

## EVALUASI SISTEM KESELAMATAN TERHADAP KEGIATAN DI LABORATORIUM DAN INSTALASI ELEMEN BAKAR EKSPERIMENTAL TAHUN 2015

Nur Tri Harjanto, Nudia Barenzani  
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir- BATAN

### ABSTRAK

Evaluasi ini dilakukan karena adanya potensi bahaya radiasi maupun non radiasi dalam kegiatan operasi IEBE. Potensi bahaya ini muncul dalam kegiatan litbang yang disebabkan oleh perubahan kegiatan yang dilakukan, peralatan yang semakin tua, kondisi personil, serta adanya perubahan peraturan. Tujuan dari kegiatan evaluasi ini adalah untuk mengetahui apakah kinerja keselamatan telah memenuhi kriteria peraturan (standard) yang berlaku dan juga untuk mendapatkan masukan guna peningkatan sistem keselamatan ditahun mendatang. Metode yang dilakukan adalah dengan melakukan evaluasi terhadap data-data keselamatan yang meliputi perijinan instalasi dan personil, proteksi radiasi daerah kerja, personil dan lingkungan, peraturan (standard) yang berlaku. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa laju paparan radiasi  $\gamma$  tertinggi 5,640  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  masih di bawah batas yang diijinkan (25  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ ). Tingkat kontaminasi permukaan daerah tertinggi 0,107  $\text{Bq}/\text{cm}^2$ , masih di bawah ambang batas yang diizinkan, (3,7  $\text{Bq}/\text{cm}^2$ ). Tingkat keradioaktifan udara di daerah kerja IEBE tertinggi 3,803  $\text{Bq}/\text{cm}^3$  berada di bawah batas yang diizinkan, (20  $\text{Bq}/\text{cm}^3$ ). Lepas keradioaktifan udara ke lingkungan dari cerobong (*stack*) IEBE 0,04  $\text{Bq}/\text{m}^3$  masih berada dibawah ambang batas yang diijinkan (2  $\text{Bq}/\text{m}^3$ ). Dosis Ekvivalen Kulit (DEK) sebesar 0,03 - 0,09 mSv jauh dibawah NBD DEK pertahun (500mSv). Hasil dari pemantauan WBC tahun 2014 menunjukkan bahwa tidak terdeteksi adanya radionuklida. Hasil analisa urine dosis terikat ( $H_E$ ) terpantau sebesar 0,03 mSv masih dibawah NBD  $H_E$  (20 mSv). Selain itu IEBE telah melakukan latihan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir yang mengacu pada Program Kesiapsiagaan Nuklir IEBE SOP No 004.009 / KN 01 02 / BBN Untuk keselamatan instalasi serta pengoperasian IEBE telah memenuhi persyaratan perijinan yang berlaku hingga 2022.

Kata kunci : Evaluasi keselamatan, nilai batas, radiasi, IEBE, perijinan

### PENDAHULUAN

Instalasi Elemen Bakar Eksperimental adalah instalasi yang dimiliki oleh Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBBN) yang digunakan untuk melaksanakan pengembangan teknologi produksi bahan bakar reaktor daya, pengembangan teknologi bahan bakar reaktor riset, pengembangan bahan struktur dan dukung elemen bakar nuklir dan pengembangan teknologi daur ulang bahan bakar nuklir serta pemungutan gagal. IEBE didesain sedemikian rupa agar pengoperasian dapat berjalan dengan aman dan selamat dari bahaya radiasi dan kontaminasi bahan radioaktif, bahan kimia dan bahan berbahaya lainnya yang digunakan dalam proses operasi.<sup>[1]</sup>

IEBE terdiri atas fasilitas konversi (PCP) dan fasilitas fabrikasi (FFL) yang didukung oleh Laboratorium Kendali Kualitas (LKK), penunjang sarana dan sistem keselamatan. PCP dirancang untuk menghasilkan serbuk  $\text{UO}_2$  dari *yellow cake* dan FFL dirancang untuk memproduksi perangkat elemen bakar tipe "*Heavy Water Reactor*

(HWR)” dengan menggunakan bahan dasar serbuk UO<sub>2</sub> alam. Namun demikian sesuai desain IEBC dirancang mampu untuk menangani U diperkaya sampai 5%.<sup>[1]</sup>

