

PENGENDALIAN BUANGAN UDARA DARI FASILITAS IRADIASI RABBIT SYSTEM REAKTOR SERBA GUNA GA. SIWABESSY

Yulius Sumarno, Nazly Kurniawan
PRSG-BATAN

ABSTRAK

PENGENDALIAN BUANGAN UDARA DARI FASILITAS IRADIASI RABBIT SYSTEM REAKTOR SERBA GUNA GA. SIWABESSY. Udara buangan dari fasilitas iradiasi Rabbit System harus selalu diamati dan dikendalikan, karena setelah melewati filter KLA71/72, langsung menuju cerobong dan dibuang ke lingkungan. Pengamatan dilakukan dengan mencatat setiap kenaikan tingkat konsentrasi dari alat pemantau beta aerosol KLK04 CR003 dan alat pemantau beta aerosol cerobong KLK06 CR003. Pengamatan dilakukan pada saat dilakukan iradiasi sampel tikus putih, bahan pangan, sedimen, daun dan ikan di fasilitas iradiasi Rabbit System pada kondisi filter di Rabbit System tidak dipasang. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa Konsentrasi udara buang yang terdeteksi oleh KLK03 CR003 dan KLK06 CR003 mencapai 8×10^{-8} Ci/m³. Hasil ini sudah melewati harga batas yang diijinkan 1×10^{-9} Ci/m³, dan membahayakan lingkungan. Setelah dilakukan pemasangan filter di Rabbit System dan penggantian filter KLA 71/72, penunjukan pada KLK06 CR003 yang terbesar adalah 1×10^{-11} Ci/m³. Dengan dipasangnya filter udara di fasilitas iradiasi Rabbit System dan penggantian filter KLA71/72, udara buang dari cerobong RSG-GAS aman buat masyarakat dan lingkungan.

Kata kunci : Buangan Udara, Rabbit System, pemantau cerobong

ABSTRACT

THE CONTROL TOWARD DISCHARGED AIR FROM RABBIT SYSTEM IRRADIATION FACILITY OF THE G.A. SIWABESSY MULTIPURPOSE REACTOR. *The discharged air from the rabbit system facility has always to be monitored and controlled, because after the discharged air is flowed through the KLA71/ 72 filter, the discharged air will be released to the environment through the reactor stack. The discharged air monitoring was carried out by recording the beta aerosol concentration value from the betha concentration monitoring system KLK04 CR003 and the betha concentration monitoring system of the stack KLK06 CR003, when the concentration level is increased. The monitoring took period when there were irradiation activities samples of mice, food, sediment, leaves and fish in the rabbit system facility, and the air filter of the rabbit system facility hasn't been installed yet. The monitoring result showed that the discharged air concentration which was detected by KLK04 CR003 and KLK06 CR003 reached 8×10^{-8} Ci/ m³. That value had exceeded the permitted value, which equal 1×10^{-9} Ci/ m³, and was forbbiden to be released to the environment. After the air filter had been installed in the rabbit system facility and the replacement of the KLA71/ 72 filters had been carried out, then maximal concentration which had been detected by KLK06 CR003 was 1×10^{-11} Ci/m³. Then, it can be concluded, that the air filter installation in rabbit system irradiation facility and the replacement of KLA71/ 72 filter can make the discharged air from G.A. Siwabessy Multipurpose Reactor safe for the surrounding people and environment.*

Keywords : *Disharged Air, Rabbit System Facility, and Stack Monitor*

PENDAHULUAN

Reaktor Serba Guna GA Siwabessy merupakan instalasi nuklir yang secara rutin beroperasi dengan daya 15 MW. Neutron yang dihasilkan pada saat operasi reaktor dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, iradiasi bahan dan lain-lain. Fasilitas yang berpotensi menimbulkan kontaminasi adalah *Hot Cell* dan *Rabbit System*.

Hot Cell digunakan untuk pengiriman sampel pasca iradiasi ke PT BATEK (PT INUKI), penanganan sampel misalnya membuka dan memotong kapsul iradiasi dan lain-lain. Sedangkan

Rabbit System merupakan fasilitas iradiasi yang ada di RSG-GAS.

