

## EVALUASI RADIOAKTIVITAS GROSS- UDARA BUANG IEBE PERIODE 2007-2012

Nudia Barenzani, Arca Datam Sugiarto dan Sri Wahyuningsih

PUSAT TEKNOLOGI BAHAN BAKAR NUKLIR - BATAN  
SERPONG

E-mail: nudia @batan.go.id

### ABSTRAK

EVALUASI RADIOAKTIVITAS GROSS- UDARA BUANG IEBE PERIODE 2007-2012. Telah dilakukan evaluasi terhadap radioaktivitas udara buang dari laboratorium IEBE - BATAN selama periode 2007 sampai 2012. Metode yang digunakan dalam evaluasi dibagi dalam 2 periode yang berbeda dalam cara pengambilan sampel, Pada periode 2007 sampai dengan 2010 dengan mencuplik udara buang dengan *air sampler* (manual). Pengambilan cuplikan dilakukan periodik satu minggu sekali dengan memasang kertas filter pada *air sampler* yang terhubung pada pipa keluaran cerobong udara buang IEBE. Kertas filter hasil saringan tersebut dicacah dengan menggunakan *Portable Scaler Ratemeter* (PSR-8). Hasil cacahan kemudian dihitung radioaktivitas *gross-*. Sedangkan periode 2011-2012, IEBE telah memasang *Smart Cam* produksi Laboratorium *Impex Systems* yaitu peralatan monitoring udara buang secara otomatis dan kontinu. Tujuan evaluasi untuk membandingkan dengan 2 cara yang berbeda, yaitu secara manual dengan otomatis, dan untuk mengetahui apakah udara buang yang keluar dari kegiatan penelitian dan pengembangan IEBE selama periode diatas aman bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan. Dari data pantauan selama 6 (enam) tahun berturut-turut didapatkan rata-rata radioaktivitas *gross-* udara buang dari laboratorium IEBE sebagai berikut : 0,06 Bq/m<sup>3</sup>, 0,16 Bq/m<sup>3</sup>, 0,110 Bq/m<sup>3</sup>, 0,040 Bq/m<sup>3</sup>, 0,091 Bq/m<sup>3</sup> dan 0,043 Bq/m<sup>3</sup>. Konsentrasi radioaktivitas *gross-* udara buang IEBE tertinggi terjadi pada bulan Februari tahun 2008 sebesar 0,490 Bq/m<sup>3</sup> atau 0,24 % dari konsentrasi maksimum yang diizinkan (*MPC* = 2 Bq/m<sup>3</sup>). Sehingga dapat disimpulkan bahwa radioaktivitas *gross-* udara buang dari laboratorium IEBE dinyatakan aman bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan.

Kata Kunci : radioaktivitas *gross-*, udara buang laboratorium IEBE, *MPC*, dan keselamatan lingkungan

### ABSTRACT

EVALUATION OF RADIOACTIVITY GROSS- FROM EXHAUST AIR OF IEBE DURING PERIOD OF 2007-2012. An evaluation of the radioactivity *gross-* from the exhaust air-IEBE laboratory during the period of 2007 to 2012 has been done. The method used in the evaluation is divided into two periods. During period of 2007 to 2010 by placing a filter paper in air sampler which is connected to output pipe from the chimney (manually). Filters paper enumerated by Portable Scaler Ratemeter (PSR-8). While the period 2011-2012, IEBE has installed Smart Cam from Laboratory Impex Systems production. Where the equipment can be monitoring exhaust air automatically and continuously. Objective evaluation to compare the 2 different ways, which automatically and manually, and to find out whether the exhaust air coming out of the research and development activities during the period above IEBE safe for workers, communities and the environment. Result from the monitoring during 6 (six) consecutive years as follows: 0.06 Bq/m<sup>3</sup>, 0.16 Bq/m<sup>3</sup>, 0.11 Bq/m<sup>3</sup>, 0.040 Bq/m<sup>3</sup>, 0.091 Bq/m<sup>3</sup> and 0.043 Bq/m<sup>3</sup>. The highest radioactivity concentration in February 2008 is 0.490 Bq/m<sup>3</sup> or 0.24% of the maximum permissible concentration (*MPC* = 2

Bq/m<sup>3</sup>). So it can be concluded that the radioactivity gross- exhaust air from the laboratory IEBE declared safe for employees, communities and the environment.