Proses pembuatan bahan bakar nuklir seperti yang dilakukan di IEBC, selain menggunakan bahan yang bersifat radioaktif (Isotop-isotop U merupakan bahan radioaktif), juga menggunakan bahan-bahan lain yang berbahaya dan beracun (B3). Dengan digunakannya bahan-bahan tersebut akan berpotensi mencederai (langsung maupun tidak langsung) personil bilamana tidak ditangani secara hati-hati dan tidak sesuai prosedur. Demikian juga halnya tempat/ daerah kerja dan lingkungan dapat tercemar (terkontaminasi) oleh bahan-bahan tersebut sehingga dapat membahayakan personil yang berada di sekitarnya. Untuk pencegahan dari bahaya maka diperlukan sistem proteksinya, baik secara teknis maupun administratif. Secara teknis misalnya dengan desain fasilitas saat pembangunan yang mempertimbangkan segi keselamatan, pelaksanaan program pemantauan potensi bahaya, pengawasan (inspeksi/ audit), penanggulangan bahaya dan lainnya. Secara administratif misalnya dari segi pemberlakuan peraturan/ ketentuan keselamatan serta standar-standar yang relevan, organisasi pelaksana, prosedur-prosedur kerja yang harus dilaksanakan dan sebagainya. Dalam hal penggunaan bahan nuklir U yang bersifat radioaktif, potensi bahaya terhadap keselamatan radiasi merupakan sesuatu yang tidak dapat dihilangkan. Khususnya dengan dioperasikannya *PCP (Pilot Conversion Plant)* akan menimbulkan penggunaan bahan nuklir *Yellow Cake* dan limbah proses yang akan dihasilkan akan meningkat cukup banyak. Agar personil, daerah kerja dan lingkungan terhindar dari bahaya radiasi maka diperlukan sistem proteksi radiasi, baik yang didesain saat pembangunan fasilitas kerja (instalasi) maupun kegiatan yang harus dilaksanakan dalam operasi instalasi.

Kegiatan evaluasi sistem keselamatan ini dilakukan untuk mengetahui kinerja keselamatan yang telah dilakukan telah memenuhi peraturan/standard yang berlaku dan juga untuk mendapatkan masukan guna peningkatan sistem keselamatan ditahun-tahun mendatang. Evaluasi harus dilakukan secara periodic karena dengan berjalannya waktu maka tentu banyak perubahan yang terjadi baik dalam operasi/proses, perubahan peraturan, dan juga standard keselamatan yang selalu berubah dan ditingkatkan. Dalam makalah ini, evaluasi dilakukan untuk kegiatan yang dilakukan tahun 2015.

## **METODOLOGI**

Kegiatan evaluasi sistem keselamatan ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kinerja keselamatan yang telah dilakukan dengan peraturan (standard) yang berlaku dan juga untuk mendapatkan masukan guna peningkatan sistem keselamatan ditahun mendatang. Metode yang dilakukukan dalam evaluasi ini adalah:

1. Pengumpulan data-data perizinan yang meliputi Izin operasi, Izin personil PPR, Izin personil Bahan Nuklir, dan Izin Bekerja bagi Supervisor dan Operator
2. Pengumpulan data-data Pemantauan yang meliputi Pemantauan daerah kerja, Pemantauan Personil Internal maupun Eksternal, dan Pemantauan Cerobong.
3. Pengumpulan Referensi dan Peraturan terkait batasan keselamatan dan operasi
4. Dilakukan evaluasi keselamatan baik secara administrasi maupun secara teknis.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam evaluasi ini akan dilakukan baik yang bersifat administrasi maupun teknis terhadap sistem keselamatan instalasi, personil/pekerja, masyarakat maupun lingkungan hidup disekitar kegiatan operasi IEBE.

### **Evaluasi Administrasi Sistem keselamatan IEBE**

Agar IEBE dapat beroperasi secara legal maka harus mendapatkan ijin dari Bapeten Ijin tersebut meliputi ijin operasi instalasi dan bahan nuklir yang digunakan. Hasil evaluasi diketahui bahwa Status perizinan instalasi dan bahan nuklir yang dikeluarkan oleh BAPETEN di lingkungan IEBE adalah sebagai berikut :