Pada saat ada kegiatan di *Hot Cell* maupun di fasilitas iradiasi *Rabbit System*, ada kemungkinan debu pengotor yang berubah menjadi zat radioaktif. Oleh karena itu maka *hot cell* maupun fasilitas iradiasi *Rabbit System* didesain tertutup. Untuk penyediaan udara segar fasilitas ini dipasok oleh sistem ventilasi KLA71 dan KLA72. Zat radioaktif yang terbentuk akan terbawa lewat saluran ventilasi dan terlepas ke atmosfer.

Untuk menjamin agar konsentrasi zat radioaktif yang lepas ke atmosfer masih di bawah batas yang diizinkan oleh BAPETEN, pengamatan dan

pemantauan buangan udara lewat cerobong RSG-GAS harus dilakukan secara berkesinambungan, terutama pada saat reaktor sedang dioperasikan sehingga tidak membawa dampak bagi personil/manusia, pekerja radiasi maupun lingkungan.

Pengamatan dan pemantauan buangan udara lewat cerobong RSG-GAS dilakukan dengan menggunakan alat pemantau Beta Aerosol serta Beta gas mulia yang dioperasikan dengan mengambil sampel udara di saluran ventilasi sebelum filter pada KLA71/72. Alat yang sama juga diletakkan di ruang pengukuran lantai +27,0 m, untuk mengambil sampel udara buang di cerobong RSG-GAS sebelum udara dibuang ke lingkungan.

Dengan mengamati pengukuran di kedua tempat ini, dan menjaga agar konsentrasi zat radioaktif yang lepas ke atmosfer dari cerobong RSG-GAS tidak melewati *limit value*, maka buangan udara dari beroperasinya RSG-GAS, aman buat masyarakat dan lingkungan

DASAR TEORI

Fasilitas percobaan yang menghasilkan limbah radioaktif

a. Hot Cell

Paparan radiasi dari *hot cell* umumnya dari kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan penelitian dan irradiasi. Dasar untuk desain *hot cell* adalah sumber gamma 100 kCi Co-60. Geometri sumber dianggap sumber titik dalam hal desain bagian besar perisai atau sumber bidang (sesuai dengan bidang proyeksi elemen bakar) dalam hal penghalang seperti sekat, *duct*, dan sebagainya

b. Rabbit System

Fasilitas ini bisa menerima paparan radiasi dari kegiatan irradiasi setara dengan paparan 1 Ci Co-60^[1]

Fasilitas *Rabbit System* (RS) adalah fasilitas iradiasi yang digunakan untuk mengiradiasi sampel untuk tujuan penelitian analisis aktivasi neutron dan produksi radioisotop. Ada dua jenis *Rabbit System* yaitu hidrolis dan pneumatik. *Rabbit System* hidrolis terdiri dari empat sistem dengan kecepatan normal dan *Rabbit System* pneumatik satu sistem dengan kecepatan tinggi. Media pengangkut kapsul iradiasi pada *Rabbit System* hidrolis adalah air sedangkan media pengangkut pada *Rabbit System* pneumatik adalah gas nitrogen. Disamping sebagai media pengangkut, air dan gas ini berfungsi sebagai pendingin kapsul selama iradiasi berlangsung

Rabbit System pada dasarnya terdiri atas stasiun iradiasi, tabung/pipa, stasiun pengiriman dan penerimaan, sistem proses, elektroteknikal, instrumentasi dan sistem control

Sistem Ventilasi dan Alat Penyegar Udara

Sistem ventilasi RSG-GAS direkayasa untuk beberapa keperluan, diantaranya untuk pendingin dan mengatur tingkat kelembaban udara, mengatur beda tekanan antara ruangan dan dilengkapi alat *isolation building* yang berfungsi untuk mengisolasi ruangan yang sangat diperlukan dalam keadaan darurat didalam gedung reaktor.

Pengaturan pendingin dan pengatur kelembaban udara ruangan diperlukan untuk menjaga keandalan dan ketahanan peralatan serta kenyamanan pekerja.