Keywords: radioactivity gross- , IEBE laboratory exhausts air, MPC, and environmental safety

## I. PENDAHULUAN

Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) adalah salah satu instalasi nuklir dari Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBN) BATAN yang digunakan untuk penelitian dan pengembangan bahan bakar nuklir reaktor tipe air berat. Dengan demikian dalam operasionalnya digunakan bahan nuklir uranium (U alam dan U deplesi) khususnya dalam bentuk serbuk *yellow cake* dan UO<sub>2</sub>. Dalam pemrosesannya dapat menyebabkan dispersi aerosol radioaktif ke udara ruangan kerja atau disebut kontaminasi udara. Disamping kontaminasi udara, radioaktivitas udara juga dipengaruhi oleh adanya zat-zat radioaktif alamiah yang terdapat dalam dinding-dinding bangunan ruangan dan masuk ke udara melalui emanasi unsur-unsur radon dan thoron yang merupakan gas mulia. Radon dan thoron kemudian meluruh di udara menghasilkan anak luruhnya yang juga unsur-unsur radioaktif.

Udara di ruang kerja dan proses di setiap instalasi nuklir mempunyai tekanan negatif, udara bergerak dari daerah kontaminasi rendah ke daerah kontaminasi tinggi. Udara ini sebelum dibuang ke atmosfer melalui cerobong dilewatkan ke sistem pembersih atau penyaring udara. Sistem pembersih udara dilengkapi dengan *HEPA filter* yang mempunyai efisiensi 99,97 %, dengan demikian tidak dapat dihindarkan adanya pelepasan sebagian kecil gas atau partikel radioaktif ke atmosfer.

Limbah gas atau partikel radioaktif yang terlepas ke atmosfer akan disebarkan oleh angin dan akhirnya akan sampai kepada masyarakat yang berada di sekitar instalasi nuklir melalui berbagai daur perantara, yaitu melalui daur inhalasi, imersi, dan paparan permukaan tanah. Hal ini akan meningkatkan penerimaan dosis baik

secara internal maupun eksternal pada anggota masyarakat. Oleh karena itu bila pembuangan gas atau partikel tidak dibatasi dan tidak dipantau, akan menurunkan kualitas lingkungan hidup dan pada gilirannya akan menurunkan tingkat kesehatan masyarakat.

## II. TEORI

Untuk maksud keselamatan radiasi, dalam bekerja dengan radioaktif yang menyebabkan kontaminasi ke udara instalasi nuklir dilengkapi dengan sistem ventilasi udara yang berfungsi untuk membawa radioaktivitas udara tersebut ke cerobong. Kontaminan aerosol radioaktif maupun non radioaktif yang berasal dari proses dalam laboratorium diantaranya adalah debu uranium dan uap kimia. Kontaminan ini disaring dengan dua tingkat filtrasi sebelum dibuang ke udara luar. Filter tingkat pertama dengan *prefilter* dan tingkat ke-dua disebut *after filter*. Filtrasi aerosol baik tingkat pertama maupun tingkat ke-dua menggunakan filter *HEPA (High Efficiency Particulate Absorbance)* yang mempunyai efisiensi penyaringan minimal sebesar 99,97 % untuk partikulat berdiameter 0,3  $\mu\text{m}$ . Pembuangan udara keluar melalui sistem cerobong berdiameter 2 meter dan tinggi dari permukaan tanah setinggi 25 meter. Dari desain kapasitas alir udara (debit) yang melalui cerobong buang sebesar 244.850 m<sup>3</sup>/jam. Buangan udara yang melalui cerobong buang (*stack*) ke lingkungan harus di pantau radioaktivitasnya. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa udara buang dari laboratorium IEBE aman bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan.

