

EVALUASI TERHADAP DATA HASIL PANTAU UDARA BUANG DI IRM

Endang Sukesni, Suliyanto, Budi Santosa
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir - BATAN

ABSTRAK

Telah dilakukan evaluasi terhadap data hasil pantau udara buang di Instalasi Radiometalurgi (IRM). Udara buang dari kegiatan di Laboratorium IRM sebelum dibuang ke lingkungan selalu dimonitor radioaktivitasnya. Tujuan pemantauan udara buang adalah untuk mengetahui radioaktivitas α dan β yang dilepaskan dari cerobong IRM ke lingkungan selama tahun 2015. Ruang lingkup kegiatan adalah memantau konsentrasi zat radioaktif gas/aerosol. Metoda yang dilakukan dalam mengevaluasi hasil pantau radioaktivitas α dan β tertinggi adalah perbandingan radioaktivitas tertinggi pada tahun 2014 dan 2015 setiap bulan, dan membandingkannya dengan batas radioaktivitas yang diijinkan. Pada tahun 2014 konsentrasi udara buang IRM tertinggi, untuk radiasi- α sebesar $0,20 \text{ Bq/m}^3$ atau 10 % dari batas yang diizinkan (2 Bq/m^3), untuk radiasi- β sebesar $0,21 \text{ Bq/m}^3$ atau 1,05 % dari batas yang diizinkan (20 Bq/m^3). Pada tahun 2015 konsentrasi udara buang IRM tertinggi, untuk radiasi- α sebesar $0,05 \text{ Bq/m}^3$ atau 2,5 % dari batas yang diizinkan (2 Bq/m^3), untuk radiasi- β sebesar $0,23 \text{ Bq/m}^3$ atau 1,15 % dari batas yang diizinkan (20 Bq/m^3). Konsentrasi radioaktivitas α dan β jika dibandingkan antara tahun 2014 dengan tahun 2015, terlihat bahwa tahun 2014 menunjukkan konsentrasi radioaktivitas yang relative lebih tinggi dari tahun 2015, walaupun tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan. Efluen gas/aerosol radioaktif α dan β yang dilepas dari cerobong IRM ke lingkungan selama tahun 2015 nilainya lebih kecil dari batas konsentrasi maksimum yang diizinkan.

Kata kunci :Radioaktivitas, Aerosol, batas konsentrasi maximum

PENDAHULUAN

Berdasarkan undang-undang Republik Indonesia nomor 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran, Pasal 16 ayat 1 menyatakan bahwa setiap kegiatan yang berkaitan dengan pemanfaatan tenaga nuklir wajib memperhatikan keselamatan, keamanan dan ketentraman, kesehatan pekerja dan anggota masyarakat, serta perlindungan terhadap lingkungan hidup. Penjelasan lebih lanjut dari pasal ini ditetapkan dengan peraturan pemerintah dan peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir^[1]. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan tenaga nuklir yaitu keselamatan pekerja dan lingkungannya dari bahaya radiologi. Bahaya radiologi dapat dicegah sedini mungkin dengan cara selalu memonitor penggunaan zat radioaktif. Oleh karena itu suatu instalasi Nuklir diwajibkan untuk selalu melakukan pemantauan terhadap bahaya radiologi di instalasi tersebut.

Instalasi Radiometalurgi (IRM) berfungsi sebagai fasilitas dalam melakukan penelitian, pengujian dan pemeriksaan terhadap elemen bakar pasca irradiasi dan komponen reaktor jenis Reaktor Uji Material (*Material Test Reactor, MTR*), Reaktor Daya Air Berat (*Heavy Water Reactor, HWR*) dan Reaktor Daya Air Ringan (*Light Water*