1. IZIN OPERASI INSTALASI NUKLIR untuk IEBE No. 477/IO/Ka-BAPETEN/25-X/2012 berlaku selama 10 tahun mulai tanggal 25 Oktober 2012 sampai dengan tanggal 24 Oktober 2022.
2. IZIN PEMANFAATAN BAHAN NUKLIR (IPBN) untuk tujuan :
  - a. Penelitian dan Pengembangan (Litbang) berlaku selama 3 tahun :
  - b. IPBN No. 446/IB/Ka-BAPETEN/11-I/2013 (Lampiran 1 Rev.2 tanggal 24 Juni 2015) untuk Uranium alam berlaku terhitung mulai tanggal 16 Januari 2013 sampai dengan 15 Januari 2016.
  - c. IPBN No. 447/IB/Ka-BAPETEN/11-I/2013 (Lampiran 1 Rev.2 tanggal 24 Juni 2015) untuk Uranium deplesi berlaku terhitung mulai tanggal 16 Januari 2013 sampai dengan 15 Januari 2016.
  - d. Telah diterima IPBN No. 501/IB/DPIBN/21-X/2015 dari BAPETEN untuk Thorium berlaku terhitung mulai tanggal 21 Oktober 2015 sampai dengan 21 Oktober 2018.
  - e. IPBN No. 467/IB/Ka-BAPETEN/21-X/2013 (lampiran 1 Rev.1 tanggal 24 Juni 2015 ) untuk Uranium diperkaya (< 20%) berlaku mulai tanggal 21 Oktober 2013 sampai dengan 20 Oktober 2016.
  - f. Penyimpanan berlaku selama 5 tahun

IPBN No. 417/IB/DPIBN/23-XI/2011 untuk *Yellow cake* milik PTBBN (hibah dari PT. Petro Kimia Gresik) yang disimpan di IPLR-PTLR berlaku terhitung mulai 23 Nopember 2011 sampai dengan 22 Nopember 2016.

Selain tersebut diatas sesuai Peraturan Kepala (Perka) BAPETEN No. 4 Tahun 2011 dan No. 6 Tahun 2015 bahwa setiap Pengurus maupun Pengawas Inventori Bahan Nuklir (PPIBN) diwajibkan memiliki Surat Izin Bekerja (SIB) yang dikeluarkan oleh BAPETEN.<sup>[2]</sup> Saat ini personil PTBBN yang bertugas sebagai PPIBN pada MBA RI-E termasuk seluruh KMP-nya telah secara resmi memiliki SIB sebagai PPIBN sebanyak 12 personil dengan masa berlaku hingga 29 Juni 2017. PPIBN di IEBE terdiri dari 1 personil pengawas dan 11 personil Pengurus Inventori Bahan Nuklir yang sebagian besar merangkap jadi operator INNR dan PPR Instalasi .

### **Evaluasi Teknis Sistem Keselamatan di IEBE**

#### **A. Pemantauan Paparan Radiasi dan Kontaminasi Daerah Kerja**

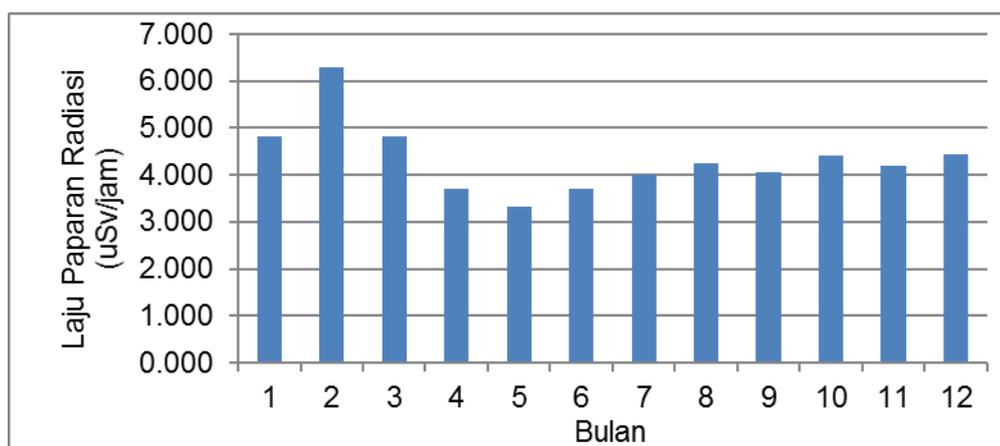
Pemantauan paparan radiasi- $\gamma$  dilakukan di daerah kerja yang berpotensi terhadap bahaya radiasi, yaitu daerah kerja yang terdapat sumber radiasi (zat radioaktif dan bahan nuklir).