Sistem ventilasi udara di IEBE merupakan salah satu sarana keselamatan kerja dan keselamatan lingkungan, berguna untuk mencegah tersebarnya

debu/partikulat atau aerosol radioaktif ke lingkungan, baik di dalam instalasi (daerah kerja) maupun keluar instalasi. Pada sistem ventilasi ini, udara dialirkan dari zona radiasi bebas kontaminasi ke zona kontaminasi, zona kontaminasi rendah ke zona kontaminasi lebih tinggi dan kemudian melalui sistem filtrasi absolut *HEPA*, serta dikeluarkan melalui cerobong kembali ke atmosfer (lingkungan). Pola aliran udara seperti ini diselenggarakan dengan cara memberikan tekanan lebih negatif pada zona kontaminasi yang lebih tinggi, dengan beda tekanan antar zona pada kisaran antara 7 – 20 mm H<sub>2</sub>O (*water gauge*).

Sistem ventilasi atau tata udara di IEBE terdiri dari 4 sub-sistem yaitu: Sub-sistem suplai udara atau udara masuk, Sub-sistem udara buang (*exhaust*), Sub-sistem air dingin (*chilled water*), Sub-sistem tata udara perkantoran.

Pada sub-sistem udara masuk, udara dari luar (*outdoor air*) dimasukkan lewat *intake air unit*. Unit ini terdiri dari *grill* (lapisan kasar), filter medium, *supply fan* dan koil pendingin. *Grill* berfungsi sebagai penahan terbang seperti kertas, serangga, dedaunan kering dan sejenisnya dalam udara masuk, sedang filter sebagai penyaring debu/partikel kecil agar ruangan laboratorium lebih bersih.

Aliran udara masuk terjadi karena tarikan *supply fan*. Untuk mendinginkan dan mengurangi kelembaban relatifnya, udara masuk dilewatkan ke koil pendingin. Pada koil pendingin ini uap air dalam udara terembun dan air embunan dipisahkan dari udara masuk. Koil pendingin mendapat catu air dingin dari *chiller*. Tiap ruangan fungsional disediakan sepasang *intake air unit*, yang masing-masing berkapasitas 100%. Salah satu dari unit dioperasikan, unit pasangannya dalam keadaan *standby*. Kalaupun kedua unit ini rusak, catu udara dapat masuk melalui celah-celah. Dengan cara ini aliran udara masuk bukan ditarik oleh *supply fan*, tetapi oleh tekanan negatif dari dalam ruangan.

Peralatan pada jalur udara buang terdiri dari 2 lapis filter yang dipasang pada rumah filter (*plenum*), *exhaust fans* dan cerobong. Dua lapis filter dipasang untuk mengantisipasi kegagalan filtrasi pada filter pertama. Khusus dari ruangan *Pilot Conversion Plant* (PCP), udara buang yang mengandung limbah kimia dilewatkan ke *adsorber* yang dipasang setelah filter.

Kelima jalur utama dari *exhaust air unit* dikumpulkan menjadi satu jalur tunggal menuju ke cerobong<sup>[1]</sup>

### III. METODOLOGI

Setiap Pemegang Izin (PI) Instalasi Nuklir harus menjamin agar baku tingkat radioaktivitas penyinaran yang berasal dari instalasinya pada anggota masyarakat secara keseluruhan serendah mungkin sesuai dengan sistem pembatasan dosis. Baku Tingkat Radioaktivitas adalah nilai batas yang dinyatakan dalam kadar tertinggi yang diizinkan yaitu batas kadar radionuklida yang diperbolehkan terdapat di lingkungan, namun tidak menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup, tumbuhan-tumbuhan. Batasan keradioaktifan udara buang dari cerobong adalah 10% dari batasan untuk keradioaktifan udara di dalam laboratorium, yaitu 2 Bq/m<sup>3</sup> untuk radiasi-<sup>[2][3]</sup>.

#### A. Pemantauan keradioaktifan udara buang periode 2007-2010

Tinggi cerobong (*stack*) IEBE adalah 25 m dengan diameter 1,5 m. Sistem udara buang berasal dari 2 jalur yaitu: jalur *fumehood* dan jalur laboratorium.