Pengaturan beda tekanan ruangan dimaksudkan untuk mencegah tersebarnya udara yang mengandung kontaminasi udara ke ruangan yang lain disaat membuka pintu penghubung maupun melalui infiltrasi udara. *Isolation building* akan bekerja saat dalam kondisi darurat, yaitu bila terjadi kontaminasi (naiknya konsentrasi) udara dalam gedung reaktor melebihi batas yang diizinkan. *Isolation building* dapat dioperasikan secara manual dan otomatis, sehingga kontaminasi dalam suatu ruangan tertentu tidak menyebar keseluruh gedung atau ruangan lain.

Dari uraian di atas diperlukan suatu persyaratan, dimana umpan balik antara konsekuensi dengan fungsi dan kegunaannya harus mampu untuk:

1. mencukupi pasokan udara bersih dan sehat untuk manusia.
2. menyerap kalor yang ditimbulkan oleh lampu, perlengkapan lainnya dan mesin-mesin. Mempertahankan suhu, kelembaban dan beda tekanan antar ruangan dan tekanan negatif gedung.
3. mengisolasi ruangan dan gedung apabila terjadi kontaminasi.
4. melakukan dekontaminasi ruangan gedung.
5. pembuangan kembali udara buangan yang sudah terkendali.

SISTEM PROTEKSI RADIASI DI RSG-GAS

Sistem proteksi radiasi di RSG-GAS dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu: sistem yang terpasang dan terintegrasi dengan sistem reaktor, serta peralatan *portable* yaitu sistem pengukuran yang terlepas dari sistem yang lainnya. Sistem proteksi terpasang dimaksudkan untuk melindungi personil (baik pekerja maupun tamu) di RSG-GAS dari paparan radiasi dan kontaminasi yang berlebihan yang tidak direncanakan dan tidak diizinkan. Juga bertujuan untuk menjaga dan mengendalikan lepasnya radioaktivitas ke lingkungan dalam batas yang diizinkan.

Sistem Pemantau Tingkat Radioaktivitas Udara

Sumber paparan internal yang paling mungkin terjadi pada pekerja radiasi di daerah kerja terkendali

dalam gedung RSG-GAS adalah melalui pernafasan udara yang mengandung gas-gas dan debu halus radioaktif. Oleh karena itu pemantauan udara di daerah kerja sangat penting dan oleh karenanya perlu diwaspadai. Maksud dan tujuan pemantauan udara adalah memperkirakan nilai batas tertinggi yang boleh ada pada udara di daerah kerja, memberikan perlindungan, saran, pertolongan pengobatan bagi pekerja yang diduga telah menghirup udara yang terkontaminasi, dan untuk memperoleh data tingkat kontaminasi udara untuk mendukung laporan perizinan pengoperasian reaktor atau suatu kegiatan.

Cara bekerjanya sistem peralatan ukur radioaktivitas udara (aerosol dan gas mulia) adalah berdasarkan atas prinsip pengumpulan muatan. Peralatan ini dipasang pada tempat yang ditentukan letaknya sedemikian rupa di dalam gedung reaktor, yang diperkirakan mempunyai potensi terlepasnya udara yang radioaktif dari sistem reaktor. Peralatan ini untuk melindungi dan memperingatkan personil yang bekerja di dalam daerah aktif, sehingga udara yang masuk ke pernafasan bisa terpantau.

Sistem pemantauan kontaminasi udara terpasang untuk memantau fasilitas iradiasi *Rabbit System* dan *Hot Cell* pada saluran ventilasi adalah:

- Sistem pengukuran aktivitas β gas mulia KLK04 CR001 dengan *limit value* : 10^{-8} Ci/m^3
- Sistem pengukuran aktivitas α , β aerosol KLK04 CR002/3.

