

## **EVALUASI PAPARAN RADIASI TERHADAP DOSIS EKSTERNA YANG DITERIMA PEKERJA RADIASI DI IEBE TAHUN 2008**

**SRI WAHYUNINGSIH, SULIYANTO**

*Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir – BATAN  
Gedung 20, Kawasan Puspiptek - Serpong 15310*

### **Abstrak**

**EVALUASI PAPARAN RADIASI TERHADAP DOSIS EKSTERNA YANG DITERIMA PEKERJA RADIASI DI IEBE TAHUN 2008.** *Evaluasi paparan radiasi terhadap dosis eksternal yang diterima pekerja radiasi telah dilakukan. Tujuan evaluasi ini untuk mengetahui besaran paparan radiasi dan sumbangannya terhadap dosis eksternal pekerja radiasi. Metode dilakukan dengan mengukur paparan radiasi  $\gamma$  di daerah kerja aktif instalasi elemen bakar eksperimental (IEBE), kemudian dibandingkan dengan hasil pembacaan thermo luminescent dosimeter (TLD). Pengukuran paparan radiasi  $\gamma$  dilakukan sekali per-minggu menggunakan survaimeter graetz tipe x5de. Untuk pemantauan radiasi eksternal dipakai TLD dan dibaca per-triwulan oleh pusat teknologi limbah radioaktif (PTLR). Hasil pantau paparan radiasi per-minggu diambil rata-rata untuk memperoleh data per-bulan. Jika kegiatan pekerja di laboratorium dianggap 4 jam/hari. Perkiraan dosis eksternal akibat paparan radiasi ruang fabrikasi (hr 05) tahun 2008 sebesar  $(0,421 \pm 0,089)$  msv/tahun, sedangkan dari pembacaan TLD dosis eksternal tertinggi pekerja radiasi di hr 05 sebesar 0,27 msv/tahun. Perkiraan dosis eksternal akibat paparan radiasi ruang kendali kualitas (hr 22) tahun 2008 sebesar  $(0,162 \pm 0,055)$  msv/tahun, sedangkan dari pembacaan TLD dosis eksternal tertinggi pekerja radiasi di hr 22 sebesar 0,03 msv/tahun. Hasil evaluasi tahun 2008, menunjukkan paparan radiasi ternyata berhubungan dengan dosis eksternal.*

*Kata kunci : pekerja radiasi, paparan radiasi, dosis eksternal*

### **Abstract**

**EVALUATION OF RADIATION EXPOSURE AND EXTERNAL DOSE OF RADIATION WORKERS AT EXPERIMENTAL FUEL ELEMENT INSTALATION (EFEI) IN 2008.** *Evaluation of radiation exposure and external dose of radiation workers at IEBE in 2008 has been done. The evaluation is aimed to study the relation between radiation exposure and its contribution to external dose of radiation workers. The method used in the evaluation is by measuring gamma exposure in the active working areas of experimental fuel element instalation and comparing it with thermo luminescent dosimeter (TLD) reading. Measurement of gamma exposure was done once in a week using a survey meter graetz type x5de. The external dose was monitored through TLD's reading, which was performed once in three months by the center for radioactive management technology. Data of radiation exposure monitoring for a week was used for the calculation of radiation exposure in a month, assuming that the duration of workers activity in laboratorium is 4 hours/day. External dose resulted from radiation exposure in fabrication laboratorium (hr 05) in 2008 is estimated to be  $(0.421 \pm 0.089)$  msv/year. Meanwhile, the highest TLD reading of radiation workers in hr 05 is 0.27 msv/year. External dose in quality control room (hr 22) in 2008 is estimated to be  $(0.162 \pm 0.055)$  msv/year, while the highest TLD reading of radiation workers is 0.03 msv/year. The evaluation indicates that radiation exposure bears relation with external dose.*

*Keywords: radiation workers, radiation exposure, external dose*

## PENDAHULUAN

Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) dalam kegiatannya dikelola oleh PTBN - BATAN yang berdasarkan Keputusan Kepala BATAN No.123/KA/VIII/2007, IEBE mempunyai tugas melaksanakan pengembangan bahan bakar reaktor daya. Produk-produk atau hasil litbang

antara lain adalah serbuk  $UO_2$  derajad nuklir, produk antara ( $UO_3$ ,  $U_3O_8$ , pelet  $UO_2$  tersinter, bahan bakar dalam bentuk *pin* dan berkas, berbagai jenis paduan zirkonium dalam bentuk leburan/hasil pembentukan). Pengawasan keselamatan radiasi di daerah kerja aktif IEBE dilakukan dengan pengukuran paparan radiasi  $\gamma$  sekali setiap minggu. Pemantauan paparan radiasi di daerah kerja aktif IEBE dilakukan secara langsung menggunakan *surveymeter*  $\gamma$  yang telah terkalibrasi.