Pemantauan keradioaktifan udara buang dilakukan dengan cara mencuplik udara buang yang melewati cerobong (*stack*). Pencuplikan tersebut menggunakan pompa penyedot udara yang disaring dengan kertas filter yang diambil sesaat (interval waktu tertentu). Cuplikan kontaminan radioaktif dari udara cerobong yang terkumpul pada kertas filter kemudian dicacah dengan pencacah

radiasi secara total (*gross counting*). Dengan suatu perumusan yang membandingkan antara hasil cacahan terhadap volume udara yang tercuplik akan memberikan konsentrasi keradioaktifan udara buang tersebut. Pencacahan cuplikan dapat dilaksanakan dengan segera setelah pengambilan cuplikan untuk mengetahui konsentrasi radioaktivitas. Kemudian dihitung menggunakan rumus:<sup>[4]</sup>

$$Au = \frac{C}{efDt}$$

Dengan :

- Au : Konsentrasi zat-zat radioaktif dari udara buang (Bq/m<sup>3</sup>);  
 C : laju cacahan (cps)  
 e<sub>f</sub> : efisiensi pencacahan (%)  
 D : debit penghisapan udara (m<sup>3</sup>/menit)  
 t : lama pencuplikan udara (menit).

## TATA KERJA

### Bahan dan peralatan

Bahan - bahan yang diperlukan dalam pengambilan cuplikan udara adalah kertas *filter* tipe GF-8 buatan *Schleicher & Schuell* (diameter: 5,8 cm). Sedangkan alat – alat yang diperlukan adalah pompa hisap jenis *low volume air sampler*, buatan *Victoren* dengan *flowrate* 15 – 35 liter/menit, alat pencacah cuplikan *portable scaler ratemeter* (PSR-8), buatan *Nuclear Enterprises*, pinset, dan gunting.

### Cara kerja

#### Persiapan alat :

Untuk menjaga agar peralatan selalu dalam kondisi baik, perlu dilakukan persiapan dan pemeriksaan alat. Pemeriksaan dan persiapan tersebut meliputi pengecekan oli pelumas pompa, sambungan kelistrikan, sambungan pipa ke cerobong asap (*stack*), kebersihan dan kondisi kertas filter (tidak boleh kotor dan cacat secara fisik), dengan demikian kesalahan dalam pengambilan sampel udara buang bisa ditekan sekecil mungkin.

### Pelaksanaan:

Untuk mendapatkan hasil yang optimal, dalam pengambilan sampel udara buang dilakukan secara berurutan. Langkah pertama adalah dengan memperkuat dudukan pompa penyedot udara jenis *low volume air sample* untuk mengurangi getaran yang berlebihan. Kemudian menyambung pipa spiral dari pompa ke (*stack monitor*). Kertas *filter* dibersihkan dan dirapihkan, kemudian dipasang pada pompa penghisap udara buang. Mesin pompa dihidupkan dengan laju alir (*flow rate*) sebesar 35 liter/menit, setelah 15 menit kemudian pompa dimatikan. Kertas filter diambil dan dilakukan pencacahan dengan menggunakan alat *Portable Scaler Ratemeter* (PSR-8) selama 5 menit, dan dilakukan 6 kali pengulangan. Kemudian dilakukan perhitungan radioaktivitas- (*gross*) dari cuplikan tersebut dalam unit Bq/m<sup>3</sup>.

### B. Pemantauan keradioaktifan udara buang periode 2011-2012

IEBE telah memasang peralatan pemantauan udara buang secara kontinu yaitu peralatan Smart Cam, MAN 0070, Produksi Laboratorium Impex Systems. Pemantauan keradioaktifan udara buang periode ini dilakukan dengan cara membaca secara langsung keradioaktifan udara buang yang ditampilkan pada layar monitor. Pembacaan data dilakukan setiap hari dan dihitung rata-rata setiap minggu. Rekaman hasil pemantauan udara buang direkapitulasi, didokumentasikan dan dievaluasi setiap bulan. Apabila terjadi keadaan abnormal yang menunjukkan angka melebihi dari *Maximum Permissible Concentration* (MPC) yaitu lebih besar dari 2 Bq/m<sup>3</sup>, akan diperintahkan penghentian operasi pada kegiatan litbang IEBE.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengambilan sampel udara buang sebelum tahun 2011, secara teknis di lapangan banyak hal-hal yang harus

selalu diperhatikan. Diantaranya adalah menekan sedikit mungkin kebocoran pipa spiral dari pompa ke cerobong, mengatur jarak antara pompa dengan cerobong sependek mungkin, dan menjaga kestabilan putaran atau hisapan pompa. Selain hal yang tersebut diatas sistim pengambilan sampel udara buang dipengaruhi oleh beberapa parameter, antara lain aktivitas cacahan pada filter, jenis radiasi yang dicacah, efisiensi alat, *filter*, lama pencuplikan, laju pencuplikan, debit udara dan efisiensi pencacahan.