Pemantauan di IEBE dilakukan di HR-22, HR-23, HR-24, HR-25, HR-05 dan Gudang Uranium (HR-04). Pemantauan dilakukan terutama terhadap tingkat paparan di meja kerja (MK) di ruangan tersebut atau lokasi penempatan/penyimpanan Uranium. Pemantauan di koridor IEBE juga dilakukan. Hasil pemantauan paparan radiasi daerah kerja IEBE tertinggi perbulan pada tahun 2015 ditunjukkan pada Table 1.

Hasil pemantauan mingguan selama tahun 2015 menunjukkan bahwa laju paparan radiasi  $\gamma$  tertinggi di daerah kerja IEBE sebesar 6,290  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  pada bulan Februari masih jauh di bawah batas yang diijinkan, yaitu dibawah 25  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  <sup>[2]</sup> . Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan Februari aktivitas proses mengalami puncaknya. Beberapa lokasi seperti HR-04 (gudang Uranium) dan HR-05 (Ruang Peletisasi) memang menonjol paparan radiasinya dibanding lokasi lain. Hal ini disebabkan di lokasi tersebut tersimpan atau terdapat tumpukan Uranium yang menjadi sumber radiasi. Tingginya tingkat paparan- $\gamma$  di HR-05 (di daerah meja kerja) karena terdapat tumpukan pelet-pelet  $\text{UO}_2$  yang dalam proses pengerjaan. Adapun di ruangan lainnya hampir mendekati *background*.

Tabel 1. Laju Paparan Radiasi- $\gamma$  Tertinggi ( $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ ) Daerah Kerja IEBE Tahun 2015

Ruang / Posisi	Bulan Ke :											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
HR 05 GB A	0,352	0,320	0,352	0,399	0,380	0,334	0,350	0,370	0,355	0,385	0,345	0,394
GB B	0,356	0,457	0,327	0,528	2,090	0,251	0,462	0,489	0,457	0,486	0,386	0,333
GB C	0,299	0,279	0,315	0,331	0,313	0,352	0,290	0,350	0,367	0,400	0,308	0,319
MK A	0,192	0,314	0,500	0,271	0,623	0,611	0,478	0,297	0,351	0,354	0,305	0,255
MK B	4,810	<b>6,290</b>	4,810	3,700	3,330	3,710	4,010	4,251	4,070	4,400	4,190	4,440
MK C	0,142	0,141	0,180	0,151	2,020	0,142	0,125	0,140	0,210	0,167	0,172	0,131
TS 1	0,150	0,155	0,158	0,150	0,201	0,160	0,198	0,154	0,172	0,136	0,178	0,155
TS 2	0,129	0,179	0,180	0,167	0,210	0,146	0,129	0,149	0,203	0,182	0,186	0,115
TR	0,112	0,134	0,158	0,162	0,170	0,211	0,105	0,127	0,127	0,142	0,166	0,116
HR 04 X	2,960	2,960	3,330	2,960	2,590	2,590	3,200	2,960	3,330	3,700	3,600	2,960
HR 22 A	0,115	0,164	0,152	0,130	0,123	0,125	0,157	0,154	0,129	0,139	0,115	0,133
HR 23 B	0,130	0,176	0,200	0,255	0,199	0,215	0,151	0,151	0,253	0,125	0,167	0,150
HR 24 C	0,242	0,218	0,350	0,218	2,020	0,478	0,250	0,324	0,365	0,232	0,270	0,259
HR 25 D	0,110	0,109	0,106	0,128	0,115	0,112	0,123	0,117	0,152	0,107	0,136	0,150
Satuan $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ , Batas Laju Paparan Radiasi Yang Diizinkan $\leq 25 \mu\text{Sv}/\text{jam}$												
GB: <i>Glovebox</i> FH: <i>Fumehood</i> MK: Meja Kerja    A/B/C : Lokasi Pantau A/B/C												