Sesuai dengan UU No. 10 tahun 1997 tentang ketenaganukliran pasal 16: setiap kegiatan yang berkaitan dengan pemanfaatan tenaga nuklir wajib memperhatikan keselamatan, keamanan, dan ketentraman, kesehatan pekerja dan anggota masyarakat serta perlindungan terhadap lingkungan hidup. Di dalam pelaksanaan kegiatan di laboratorium IEBE sangat dimungkinkan timbulnya kontaminasi zat radioaktif, paparan radioaktif dan limbah radioaktif. Pengukuran paparan radiasi ini selain sebagai alat pantau, juga agar dapat melakukan tindakan pembatasan dosis yang diterima pekerja radiasi. Tujuan evaluasi ini untuk mengetahui besaran paparan radiasi dan sumbangannya terhadap dosis eksterna pekerja radiasi Berdasarkan surat keputusan Kepala Bapeten No. 01/Ka.BAPETEN/V-99, NBD pekerja radiasi yang memperoleh penyinaran seluruh tubuh ditetapkan 50 mSv (5000 mrem) per tahun. Dalam hal penyinaran seluruh tubuh, NBD untuk anggota masyarakat umum ialah 5 mSv (500 mrem) dalam setahun. Paparan yang diterima pekerja radiasi yang bekerja dengan sumber radiasi tidak melebihi dari 25  $\mu$ Sv/jam.

Untuk memantau dosis radiasi yang diterima, maka pekerja radiasi dilengkapi monitor dosis personel menggunakan *Thermoluminescence Detector* (TLD). Hasil pantauan ini selalu dievaluasi dengan tujuan

dosis eksterna pekerja radiasi tidak melebihi NBD yang ditetapkan. pekerja radiasi yang menerima dosis eksterna melebihi NBD, dimungkinkan menerima dampak radiologi dari radiasi yang telah diterimanya. Pemantauan dosis eksterna pekerja radiasi dengan menggunakan TLD. Ketentuan umum proteksi radiasi terhadap pekerja radiasi dengan cara pembatasan penyinaran, pemantauan dan pencatatan dosis radiasi, serta pengawasan kesehatan Pekerja Radiasi<sup>[1,2]</sup>.

## TEORI

IEBE didesain dalam dua jenis daerah kerja yaitu daerah kerja untuk menangani U terbuka atau disingkat HR (*Hot Room*) dan daerah kerja untuk penanganan U tertutup atau sama sekali tidak menangani U disingkat CR (*Cold Room*). Pengungkung bahan radioaktif atau bahan nuklir U merupakan bagian terpadu antara gedung laboratorium, ruangan kerja, fasilitas pemroses U (*glovebox*, *fume hood*, tangki proses, sistem pipa dan sebagainya) dan sistem ventilasi. Dampak radiasi eksterna dari senyawa U-alam maupun U perkayaan rendah (< 5%  $U^{235}$ ) sangat kecil dan bukan persoalan utama. Paparan radiasi dipermukaan dari massa tak terhingga senyawa U-alam atau U-perkayaan rendah adalah relatif kecil, yaitu kurang dari 5 mR/jam untuk radiasi  $\gamma$  dan kurang dari 200 mRad/jam untuk radiasi  $\beta$ <sup>[3]</sup>.

Berdasarkan risiko bahaya radiasi, IEBE dibagi dalam tiga daerah kerja atau zona seperti pada Tabel 1. Batasan keselamatan radiologi pada setiap zona menurut prosedur dan metoda operasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan batasan keselamatan tersebut di atas, personil yang mengoperasikan IEBE selama satu tahun dalam waktu kerja 8 jam/hari, 5 hari/minggu, tidak akan menerima dosis melampaui Nilai Batas Dosis (NBD). Zona II dan III berisiko terhadap bahaya radiasi eksterna, sehingga kedua zona tersebut dibatasi tingkat paparan radiasi- $\gamma$  yang sama sesuai NBD, yaitu  $\leq 25 \mu$ Sv/jam. Dalam proses pengembangan dan penelitian yang dilakukan saat ini menggunakan bahan U-alam dalam jumlah besar, sedangkan U-depleksi dan U-diperkaya digunakan terbatas (dalam kuantitas sangat kecil) dan merupakan bahan standar<sup>[3]</sup>.

Tabel 1. Pembagian daerah kerja dan fungsi ruangan di IEBE <sup>[3]</sup>.