Hasil pemantauan radioaktivitas *gross* dari udara buang dari laboratorium IEBE selama tahun 2007 sampai dengan tahun 2011 dapat dilihat di Tabel 1 dan Gambar 1. Hasil yang diperoleh adalah merupakan gabungan udara buang yang berasal dari jalur laboratorium dan jalur *fumehood*. Pemantauan dilakukan setiap hari rabu dengan pertimbangan pada volume kegiatan dalam laboratorium, kemudian dirata-rata setiap bulan. Kondisi operasi dari kegiatan pengambilan cuplikan dengan peralatan *air sampler* yaitu : laju alir hisapan pompa : 35 liter/menit, waktu pengambilan cuplikan 15 menit, waktu pencacahan 5 menit. Konsentrasi radioaktivitas *gross*- udara buang IEBE tertinggi selama kurun waktu diatas, terjadi pada bulan Februari tahun 2008 sebesar  $0,490 \text{ Bq/m}^3$  atau 0,24 % dari konsentrasi maksimum yang diizinkan ( $MPC = 2 \text{ Bq/m}^3$ ). Hal tersebut dimungkinkan banyak dilakukan kegiatan penelitian dan pengembangan pada *Fuel Fabrication Laboratory*. Dimana

dilaboratorium tersebut dilakukan pembuatan pelet sinter, dari menuangkan serbuk uranium alam dari gudang sampai menjadi pelet-pelet yang siap untuk disinter. Sehingga menyebabkan peningkatan konsentrasi radioaktivitas *gross*- dari udara buang.

Sedangkan hasil pemantauan udara buang IEBE periode 2011 sampai dengan 2012 dengan menggunakan peralatan *Smart Cam MAN 0070*, kondisi operasi dari peralatan yaitu dengan laju alir 39 liter/menit, beroperasi 24 jam selama 365 hari (satu tahun). Nilai keradioaktifan *gross*- dari udara buang juga tidak melebihi batasan yang diizinkan dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan bila dibandingkan dengan menggunakan *air sampler*. Peningkatan dimulai dari bulan Januari, meningkat secara perlahan pada bulan-bulan berikutnya dan menurun saat mendekati akhir tahun. Hal tersebut bisa dipahami, peningkatan tersebut diatas menunjukkan bahwa pada awal-awal tahun kegiatan penelitian dan pengembangan di IEBE baru pada tahap persiapan alat dan bahan. Kemudian pada bulan berikutnya dimulai kegiatan penelitian dan pengembangan bahan bakar nukli, dan mendekati akhir tahun, kegiatan mendekati tahap penyelesaian.

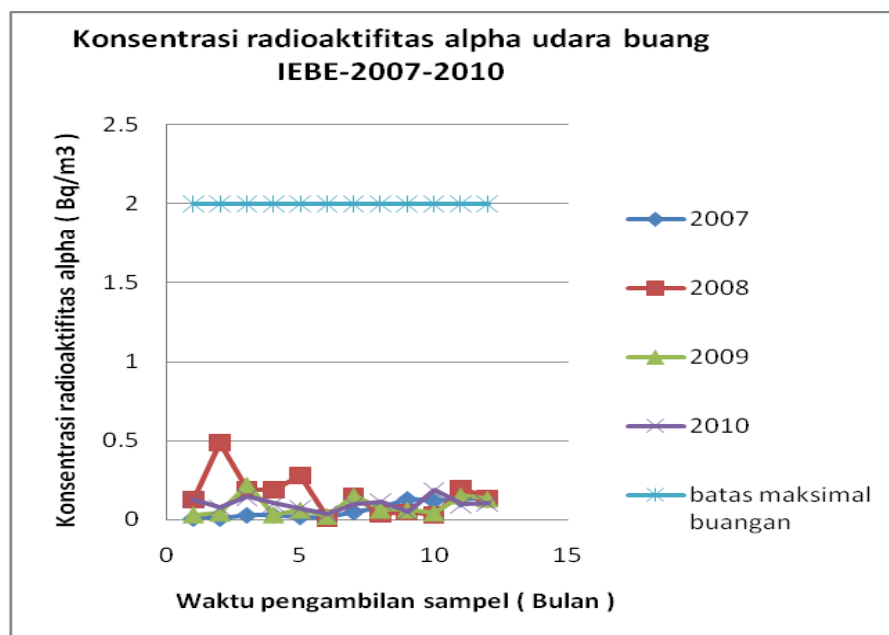
Pada garis besarnya hasil pantauan radioaktivitas udara buang IEBE masih dibawah batas yang diizinkan oleh badan pengawas, yaitu dibawah  $2 \text{ Bq/m}^3$ .