Gambar 1. Laju paparan tertinggi daerah kerja IEBE Tahun 2015

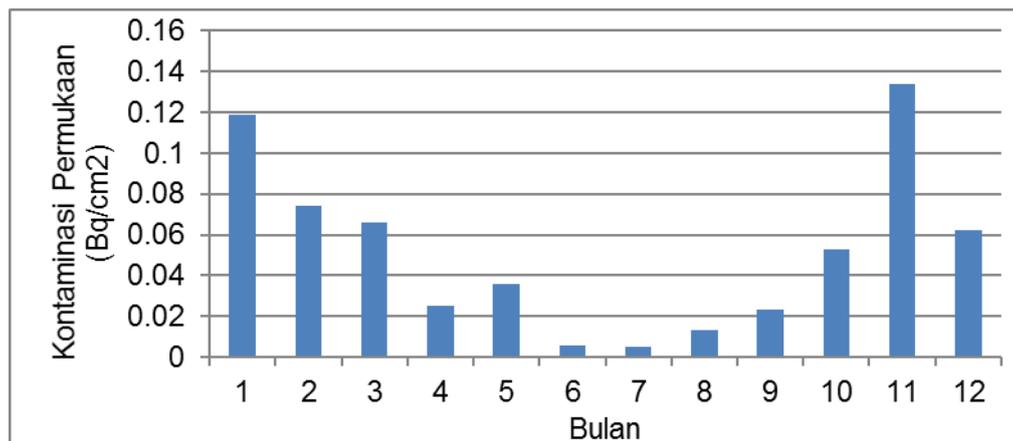
Pemantauan kontaminasi permukaan dilakukan di daerah kerja yang berpotensi terjadinya kontaminasi. Pemantauan di IEBE dilakukan di ruang berpotensi terjadinya

kontaminasi Uranium, yaitu Ruang Peletisasi (HR-05), Gudang Uranium (HR-04), Ruang Uji Metalografi (HR-22), Ruang Uji Fisika Kimia (HR-23), dan Ruang Kimia Analisis (HR-24) yang-mana ada kemungkinan kontaminasi dari percikan larutan. Hasil pemantauan kontaminasi permukaan daerah kerja IEBE tertinggi Tahun 2015 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Kontaminasi Permukaan (Bq/cm<sup>2</sup>) Daerah Kerja Tertinggi IEBE Tahun 2015

Ruang/ Posisi	Bulan ke :											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	α	α	α	α	α	α	α	α	α	α	α	α
HR 05 GB A	0,008	0,009	0,008	0,007	0,009	0,007	0,006	0,004	0,015	0,003	0,006	0,007
GB B	0,015	0,009	0,008	0,011	0,019	0,024	0,043	0,017	0,017	0,006	0,004	0,007
GB C	0,021	0,011	0,005	0,009	0,007	0,006	0,008	0,006	0,008	0,004	0,006	0,010
MK A	0,119	0,074	0,066	0,025	0,036	0,006	0,005	0,013	0,023	0,053	<b>0,134</b>	0,062
MK B	0,011	0,011	0,011	0,007	0,006	0,004	0,004	0,003	0,010	0,004	0,006	0,006
MK C	0,011	0,011	0,011	0,003	0,005	0,004	0,006	0,001	0,012	0,001	0	0,004
TS 1	0,017	0,005	0	0,004	0,003	0,002	0,001	0,004	0,006	0,001	0,001	0,002
TS 2	0,009	0,003	0,003	0,005	0,004	0,001	0,001	0,006	0,001	0,003	0	0,001
TR	0,003	0,008	0,003	0,002	0,004	0,006	0,001	0,001	0,005	0,003	0,003	0,001
HR 04 X	0,011	0,012	0,012	0,004	0,016	0,007	0,006	0,002	0,009	0,004	0,009	0,005
HR 22 A	0,006	0,006	0,003	0,004	0	0,001	0,002	0,003	0,003	0,001	0	0
HR 23 B	0,005	0,011	0,007	0,003	0,004	0,004	0,004	0	0,010	0,023	0,002	0,010
HR 24 C	0,055	0,009	0,030	0,006	0,005	0,006	0,007	0,001	0,004	0,008	0,004	0,004
HR 25 D	0,006	0,002	0,009	0,001	0,003	0,005	0,001	0,005	0,003	0,004	0	0,003
Batasan (MPC)	Daerah tidak aktif (zona I)			Daerah Radiasi rendah (zona II)				Daerah radiasi sedang (zona III)				
Radioaktivitas permukaan	Background			≤ 0.37 Bq/cm <sup>2</sup> (α)				≤ 3.7 Bq/cm <sup>2</sup> (α)				
GB: Glovebox FH: Fumehood MK: Meja Kerja A/B/C : Lokasi Pantau A/B/C												