Reactor, LWR). Fasilitas IRM terdiri dari laboratorium IRM dan gedung *Media & Energy Supply* (MES). Masalah yang dibahas pada kegiatan pemantauan ini adalah limbah gas/aerosol yang terbawa oleh sistem ventilasi IRM dan disaring memakai media pengumpul kontaminan udara berupa filter HEPA. Udara buang mengandung partikulat radioaktif yang terbentuk selama proses uji pasca iradiasi berlangsung. Partikulat radioaktif tersebut akan langsung dialirkan ke sistem keluaran tata udara (*exhaust ducting*) yang semuanya akan dilewatkan ke filter HEPA yang berlapis atau bertingkat. Khusus partikulat kontaminan radioaktif dari *hot-cell*, juga disediakan filter HEPA pada *hot cell* sebelum masuk ke *ducting* sistem ventilasi. *Efluen aerosol* dibuang melalui cerobong yang berada di sisi barat IRM pada ketinggian 60 m dari permukaan tanah.

Tujuan pemantauan udara buang adalah untuk mengetahui radioaktivitas α dan β yang dilepaskan dari cerobong IRM ke lingkungan selama tahun 2015. Ruang lingkup kegiatan adalah memantau konsentrasi zat radioaktif gas/aerosol. Metoda yang dilakukan dalam mengevaluasi hasil pantau radioaktivitas α dan β tertinggi adalah perbandingan radioaktivitas tertinggi pada tahun 2014 dan 2015 setiap bulan, dan membandingkannya dengan batas radioaktivitas yang diijinkan. Kemudian dibuat grafik radioaktivitas udara buang IRM selama tahun 2014 dan 2015.

Evaluasi terhadap udara buang perlu dilakukan untuk mengetahui konsentrasi radioaktif α dan β dari udara buang IRM, apakah melebihi batasan yang diizinkan (*Maximum Permissible Concentration = MPC*) yaitu 2 Bq/m^3 (radiasi α) dan 20 Bq/m^3 (radiasi β)^[2]. Bila pelepasan efluen radioaktif dalam bentuk aerosol ke lingkungan memenuhi persyaratan keselamatan, maka tidak ada bahaya radiasi pada tapak IRM. Pemantauan udara buang dilakukan secara langsung menggunakan alat pantau udara buang kontinyu *SmartCam* buatan *Lab Impex*. Pemantauan keradioaktifan udara buang dilakukan dengan cara membaca keradioaktifan udara buang yang ditampilkan pada layar monitor. Pembacaan data dilakukan setiap hari dan dihitung rata-rata setiap minggu. *Record* hasil pemantauan udara buang di dokumentasikan dan dievaluasi. Apabila terjadi keadaan abnormal yang menunjukkan angka melebihi dari *Maximum Permissible Concentration* (MPC) yaitu lebih besar dari 2 Bq/m^3 (alpha) dan 20 Bq/m^3 (beta), maka akan diperintahkan penghentian operasi sementara pada kegiatan IRM dan dievaluasi kembali secara menyeluruh.

TEORI

Keselamatan Radiasi

Keselamatan radiasi dimaksudkan sebagai usaha untuk melindungi seseorang, dan juga anggota masyarakat secara keseluruhan terhadap kemungkinan terjadinya akibat

biologi yang merugikan dari radiasi. Tujuan keselamatan radiasi adalah^[3] :

1. Membatasi peluang terjadinya akibat stokastik atau resiko akibat pemakaian radiasi yang dapat diterima oleh masyarakat,
2. Mencegah terjadinya akibat non-stokastik dari radiasi yang membahayakan seseorang.

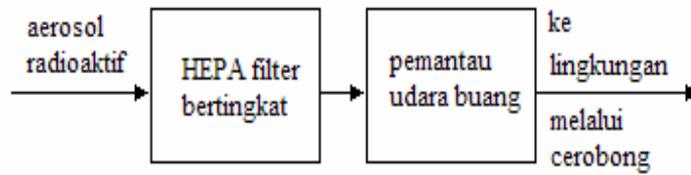
Batasan radioaktivitas udara buang dari cerobong adalah 10% dari batasan untuk radioaktivitas udara didalam laboratorium, yaitu berturut-turut 2 Bq/m³ untuk radiasi α dan 20 Bq/m³ untuk radiasi β .