Tabel 1. Konsentrasi radioaktivitas udara buang IEBE tahun 2007 sampai dengan tahun 2012<sup>[5]</sup>.

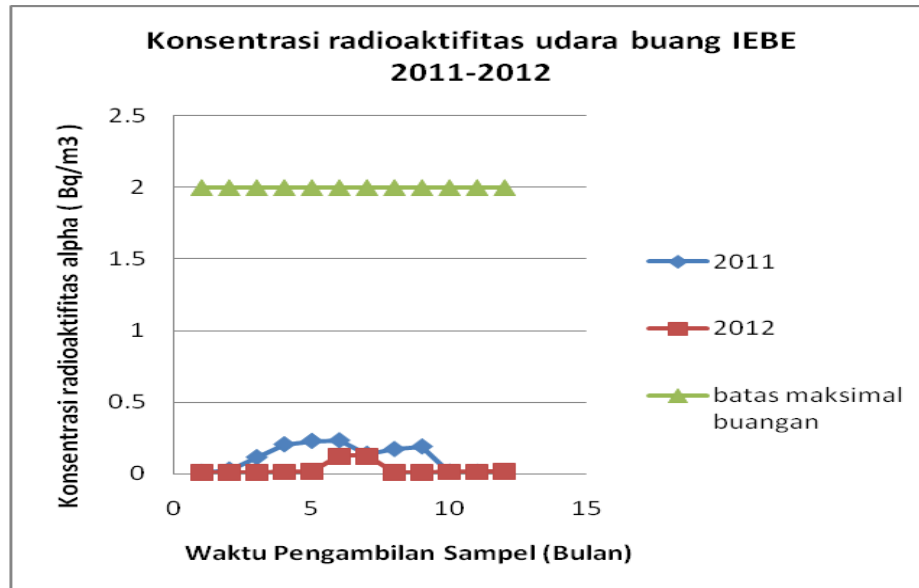
Bulan	Radioaktivitas- udara buang ( $\text{Bq/m}^3$ )					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Januari	0.010	0.130	0.030	0.127	0.011	0.010
Februari	0.010	<b>0.490</b>	0.040	0.075	0.027	0.010
Maret	0.030	0.190	0.220	0.141	0.113	0.010
April	0.030	0.190	0.030	0.101	0.203	0.016

<b>Mei</b>	0.020	0.280	0.060	0.072	0.227	0.020
<b>Juni</b>	0.020	0.010	0.020	0.035	0.231	0.125
<b>Juli</b>	0.050	0.150	0.150	0.097	0.137	0.125
<b>Agustus</b>	0.080	0.040	0.060	0.112	0.170	0.011
<b>September</b>	0.130	0.050	0.060	0.046	0.188	0.012
<b>Oktober</b>	0.120	0.030	0.040	0.185	0.012	0.015
<b>Nopember</b>	0.130	0.200	0.150	0.094	0.011	0.014
<b>Desember</b>	0.130	0.140	0.130	0.102	0.012	0.017
<b>Rata-rata</b>	0.060	0.160	0.110	0.040	0.091	0.043

Gambar 1. Konsentrasi Radioaktivitas *gross* dari udara buang IEBE selama kurun waktu 2007-2010



Gambar 2. Konsentrasi Radioaktivitas *gross* dari udara buang IEBE selama kurun waktu 2011-2012



## V. KESIMPULAN

Nilai radioaktivitas *gross*- udara buang yang diperoleh dengan menggunakan *air sampler* (manual) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan bila dibandingkan dengan menggunakan Smart Cam, MAN 0070 (otomatis).