Berdasarkan data pantau mingguan , diperoleh bahwa tingkat kontaminasi tertinggi terdapat di lokasi meja kerja A (MK A) HR-05 sebesar 0,134 Bq/cm<sup>2</sup> (α). dan terjadi pada bulan November. Secara umum masih jauh di bawah batas yang diizinkan yakni 3,7 Bq/cm<sup>2</sup> (α).<sup>[3]</sup>



Gambar 2. Kontaminasi permukaan tertinggi daerah kerja IEBE Tahun 2015

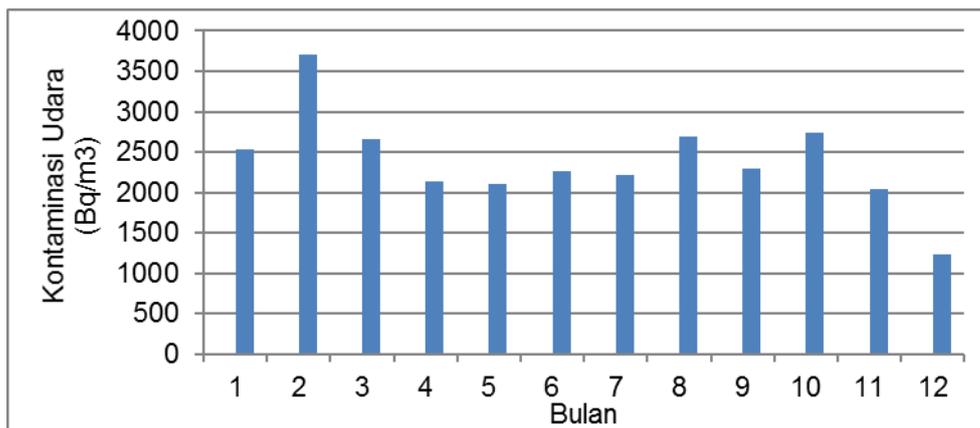
Pemantauan keradioaktifan udara di ruangan kerja dilakukan di daerah yang berpotensi terhadap bahaya kontaminasi (daerah kerja yang menangani Uranium dalam bentuk serbuk).

Pemantauan di IEBE dilakukan di HR-05 tempat kegiatan peletisasi yang menangani serbuk Uranium dan udara di gudang Uranium (HR 04). Ruangan di HR-05 yang cukup luas dipantau dengan empat buah pencuplik udara pada setiap sisi dinding.

Hasil pemantauan tingkat keradioaktifan udara tertinggi daerah kerja IEBE tahun 2015 ditunjukkan pada Tabel 3:

Tabel 3. Tingkat Keradioaktifan (Bq/m<sup>3</sup>) Udara Tertinggi Daerah Kerja IEBE Tahun 2015

Ruang / Posisi	Bulan Ke :											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	α	α	α	α	α	α	α	α	α	α	α	α
HR 05 U1	2,526	<b>3,711</b>	2,658	2,140	2,096	2,263	2,211	2,684	2,297	2,746	2,035	1,237
U2	2,421	3,671	2,842	1,851	1,833	2,035	2,421	2,158	2,465	2,404	2,002	1,132
U3	2,053	2,671	2,855	1,684	1,520	1,965	2,421	2,237	2,333	2,254	1,996	1,474
U4	2,329	2,711	2,671	1,825	1,491	2,228	1,947	1,816	2,061	2,632	1,939	1,833
HR 04 U5	3,421	1,974	2,816	1,982	1,696	1,982	1,702	1,974	3,026	2,588	1,831	2,298
HR 08	0,513	1,432	0,725	0,789	0,632	0,725	0,640	0,550	0,450	1,061	0,215	0,279
HR 11 – 14	0,711	1,066	0,799	0,886	0,766	0,799						
Batasan (MPC)	Daerah tidak aktif (zona I)				Daerah Radiasi rendah (zona II)				Daerah radiasi sedang (zona III)			
Radioaktivitas udara	Background				≤ 2 Bq/m <sup>3</sup> (α)				≤ 20 Bq/m <sup>3</sup> (α)			