KLK04 CR002/3 adalah sebuah alat dengan dua buah detektor yaitu detektor alpha (KLK04 CR002) dan detektor beta (KLK04 CR003). Alat ini di *setting* pada *Limit value* : 10^{-9} Ci/m^3

Sedangkan untuk pemantauan lepasan cerobong ada enam buah sistem pengukuran lepasan cerobong udara buangan yaitu:

KLK06 CR001

Adalah sistem pengukuran gas-gas mulia radioaktif yang keluar cerobong selama reaktor operasi normal dan setimbang. Alat ini dilengkapi dengan Indikator pengukur aktivitas udara buang dengan satuan Ci/m^3 dan Ci/h serta modul TKKZ untuk mencatat udara buang kumulatif dengan satuan Ci. *Limit value* alat ini adalah 5.10^{-4} Ci/m^3

KLK06 CR002

Adalah sistem pengukuran gas-gas mulia radioaktif yang keluar cerobong selama reaktor dalam keadaan abnormal dan setimbang. Alat ini dilengkapi dengan Indikator pengukur aktivitas udara buang dengan satuan Ci/m^3 dan Ci/h . serta modul TKKZ untuk mencatat udara buang kumulatif dengan satuan Ci. *Limit value* alat ini adalah 5.10^{-4} Ci/m^3

KLK06 CR003

Adalah sistem fasilitas pengukuran untuk mencatat aerosol-aerosol radioaktif yang keluar lewat cerobong. Alat ini dilengkapi dengan monitor yang dapat memberikan bacaan nilai pengukurannya dalam satuan Ci/m^3 atau liter/cc. *Limit value* alat ini adalah $1.10^{-10} \text{ Ci/m}^3$ [2]

KLK06 CR004

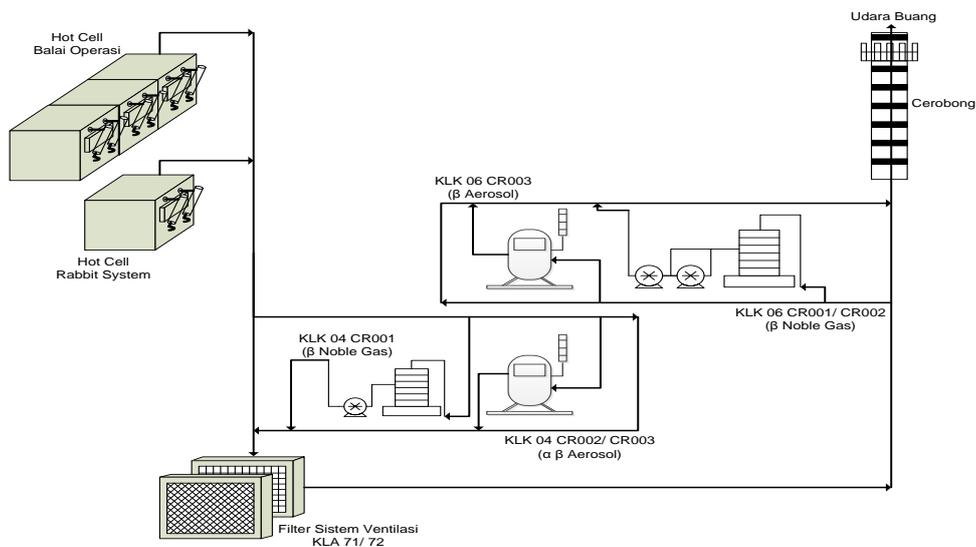
Adalah fasilitas pengumpul Iodine dan aerosol untuk evaluasi di laboratorium cacah MCA

Sistem pemantau Iodine yang beroperasi secara *continuous*

KLK06 CR005

Adalah fasilitas pencuplik gas untuk evaluasi laboratorium

Untuk lebih jelasnya sistem pengendalian dan pemantauan udara buangan dari fasilitas iradiasi *Rabbit system* dan *Hot Cell* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Sistem ventilasi pengendali udara buangan dari Hot cell dan Rabbit System

