengamatan saat reaktor dalam kondisi operasi maupun tidak operasi kemudian dimasukkan kedalam Tabel 1, dan 2. Data yang terdapat di Tabel 1 dan 2 tersebut kemudian dibuat gambar yang disajikan pada Gambar 1, 2 dan 3.

**Tabel 1.** Nilai rata-rata gas mulia Tahun 2009 - Tahun 2013 <sup>[3]</sup>

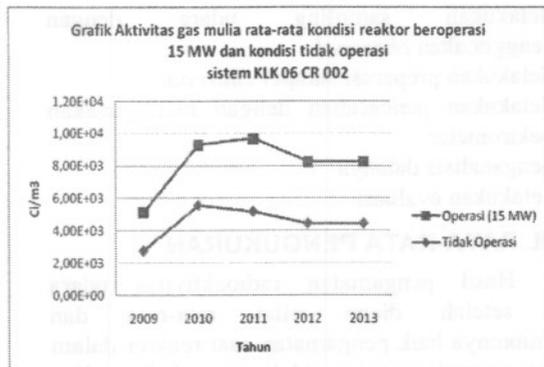
Tahun	LOKASI PENGUKURAN							
	KLK06 CR001 (Bq/l) 0 MW		KLK06 CR002 (Bq/l) 0 MW		KLK06 CR001 (Bq/l) 15 MW		KLK06 CR002 (Bq/l) 15 MW	
	Rerata	Maks	Rerata	Maks	Rerata	Maks	Rerata	Maks
2009	$2,84 \times 10^0$	$3,70 \times 10^0$	$2,78 \times 10^3$	$2,83 \times 10^3$	$1,00 \times 10^1$	$9,48 \times 10^1$	$2,35 \times 10^3$	$3,70 \times 10^3$
2010	$3,73 \times 10^0$	$5,55 \times 10^0$	$3,73 \times 10^3$	$5,55 \times 10^3$	$6,61 \times 10^1$	$3,7 \times 10^3$	$3,73 \times 10^3$	$4,44 \times 10^3$
2011	$3,93 \times 10^0$	$5,18 \times 10^0$	$3,93 \times 10^3$	$5,18 \times 10^3$	$7,10 \times 10^0$	$5,55 \times 10^1$	$4,508 \times 10^3$	$1,48 \times 10^4$
2012	$3,84 \times 10^0$	$4,44 \times 10^0$	$3,84 \times 10^3$	$4,44 \times 10^3$	$4,53 \times 10^0$	$8,14 \times 10^0$	$3,81 \times 10^3$	$4,44 \times 10^3$
2013	$3,99 \times 10^0$	$7,40 \times 10^0$	$3,74 \times 10^3$	$4,44 \times 10^3$	$8,25 \times 10^0$	$3,70 \times 10^1$	$3,82 \times 10^3$	$4,44 \times 10^3$

Tabel 2. Nilai rata-rata dan maksimum beta aerosol dan Iodine Tahun 2009-Tahun 2013 <sup>[3]</sup>

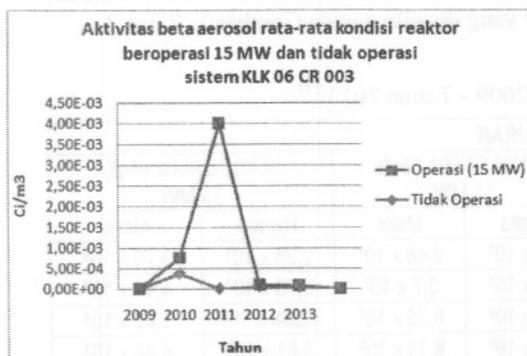
Tahun	LOKASI PENGUKURAN							
	KLK06 CR003 (Bq/l) 0 MW		KLK06 CR003 (Bq/l) 15 MW		KLK06 CR004 (Bq/l) 0 MW		KLK06 CR004 (Bq/l) 15 MW	
	Rerata	Maks	Rerata	Maks	Rerata	Maks	Rerata	Maks
2009	—	—	—	—	—	—	—	—
2010	$3,7 \times 10^{-4}$	$3,7 \times 10^{-4}$	$3,76 \times 10^{-4}$	$7,4 \times 10^{-4}$	—	—	$2,54 \times 10^{-6}$	$3,44 \times 10^{-6}$
2011	$8 \times 10^{-7}$	$1,5 \times 10^{-5}$	$7,095 \times 10^0$	$5,55 \times 10^1$	—	—	$1,24 \times 10^{-6}$	$3,8 \times 10^{-6}$
2012	$4,80 \times 10^{-5}$	$3,70 \times 10^{-4}$	$4,46 \times 10^{-5}$	$3,70 \times 10^{-4}$	—	—	ttd	ttd
2013	$3,87 \times 10^{-5}$	$7,40 \times 10^{-5}$	$4,02 \times 10^{-5}$	$5,55 \times 10^{-5}$	—	—	ttd	ttd



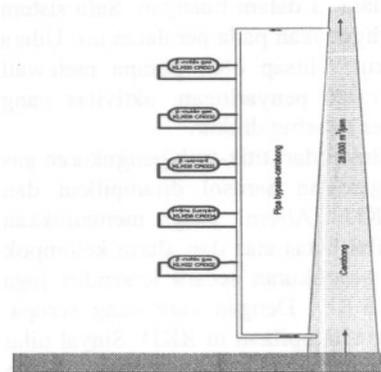
Gambar 1. Aktivitas gas mulia rata-rata sistem KK 06 CR 001



Gambar 2. Aktivitas beta aerosol rata-rata sistem KK 06 CR 002



Gambar 3. Aktivitas beta aerosol rata-rata sistem KK 06 CR 003



Gambar 4. Stack monitor RSG-GAS

## PEMBAHASAN

Pemantauan lepasan cerobong terdiri dari pemantauan gas mulia, pemantauan aerosol dan pemantauan iodine. Tabel. 1 menyajikan data rata-rata dari nilai hasil pengukuran sistem gas mulia KLK 06 CR 001 dan KLK 06 CR 002 pada saat reaktor kondisi beroperasi 15 MW dan kondisi tidak beroperasi dari tahun 2009 sampai tahun 2013, kemudian dibuat Gambar yang disajikan pada Gambar 1 dan 2.