Gambar 3. Tingkat Keradioaktifan Udara Tertinggi Daerah Kerja IEBE Tahun 2015

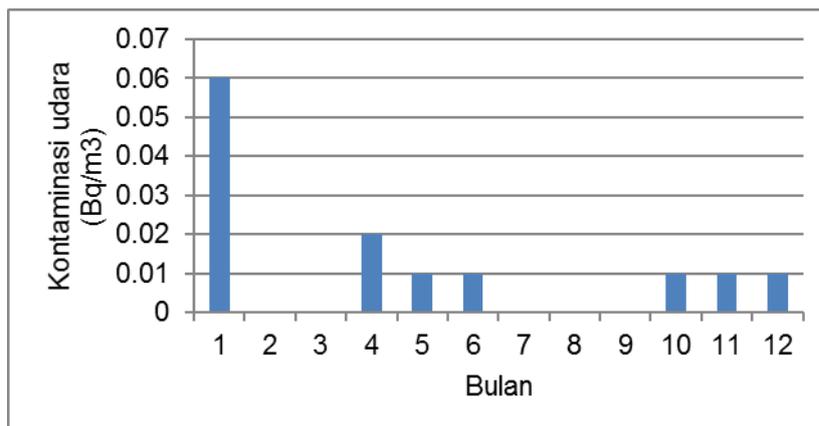
Berdasarkan data pantauan di atas, tingkat keradioaktifan udara di daerah kerja IEBE masih jauh di bawah batas yang diizinkan, yaitu dibawah 20 Bq/cm<sup>3</sup>. Tingkat keradioaktifan udara tertinggi terjadi pada bulan Februari yakni sebesar 3,711 Bq/cm<sup>3</sup>. Catatan: Mengingat di IEBE sumber radiasinya berasal dari Uranium maka potensi bahaya radiasi interna adalah keradioaktifan - $\alpha$  sehingga untuk keradioaktifan - $\beta$  tidak diukur.

**B. Pemantauan Tingkat Radioaktivitas Udara Buang**

Pemantauan keradioaktifan udara buang IEBE dilakukan di cerobong (stack), Hasil pemantauan tingkat keradioaktifan udara buang IEBE perioda Januari – Desember 2015 ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 4.

Tabel 4. Tingkat Keradioaktifan Udara Buang pada Stack (Bq/m<sup>3</sup>) IEBE Tahun 2015

Keradioaktifan	Bulan ke/ Radioaktivitas (Bq/m <sup>3</sup> )											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\alpha$	0,06	0	0	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0,01	0,01	0,01
Batasan (MPC)	2 Bq/m <sup>3</sup> ( $\alpha$ )											



Gambar 4. Radioaktivitas Udara Buang Tertinggi IEBE selama Tahun 2015

Dari data pemantauan terlihat bahwa lepasan keradioaktifan udara ke lingkungan dari cerobong (*stack*) IEBE sangat kecil yakni sebesar 0,06 Bq/m<sup>3</sup> ( $\alpha$ ) terjadi pada bulan Januari. Hal ini masih jauh di bawah batas yang diizinkan, yaitu dibawah 2 Bq/m<sup>3</sup> ( $\alpha$ ).<sup>[4]</sup>

Dari hasil pemantauan kontaminasi dan paparan secara keseluruhan menunjukkan bahwa kegiatan operasi IEBE selama tahun 2015 tidak memiliki dampak radiologi yang signifikan ( dalam batas aman).

### C. Data dosis Pekerja Radiasi

Pemantauan dosis radiasi untuk pekerja radiasi dilakukan terhadap dosis radiasi eksterna dan interna. Pemantauan dosis eksterna dari paparan radiasi di daerah kerja dilakukan juga terhadap pengunjung yang memasuki instalasi nuklir IEBE. Hasil pemantauan didokumentasikan ke dalam Kartu Dosis untuk setiap pekerja radiasi.

Pada periode pemantauan 2015 telah digunakan TLD personil pekerja radiasi sebanyak 53 untuk BFBBN. TLD ini diberi kode warna berupa TLD seri-B untuk pemakaian Januari s/d Maret 2015, dan 53 TLD seri-A untuk periode April s/d Juni 2015 dan digunakan secara bergantian pada setiap triwulan berikutnya.

Hasil pembacaan TLD seri B dan seri A untuk BFBBN menunjukkan tidak ada personil yang menerima dosis eksterna melebihi NBD yang diperkenankan. Hasil pembacaan TLD yang terdeteksi untuk periode 2015 adalah sbb: Jumlah TLD terdeteksi sebanyak 8 TLD dengan DEK: 0,03 sampai 0,10 mSv dan DEST: 0,03 sampai 0,60 mSv. Sedangkan nilai batas dosis DEST pertahun adalah 20 mSv dan DEK pertahun adalah 500mSv. Berdasarkan data di atas, dosis radiasi eksterna yang diterima pekerja radiasi selama tahun 2015 masih jauh dibawah NBD, baik untuk DEST maupun DEK.