TATA KERJA

Pengambilan data

- Pengamatan pengukuran dilakukan pada periode 7 Oktober s/d 26 Nopember 2013
- Pengamatan pengukuran dilakukan pada saat *cooling down* Iradiasi waktu panjang di fasilitas iradiasi *Rabbit System* saat reaktor beroperasi daya 15 MW
- Pengamatan pengukuran dilakukan dengan melihat penunjukan indikator pemantau *Hot Cell* dan *Rabbit System* yaitu KLK04 CR001/002/003 dan pemantau buangan cerobong yaitu KLK06 CR001/002/003 yang ada di Ruang Kendali Utama
- Pengamatan pengukuran dilakukan Filter udara di *Rabbit System* belum dipasang.
- Pengamatan pengukuran juga dilakukan setelah Filter udara di *Rabbit System* dipasang dan filter pada KLA71 dan KLA72 diganti filter baru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada saat pengamatan pengukuran antara tanggal 7 Oktober s/d 26 Nopember 2013, di *Hot Cell* sedang tidak ada kegiatan. Kegiatan ada di

fasilitas iradiasi *Rabbit System* dengan mengiradiasi berbagai jenis sampel dengan waktu iradiasi berkisar dari 1 jam sampai dengan 5 jam.

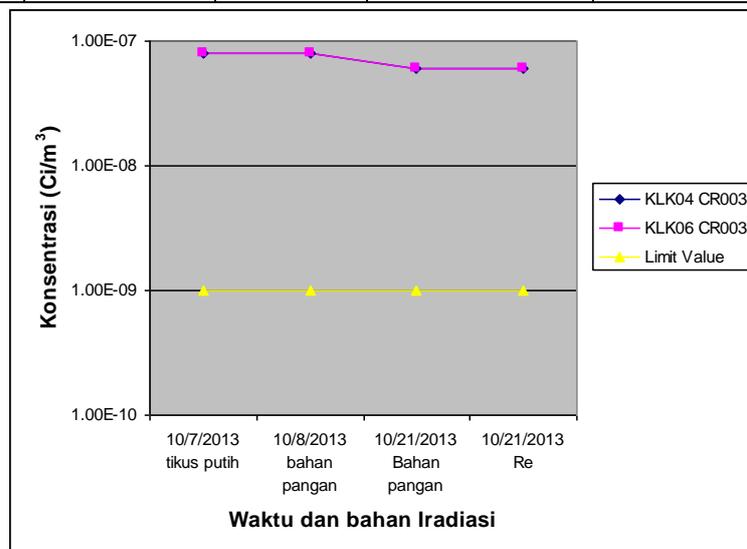
Dari pengamatan pengukuran diperoleh data bahwa pada alat pemantau beta gas mulia KLK04 CR001 dan pemantau alpha aerosol KLK04 CR002 tidak mengalami perubahan. KLK04 CR001 yang pada saat sebelum sampel selesai iradiasi menunjukkan pengukuran 1×10^{-6} Ci/m³, setelah sampel ke luar tetap menunjukkan 1×10^{-6} Ci/m³. Sedangkan penunjukan pada pemantau alpha aerosol KLK04 CR002 pada saat sebelum sampel selesai iradiasi menunjukkan pengukuran 1×10^{-12} Ci/m³, setelah sampel ke luar tetap menunjukkan 1×10^{-12} Ci/m³. Demikian juga dengan penunjukan pengukuran buangan cerobong udara. Alat pemantau beta gas mulia KLK06 CR001 dan KLK06 CR002 tidak ada perubahan kenaikan pengukuran.

Kenaikan pengukuran terdeteksi pada alat pemantau beta aerosol KLK04 CR003 dan pemantau buangan cerobong udara KLK06 CR003, sehingga pengamatan difokuskan kepada kedua alat ini..

Hasil pengamatan pengukuran pada kondisi filter *Rabbit System* belum dipasang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2 berikut ini.

Tabel 1 : Hasil pengukuran KLK04 CR003 dan KLK06 CR003 dalam keadaan filter di *Rabbit System* tidak dipasang

No.	Tanggal	Sampel	Lama Iradiasi (Jam)	KLK04 CR003 (Ci/m ³)	KLK06 CR003 (Ci/m ³)	Harga batas alarm (Ci/m ³)
1	7-10-2013	Mencit (tikus putih)	2	8×10^{-8}	8×10^{-8}	1×10^{-9}
2	8-10-2013	Bahan pangan	3	8×10^{-8}	8×10^{-8}	1×10^{-9}
3	21-10-2013	Bahan pangan	3	6×10^{-8}	6×10^{-8}	1×10^{-9}
4	21-10-2013	Re	5	6×10^{-8}	6×10^{-8}	1×10^{-9}