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa nilai rata-rata gas mulia pada pada kondisi normal saat reaktor beroperasi 15 MW ada kenaikan yang tidak linier dibandingkan saat reaktor tidak beroperasi padahal seharusnya linier, hal ini disebabkan karena adanya sumbangan radiasi dari sumber standar saat melakukan uji fungsi sehingga mencapai nilai tertinggi  $8,25 \times 10^0$  Bq/l, sedangkan Gambar 2 menunjukkan nilai rata-rata gas mulia pada pada kondisi abnormal saat reaktor beroperasi 15 MW dan tidak beroperasi terdapat kenaikan yang sebanding dengan nilai tertinggi  $4,51 \times 10^3$  Bq/l, hal ini menunjukkan bahwa tidak ada sumbangan radioaktivitas *artificial*, dan berada di bawah batas keselamatan BAPETEN  $1,9 \times 10^4$  Bq/l <sup>[2]</sup>.

Tabel 2 menunjukkan nilai rata-rata beta aerosol dan iodine pada pada saat reaktor beroperasi 15 MW dan tidak beroperasi, dari data tersebut kemudian dibuat Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa nilai rata-rata beta

aerosol pada kondisi normal saat reaktor beroperasi 15 MW dan tidak beroperasi terdapat kenaikan yang tidak linier pada tahun 2011, hal ini menunjukkan bahwa ada sumbangan radioaktivitas *artificial* dengan nilai tertinggi  $7,095 \times 10^0$  Bq/l harga ini di atas ketentuan keselamatan BAPETEN  $7,03 \times 10^{-1}$  Bq/l <sup>(2)</sup>, sehingga upaya untuk mengetahui penyebabnya pun dilakukan, setelah dilakukan pengecekan ternyata penyebabnya adalah keterlambatan dalam mengganti filter sehingga menyebabkan penumpukkan aerosol ke dalam filter sehingga menyebabkan filter jenuh dan cacahan tinggi.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan spektrometer untuk aktivitas iodine tahun 2009, 2012 dan 2013 tidak terdeteksi sedangkan untuk tahun 2010 terdeteksi dengan nilai tertinggi  $3,44 \times 10^{-6}$  Bq/l dan tahun 2011 terdeteksi juga dengan nilai tertinggi  $3,8 \times 10^{-6}$  Bq/l, iodine ini dimungkinkan berasal dari aktivasi pengotor uranium pada sampel sehingga menimbulkan idine 131. Aktivitas ini masih di bawah batas keselamatan BAPETEN  $4 \times 10^{-1}$  Bq/l sehingga ketentuan keselamatan bagi lingkungan masih terpenuhi <sup>(2)</sup>.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi data lepasan monitoring stack di RSG-GAS selama 5 tahun terakhir dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alat monitoring gas mulia dan beta aerosol berfungsi dengan baik
2. Lepas gas mulia dan beta aerosol ke lingkungan masih berada di bawah ketentuan keselamatan BAPETEN sehingga masih dinyatakan aman bagi lingkungan  $1,9 \times 10^4$  Bq/l [2].
3. Lepas Iodine ke lingkungan disebabkan karena aktivasi pengotor yang terdapat dalam sampel yang diiradiasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIMOUS (2012), Laporan Analisis Keselamatan RSG-GAS revisi 10-1
2. ANONIMOUS, Perka BAPETEN No.02 Ka-BAPETEN V-99, tentang Baku Tingkat radioaktivitas di Lingkungan
3. ANONIMOUS (2012), Laporan Pemantauan Radioaktivitas Lingkungan Kawasan Nuklir Serpong No: 83/KN0101/PLR/2013

#### TANYA JAWAB

##### Elisabeth

- Untuk batasan Iodin kenapa dipakai  $4 \times 10^{-1}$  Bq/l, kenapa belum mengacu PERKA 06 2013?

##### Subiharto

- ✧ Perka BAPETEN No.06 2013 baru dikeluarkan bulan juni 2013, jadi masih dalam tahap sosialisasi. Biasanya sosialisasi selama 1 tahun sehingga belum diadopsi kedalam LAK RSG-GAS.

##### Wijiyono

- Bagaimana untuk mengantisipasi lepasan radio nuklida yang mungkin terjadi ke lingkungan pada saat reaktor beroperasi?

##### Subiharto

- ✧ Untuk mengantisipasi lepasan radionuklida ke lingkungan saat reaktor beroperasi : yaitu dengan menghubungkan sistem KK 06 CR 002 ke system isolasi gedung, jika lepasan nuklida melebihi batas yang diijinkan maka system tersebut mengaktifkan isolasi gedung sehingga tidak ada udara yang terrelease sampai kondisi aman.