Baku Tingkat Radioaktivitas

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, tumbuh-tumbuhan dan atau benda. Setiap penguasa instalasi nuklir harus menjamin agar kontribusi penyinaran yang berasal dari instalasinya pada anggota masyarakat secara keseluruhan serendah mungkin sesuai dengan sistem pembatasan dosis.

Sistim Ventilasi

Sistim ventilasi berfungsi untuk mengontrol konsentrasi kontaminasi udara di daerah kejadian radioaktivitas udara buang. Sumber radioaktif berbentuk gas/aerosol di IRM, berasal dari proses pengujian merusak bahan bakar bekas. Gas produk fisi dan aerosol berupa partikulat-partikulat kecil yang radioaktif dapat terdispersi ke udara saat proses tersebut. Guna mencegah tersebarnya kontaminan aerosol ke atmosfer, udara buang laboratorium IRM disaring melalui 2 tingkat filtrasi HEPA dengan tingkat efisiensi minimal 99,97 % untuk aerosol berukuran 0,3 μm . Bila filter tersebut telah jenuh yang ditandai dengan adanya perbedaan tekanan yang besar antara udara yang masuk/keluar filter, maka filter segera diganti. Sedangkan jaminan keselamatan untuk buangan aerosol ke lingkungan ditunjukkan dari pemantauan radioaktivitas udara cerobong (*stack monitor*). Udara buang setelah mengalami penyaringan dengan filter HEPA, dilepas ke lingkungan pada ketinggian cerobong 60m dengan diameter cerobong 1,5 m dan laju pembuangan sebesar 14.277 m³/jam (Gambar1). Sistem udara buang berasal dari 3 jalur yaitu: jalur laboratorium, jalur *fumehood* dan jalur *hotcell*.

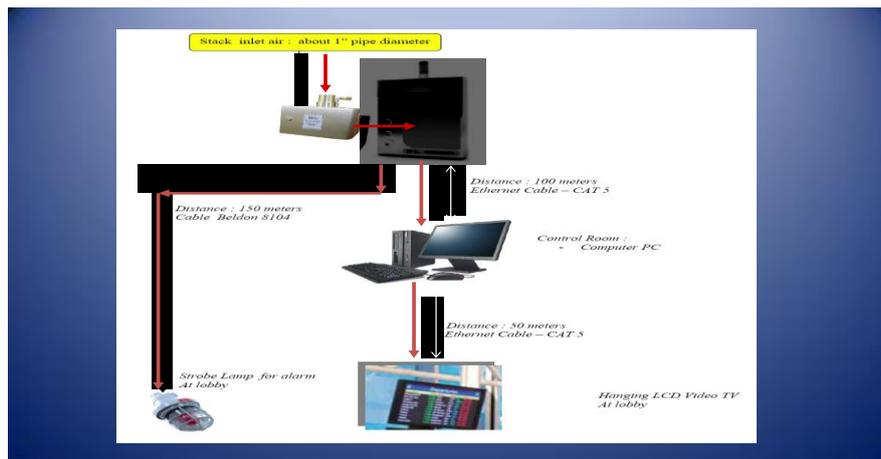


Gambar 1. Diagram pengelolaan aerosol radioaktif ke lingkungan

Ketika udara buang terlepas dari cerobong terjadi pengenceran udara yang sangat besar. Pengenceran efluen aerosol dari cerobong IRM sudah diperhitungkan berdasarkan rumus distribusi *Gauss* untuk menentukan tinggi cerobong yang dikaitkan dengan parameter kondisi alam, seperti arah dan kecepatan angin, temperatur, gerakan asap (*plume*) yang keluar dari cerobong dan sebagainya.

Pemantauan Radioaktivitas Udara.