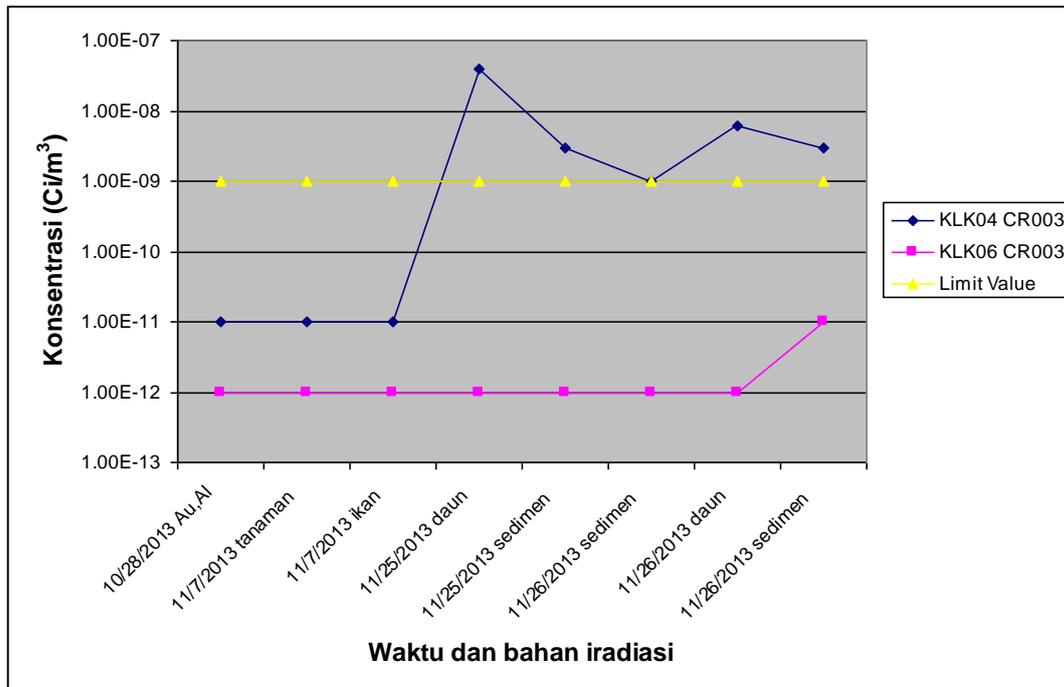


Gambar 2. Grafik pengukuran Konsentrasi fungsi waktu KLK04 CR003 dan KLK06 CR003 dalam keadaan filter di *Rabbit System* tidak dipasang

Sedangkan hasil pengamatan pengukuran pada ventilasi KLA71/72 diganti filter baru dapat dilihat kondisi filter *Rabbit System* dipasang dan filter pada Tabel 2 dan Gambar 3 berikut ini.

Tabel 2: Pengamatan pengukuran KLK04 CR003 dan KLK06 CR003 dalam keadaan filter di *Rabbit System* dipasang dan Filter KLA 71 dan 72 diganti baru.

No.	Tanggal	Sampel	Lama Iradiasi (Jam)	KLK04 CR003 (Ci/m ³)	KLK06 CR003 (Ci/m ³)	Harga batas alarm (Ci/m ³)
1	28-10-2013	Au, Al	2	1 x 10 ⁻¹¹	1 x 10 ⁻¹²	1 x 10 ⁻⁹
2	07-11-2013	tanaman	3	1 x 10 ⁻¹¹	1 x 10 ⁻¹²	1 x 10 ⁻⁹
3	07-11-2013	ikan	1	1 x 10 ⁻¹¹	1 x 10 ⁻¹²	1 x 10 ⁻⁹
4	25-11-2013	daun	3	4 x 10 ⁻⁸	1 x 10 ⁻¹²	1 x 10 ⁻⁹
5	25-11-2013	sedimen	2	3 x 10 ⁻⁹	1 x 10 ⁻¹²	1 x 10 ⁻⁹
6	26-11-2013	sedimen	2	1 x 10 ⁻⁹	1 x 10 ⁻¹²	1 x 10 ⁻⁹
7	26-11-2013	daun	2	6 x 10 ⁻⁹	1 x 10 ⁻¹²	1 x 10 ⁻⁹
8	26-11-2013	sedimen	3	3 x 10 ⁻⁹	1 x 10 ⁻¹¹	1 x 10 ⁻⁹