Pemantauan dosis radiasi interna dilakukan secara in-vivo dan in-vitro, khususnya dilakukan terhadap pekerja radiasi yang berpotensi menerima dosis interna atau yang

bekerja di daerah kontaminasi. Pemantauan dosis radiasi secara in-vivo dilakukan melalui pengukuran cacah radiasi menggunakan alat *Whole Body Counter* (WBC), sedangkan secara in-vitro dengan menganalisis urine pekerja radiasi. Kedua metoda pemantauan dosis interna tersebut dilaksanakan di PTLR dengan mengirim pekerja radiasi ke fasilitas WBC dan cuplikan urine. Hasil dari pemantauan WBC th 2015 menunjukkan bahwa tidak terdeteksi adanya radionuklida, sedangkan hasil analisa urine pada tahun 2015 dosis terikat ( $H_E$ ) terpantau sebesar 0,01-0,03 mSv dan ini masih dibawah NBD  $H_E$  sebesar 20 mSv.

#### **D. Latihan Kedaruratan Nuklir**

Pada tahun 2015 IEBE telah melakukan latihan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir pada tanggal 13 Oktober 2015. Penanggulangan Kedaruratan Nuklir di IEBE mengacu kepada Program Kesiapsiagaan Nuklir IEBE SOP No 004.009/KN 01 02/BBN 5. Sedangkan untuk penanggulangan kedaruratan tingkat Kawasan Nuklir Serpong digunakan Buku Pedoman Umum Kesiapsiagaan Nuklir Tingkat PPTN - Serpong di Kawasan Puspipstek, Revisi 2, Maret 2003.

#### **KESIMPULAN**

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa laju paparan radiasi- $\gamma$  tertinggi 6,290  $\mu$ Sv/jam di bawah batas yang diijinkan (25  $\mu$ Sv/jam). Tingkat kontaminasi permukaan daerah tertinggi 0,134 Bq/cm<sup>2</sup>, di bawah batas yang diizinkan, (3,7 Bq/cm<sup>2</sup>). Tingkat keradioaktifan udara di daerah kerja IEBE tertinggi 3,317 Bq/cm<sup>3</sup> di bawah batas yang diizinkan, (20 Bq/cm<sup>3</sup>). Lepas keradioaktifan udara ke lingkungan dari cerobong (*stack*) IEBE 0,06 Bq/m<sup>3</sup> masih dibawah batas yang diizinkan (2 Bq/m<sup>3</sup>). Dosis Ekvivalen Kulit (DEK) sebesar: 0,03 sampai 0,10 mSv dan DEST sebesar 0,03 sampai 0,60 mSv. Jauh dibawah ambang batas DEK/DEST: 500 mSv /20mSv. Hasil dari pemantauan WBC th 2015 menunjukkan bahwa tidak terdetek (ttd) adanya radionuklida. Hasil analisa urine dosis terikat ( $H_E$ ) terpantau sebesar 0,01-0,03 mSv masih dibawah NBD  $H_E$  (20 mSv). Secara keseluruhan menunjukkan bahwa kegiatan operasi IEBE selama tahun 2015 tidak memiliki dampak radiologi yang signifikan ( dalam batas aman). IEBE telah melakukan latihan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir dan mengacu pada Program Kesiapsiagaan Nuklir IEBE SOP No 004.009 / KN 01 02 / BBN. Pengoperasian IEBE telah memenuhi persyaratan perijinan dan berlaku hingga 2022.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. PTBBN, Laporan Analisis Keselamatan IEBE, No. Dok. KK32 J09 002 Rev. 7, 2012
2. Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 Tahun 2014, tentang Batasan dan Kondisi Operasi Instalasi Nuklir Non Reaktor.
3. Peraturan Kepala BAPETEN No. 6 Tahun 2015 tentang Keamanan Sumber radioaktif.
4. Peraturan Kepala BAPETEN No. 7 Tahun 2013, tentang Nilai batas radioaktivitas Lingkungan.
5. PTBBN, Program Jaminan Mutu Terintegrasi No. Dok. JM 01 002.