Konsentrasi udara buang IEBE tertinggi selama tahun 2008 untuk radiasi- (*gross*) terjadi pada bulan Februari sebesar  $0.490 \text{ Bq/m}^3$ . Besaran konsentrasi radioaktivitas *gross*- tertinggi pada tahun 2008 tersebut masih jauh dibawah batas maksimum yang diizinkan (*Maximum Permissible Concentration*). Ditunjang oleh *design* fasilitas, udara buang setelah melewati HEPA *filter*, dilepas ke lingkungan pada ketinggian cerobong 25 m. Dengan ketinggian tersebut akan terjadi pengenceran yang sangat besar terhadap konsentrasi radioaktivitas- (*gross*). Pengenceran tersebut akan menyebabkan konsentrasi radioaktivitas *gross*- yang dilepas ke lingkungan menjadi sangat kecil, sehingga memungkinkan penerimaan dosis radiasi yang sangat kecil terhadap masyarakat dan lingkungan sekitar Gedung 65 IEBE. sehingga dapat disimpulkan bahwa radioaktivitas *gross*- udara buang dari laboratorium IEBE dinyatakan aman bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIM, Laporan analisis keselamatan IEBE, PTBN, No. Dok: KK20J09002, revisi 7, tahun 2011.
2. ANONIM, Keputusan Kepala Bapeten nomor: 02/Ka.Bapeten/V-99, Baku tingkat radioaktivitas di lingkungan, Jakarta 1999.
3. ANONIM, Keputusan Kepala Bapeten nomor: 01/Ka.Bapeten/V-99, Ketentuan keselamatan kerja terhadap radiasi, Jakarta 1999.
4. MARTIN A and HARBINSON S.A., An introduction to radiation protection, copy right 1986, London.
5. ANONIM, Lembar Data Pemantauan Radioaktivitas Daerah Kerja IEBE

## TANYA JAWAB DAN DISKUSI

1. Penanya : Anton Ruardu BBA (LSM LingkunganHidup (FEBE))

Pertanyaan:

1. Apakah ada unsur CO<sub>2</sub> pada pelepasan gas buang pada reactor penelitian?

Jawaban:

IEBE adalah fasilitas litbang bahan bakar nuklir yang tidak melakukan proses pembakaran seperti halnya pembangkit listrik tenaga uap yang memerlukan pembakaran batu bara, sehingga dalam kegiatan di IEBE tidak menimbulkan adanya pelepasan CO<sub>2</sub>.

2. Penanya : Nur Syamsi Syam  
(BAPETEN)

Pertanyaan:

- a) Apakah penelitian/observasi yang dilakukan dihubungkan dengan waktu-waktu pengoperasian fasilitas IEBE (dibandingkan antara ada oprasi dan tidak ada operasi). Jika demikian, bagaimana hasilnya?
- b) Apakah penelitian yang dilakukan juga telah mengidentifikasi sistem-sistem mana yang menghasilkan paparan/kontaminasi tertinggi? Bagaimana tindakan proteksi radiasi yang dilakukan terhadap sistem tersebut?

Jawaban:

- a) Observasi kami dilakukan secara rutin baik tidak ada operasi maupun tidak ada operasi, namun demikian dalam dokumentasi kami ada catatan bahwa dalam laboratorium sedang dilakukan kegiatan tertentu, maupun laboratorium sedang tidak ada kegiatan. Hasil dari observasi memang menunjukkan perbedaan konsentrasi antara sedang ada operasi dibandingkan sedang tidak ada operasi. Hasil dari observasi tidak menunjukkan suatu perbedaan nilai yang signifikan.

- b) Observasi yang dilakukan bersifat menyeluruh hasil dari udara buang kegiatan litbang IEBE, Identifikasi bisa dilakukan dengan monitoring daerah kerja dan personil yang sedang melakukan litbang di IEBE. Sehingga apabila terjadi peningkatan konsentrasi akan mudah untuk diambil tindakan. Tindakan yang dilakukan, misalkan memberhentikan kegiatan yang menimbulkan peningkatan (apabila menunjukkan situasi abnormal).