Gambar 3. Grafik pengukuran Konsentrasi fungsi waktu KLK04 CR003 dan KLK06 CR003 dalam keadaan filter di *Rabbit System* dipasang dan Filter KLA 71 dan 72 diganti baru

Pada Tabel 1 dan Gambar 2, tampak jelas bahwa Konsentrasi udara yang terukur oleh KLK04 CR003 maupun KLK06 CR003 melampaui harga batas yang diizinkan. Hal ini diduga dapat terjadi ketika pada saat membersihkan kapsul pembawa sample iradiasi kurang bersih. Sehingga mengakibatkan adanya debu dan partikel pengotor yang menempel pada kapsul yang ikut terbawa masuk dan ikut teriradiasi. Dan ketika proses iradiasi selesai kapsul kembali ke ruang *Rabbit*, udara dan partikel-partikel pengotor terbawa masuk ke sistem ventilasi. Berhubung di ruang *Rabbit System* tidak

ada filter, maka semua gas dan partikulat yang terdeteksi oleh KLK04 CR003, konsentrasinya sangat tinggi dan melebihi batas yang diizinkan.

Sedangkan filter pada KLA 71/72 juga tidak mampu menangkap partikulat tersebut, sehingga partikulat yang lolos, terdeteksi dan terukur oleh KLK06 CR003 yang mengakibatkan konsentrasi udara buangan cerobong melewati batas yang diizinkan. Hal ini tidak boleh dibiarkan, karena udara buang tersebut akan membahayakan masyarakat dan lingkungan. Tindakannya adalah

dengan melakukan pemasangan filter pada *Rabbit System* dan penggantian filter KLA 71/72.

Pada Tabel 2 dan Gambar 3, poin 1,2 dan 3 tampak jelas bahwa Konsentrasi udara yang terukur oleh KLK04 CR003 maupun KLK06 CR003 sudah di bawah harga batas yang diizinkan.

Sedangkan pada poin 4,5,6,7 dan 8 sebagian partikulat lepas dari filter *Rabbit System*, sehingga terdeteksi kenaikan konsentrasi pada alat KLK04 CR003 yang melewati harga batas yang diizinkan. Akan tetapi partikulat yang lolos tersebut masih dapat ditangkap oleh filter KLA 71/72, sehingga konsentrasi udara buangan cerobong yang terdeteksi oleh KLK06 CR003 sudah dibawah harga batas yang diizinkan. Dengan demikian udara buangan cerobong aman bagi masyarakat dan lingkungan sekitar RSG-GAS.

KESIMPULAN

- Pada saat Iradiasi di fasilitas iradiasi *Rabbit System*, diduga ada partikel pengotor kapsul atau udara yang ikut teriradiasi, sehingga ikut menjadi radioaktif dan terbuang lewat cerobong
- Apabila filter kurang bagus, gas dan partikulat yang sudah menjadi radioaktif dengan konsentrasi tinggi, yang terbuang lewat

cerobong RSG-GAS dapat membahayakan masyarakat dan lingkungan.

SARAN

- Pastikan bahwa filter udara di fasilitas *Rabbit System* sudah terpasang
- Bersihkan kapsul sebelum digunakan untuk mengiradiasi.
- Pastikan saat mau dilakukan iradiasi, fasilitas iradiasi *Rabbit System* sudah dalam keadaan tertutup
- Kalau terdeteksi konsentrasi udara buangan cerobong melebihi harga batas yang diizinkan, harap segera melaporkannya kepada pejabat terkait.

DAFTAR PUSTAKA

1. **ANONIMOUS** “ Laporan Analisis Keselamatan “ Pusat Reaktor Serba Guna G.A. Siwabbesy revisi 10 PRSG, Serpong 2012
2. **ANONIMUS**, “ Component Specification Radiation Protection System “ INTERATOM, 1984