Ketika udara buang terlepas dari cerobong terjadi pengenceran udara yang sangat besar. Pengenceran efluen aerosol dari cerobong IRM sudah diperhitungkan berdasarkan rumus distribusi *Gauss* untuk menentukan tinggi cerobong yang dikaitkan dengan parameter kondisi alam, seperti arah dan kecepatan angin, temperatur, jenis beluk atau gerakan asap (*plume*) yang keluar dari cerobong dan sebagainya. IRM telah memasang peralatan pemantauan udara buang secara kontinyu yaitu peralatan Smart Cam, MAN 0070, Produksi Labaoratorium *Impex Systems*. Peralatan ini memberikan data cacahan udara buang alpha dan beta setiap 1 menit sekali. Peralatan *SmartCam*, MAN 0070 terlihat padam gambar 2, dan gambar 3.



Gambar2 : Bagan rangkaian Aerosol monitor



Gambar 3. Aerosol *SmartCam*

TATA KERJA

Tata kerja peralatan *Smart Cam*, MAN 0070 :

1. Penyiapan pengoperasian alat pantau udara buang
 - a. Memastikan bahwa kertas filter terpasang pada dudukan yang telah disediakan
 - b. Mengatur posisi kunci kontak pada garis vertical (*upright*)
 - c. Menyambungkan kabel power pada tegangan 220 Volt (*main power*), kemudian menghidupkan *Main Power Supply*
 - d. Menunggu sampai sistem booting pada *Smart Cam software* berjalan normal.
2. Menghidupkan sistem pompa hisap udara
 - a. Menghidupkan pompa penghisap udara luar
 - b. Memastikan bahwa posisi filter udara terpasang kuat pada posisinya
 - c. Menghubungkan *mains lead* ke *mains inled connector* untuk menyalurkan tegangan
 - d. Melakukan konfirmasi kelengkapan system pada proses star up pada :
 - Layar LCD dengan tanda lampu merah
 - *Windows CE.net screen* dengan tanda lampu merah
 - *LIS Cam splash screen* dengan tanda lampu merah
 - *Normal display screen* dengan lampiu hijau untuk tanda normal
3. Menghubungkan alat ke sistem komputer

- a. Memasang komputer dengan *software* VNC
 - b. Memeriksa dan *set up IP address pad SmartCam* (Network menu)
 - c. Memeriksa dan *set up IP Personal Komputer* dengan IP *SmartCam*
 - d. Mengisi IP *SmartCam* pada VNC server
 - e. Memastikan panel "*Quick Option*" sesuai dengan aturan pada buku manual
4. Pembacaan radioaktivitas alpha dan beta pada *display*
 5. Mencatat radioaktivitas alpha dan beta pada lembar bantu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemantauan radioaktivitas udara dilakukan untuk menjamin bahwa daerah kerja dan lingkungan aman terhadap bahaya radiasi/kontaminasi. Pemonitoran udara buang dilakukan untuk mengetahui konsentrasi keradioaktifan udara pada titik pembuangan. Udara buang IRM yang dilepas ke lingkungan pada ketinggian cerobong 60 m, memungkinkan pengenceran yang sangat besar terhadap konsentrasi radioaktivitas α dan β hingga menjadi sangat kecil. Konsentrasi radioaktivitas α dan β yang dilepas ke lingkungan tersebut, memungkinkan untuk penerimaan radiasi yang sangat kecil terhadap masyarakat sekitar tapak IRM. Pemonitoran radioaktivitas udara dilakukan dengan mengambil data harian rata-rata selama 24 jam dan dirata-rata kembali selama seminggu dari data yang tertuang dalam display alat *Continuous Stack Air Monitoring* (SmartCam). Kemudian dalam setiap bulan di cari data radioaktivitas tertinggi.

Hasil pemantauan radioaktivitas udarabuang yang dilakukan digedung 20 IRM selama tahun 2014 dan 2015 dapat dilihat di Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Radioaktivitas tertinggi udara buang IRM tahun 2014

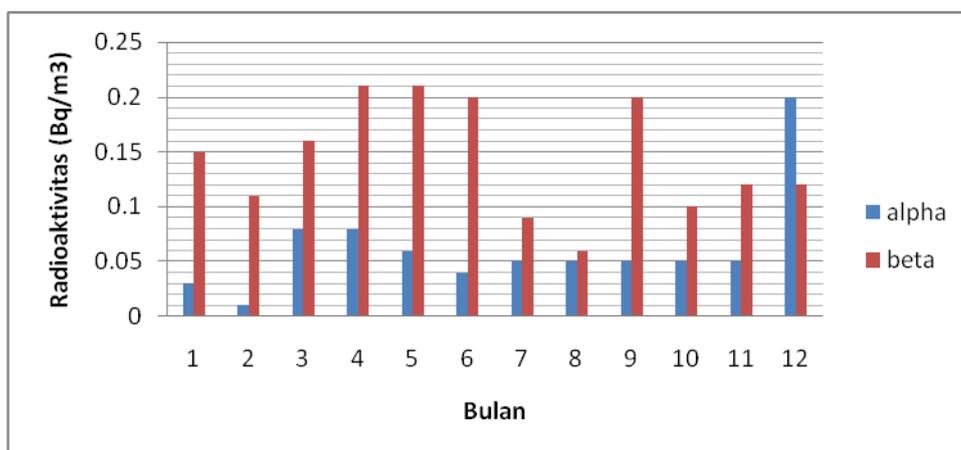
Bulan	Radioaktivitas udara buang (Bq/m ³)	
	α (gross)	β (gross)
Jan. 2014	0,03	0,15
Feb. 2014	0,01	0,11
Mar. 2014	0,08	0,16
Apr. 2014	0,08	0,21
Mei 2014	0,06	0,21
Juni 2014	0,04	0,20
Juli 2014	0,05	0,09
Ags. 2014	0,05	0,06
Sep. 2014	0,05	0,20

Okt. 2014	0,05	0,10
Nov. 2014	0,05	0,12
Des. 2014	0,20	0,12

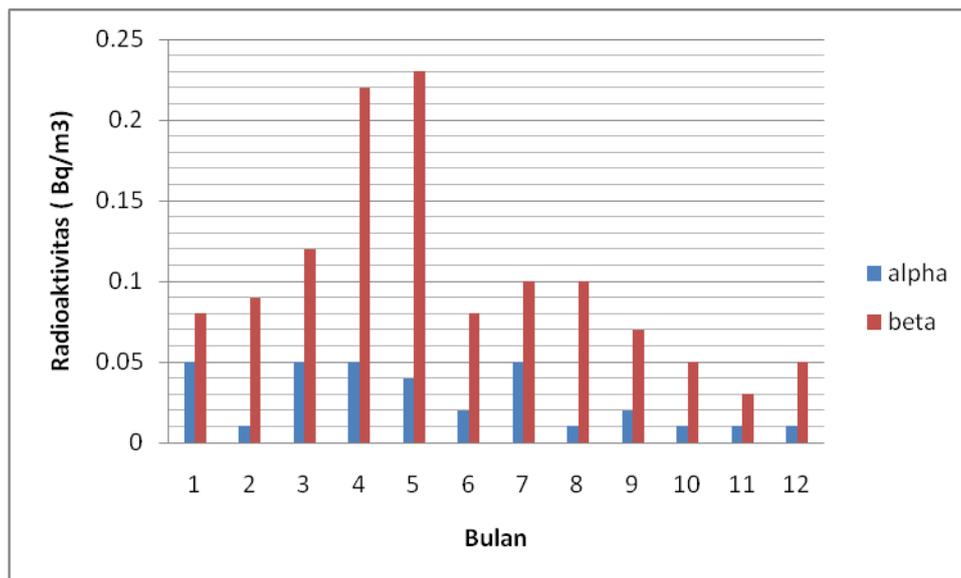
Tabel 2. Radioaktivitas tertinggi udara buang IRM tahun 2015

Bulan	Radioaktivitas udara buang (Bq/m ³)	
	α (gross)	β (gross)
Jan. 2015	0,05	0,08
Feb. 2015	0,01	0,09
Mar. 2015	0,05	0,12
Apr. 2015	0,05	0,22
Mei 2015	0,04	0,23
Juni 2015	0,02	0,08
Juli 2015	0,05	0,10
Ags. 2015	0,01	0,10
Sep. 2015	0,02	0,07
Okt. 2015	0,01	0,05
Nov. 2015	0,01	0,03
Des. 2015	0,01	0,05

Hubungan antara waktu pemantauan (bulan) dengan radioaktivitas (Bq/m³) tahun 2014 dan 2015 dinyatakan dalam suatu grafik yang terlihat pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Radioaktivitas udara buang IRM tahun 2014



Gambar 6. Radioaktivitas udara buang IRM tahun 2015

Hasil pemantauan yang diperoleh tersebut adalah konsentrasi radioaktivitas *gross* yang merupakan gabungan udara buang yang berasal dari jalur laboratorium, jalur *fume hood* dan jalur *hotcell*. Pada tahun 2014 konsentrasi udara buang IRM tertinggi, untuk radiasi- α sebesar $0,20\text{Bq/m}^3$ atau 10 % dari batas yang diizinkan (2 Bq/m^3), untuk radiasi β sebesar $0,21\text{ Bq/m}^3$ atau 1,05 % dari batas yang diizinkan (20 Bq/m^3). Pada tahun 2015 konsentrasi udara buang IRM tertinggi, untuk radiasi- α sebesar $0,05\text{Bq/m}^3$ atau 2,5 % dari batas yang diizinkan (2 Bq/m^3), untuk radiasi- β sebesar $0,23\text{Bq/m}^3$ atau 1,15 % dari batas yang diizinkan (20 Bq/m^3). Fenomena tersebut menunjukkan konsentrasi radioaktivitas yang relative lebih tinggi pada tahun 2014, walaupun tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan. Hal ini dimungkinkan karena pada tahun 2014 dilakukan kegiatan dekontaminasi *hotcell*, dan tahun 2015 masih melanjutkan kegiatan deko *hotcell*, tetapi kondisi *hotcell* pada tahun 2015 sudah jauh lebih bersih baik ditinjau dari paparan radiasi gammanya maupun kontaminasi alpha dan betanya. Walaupun demikian efluen gas/aerosol radioaktif α dan β yang dilepas dari cerobong IRM ke lingkungan selama tahun 2015 nilainya dibawah konsentrasi maksimum yang diizinkan.

KESIMPULAN

Konsentrasi udara buang IRM tertinggi selama tahun 2015, untuk radiasi- α sebesar $0,05\text{Bq/m}^3$ atau hanya 2,50 % dari batas yang diizinkan (2 Bq/m^3), dan radiasi- β sebesar $0,23\text{ Bq/m}^3$ atau 1,15 % dari batas yang diizinkan (20 Bq/m^3). Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa pada tahun 2015 tidak terjadi peningkatan konsentrasi udara buang dibanding tahun 2014 di IRM. Kesimpulan yang dapat diambil, bahwa efluen

gas/aerosol radioaktif α dan β yang dilepas dari cerobong IRM ke lingkungan selama tahun 2015 nilainya dibawah konsentrasi maksimum yang diizinkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. BAPETEN., Undang-undang no. 10 tahun 1997, Tentang Ketenaganukliran, Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Jakarta, Tahun1997.
2. BAPETEN., Keputusan Kepala Bapeten nomor: 02/Ka.Bapeten/V-99, Baku tingkat radioaktivitas di lingkungan, Jakarta 1999.
3. BAPETEN., Keputusan Kepala Bapeten nomor: 01/Ka.Bapeten/V-99, Ketentuan keselamatan kerja terhadap radiasi, Jakarta 1999.
4. PTBBN-BATAN., Laporan Analisis Keselamatan (LAK) Instalasi Radiometalurgi (IRM), Nomor Dok. KK32J009001, revisi 1, 2012.
5. MARTIN, A. and HARBINSON S.A., *An introduction to radiation protection, copy right* 1986, London.