Zona	Kode	Fungsi Ruangan	Keterangan
I	CR (Cold Room)	Daerah kerja perkantoran/administrasi	bebas radiasi dan kontaminasi
II	CR (Cold Room)	Daerah kerja menangani U tertutup seperti ruang fabrikasi atau perakitan bahan bakar.	bahaya radiasi dan bebas kontaminasi
III	HR (Hot Room)	Daerah kerja menangani U terbuka seperti ruang konversi dan pemurnian, ruang peletisasi, ruang kontrol kualitas, gudang U dan lainnya	bahaya radiasi dan kontaminasi

Tabel 2. Batasan Keselamatan Radiologi di Zona Kerja IEBE <sup>[3]</sup>.

Zona	Paparan- $\gamma$	Kontaminasi- $\alpha$		Keterangan
		Permukaan	Udara	
I	ALAMIAH	BEBAS	BEBAS	Permukaan: lantai, meja kerja, baju, sandal kerja dan lainnya.
II	$\leq 25 \mu\text{SV/JAM}$	BEBAS	BEBAS	Permukaan kulit dibatasi 0,18 Bq/cm <sup>2</sup> .
III	$\leq 25 \mu\text{SV/JAM}$	3,7 BQ/CM <sup>2</sup>	20 BQ/M <sup>3</sup>	

Alat ukur radiasi terdiri dari 2 bagian yaitu detektor dan instrumentasi. Detektor berfungsi untuk mengubah energi radiasi menjadi energi lain yang lebih mudah untuk diolah, biasanya energi listrik. Instrumentasi berfungsi untuk mengolah sinyal listrik yang dihasilkan detektor menjadi informasi, misalnya pergerakan jarum, suara (alarm) atau bahkan gambar spektrum listrik. Berdasarkan kegunaannya, alat ukur radiasi dibedakan menjadi beberapa kelompok, yaitu <sup>[4]</sup>:

- dosimeter perorangan,
- survaimeter,
- monitor kontaminasi dan
- sistem pencacah.

Dosimeter perorangan digunakan untuk mencatat dosis radiasi yang telah mengenai pekerja selama menggunakan alat ukur ini. Salah satu jenis dosimeter ini adalah TLD, dimana proses pembacaannya dengan memanaskan sel luminesensi. TLD terdiri atas 2 bagian yaitu sel (atau kristal) luminesensi dan *holdernya*. Contoh Dosimeter luminesensi (TLD) yang digunakan oleh pekerja radiasi IEBE, dapat dilihat pada Gambar 1. Survaimeter digunakan untuk mengukur intensitas radiasi, mungkin dalam bentuk laju paparan ataupun laju dosis, di lokasi pengukuran secara langsung. Berbeda dengan dosimeter yang menunjukkan hasil

pengukurannya setelah bekerja, survaimeter justru harus digunakan sebelum dan selama bekerja. Survaimeter lebih diutamakan untuk mengukur radiasi eksterna seperti radiasi  $\gamma$ , sinar-X dan netron, tetapi ada juga untuk radiasi  $\alpha$  dan  $\beta$ . Contoh survaimeter yang digunakan untuk pemantau paparan radiasi di IEBE, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Contoh TLD



Gambar 2. Contoh Survaimeter radiasi  $\gamma$

Prinsip keselamatan radiasi :

### Justifikasi

Manfaat yang dihasilkan lebih besar dari risiko yang timbul, Limitasi: Dosis radiasi yang diterima oleh Pekerja radiasi tidak boleh melampaui NBD,

### Optimisasi

Semua penyinaran diusahakan serendah-rendahnya (*As Low As Reasonably Achievable*). Radiasi eksterna adalah pemaparan radiasi dari luar tubuh atau sumber radiasi berada diluar tubuh. Tiga langkah yang harus selalu diperhatikan dalam proteksi radiasi eksterna adalah sebagai berikut <sup>[4]</sup>:

### Jarak

Intensitas radiasi akan berkurang dengan pertambahan jarak mengikuti hukum kuadrat terbalik.

### Waktu

Jumlah dosis yang terserap tubuh manusia akan berbanding lurus dengan selang waktu terpapar radiasi. Penahan radiasi: dapat mengurangi paparan radiasi secara eksponensial.

### TATA KERJA

Metode yang digunakan adalah mengukur paparan radiasi  $\gamma$  di daerah kerja aktif IEBE, lalu hitung perkiraan dosis eksterna yang mungkin diterima oleh pekerja radiasi dan bandingkan dengan hasil pembacaan TLD. Pengukuran paparan radiasi  $\gamma$  pada permukaan

sumber, dilakukan per-minggu dengan menggunakan survaimeter secara langsung dengan hasil bacaan dikalikan faktor kalibrasi alat. Pengukuran dilakukan menggunakan survaimeter merek GRAETZ tipe X5DE dengan spesifikasi untuk skala bacaan 1 – 999  $\mu\text{Sv/jam}$  dengan faktor kalibrasi 1,03. Langkah-langkah pengukuran, dilakukan sebagai berikut <sup>[5]</sup>:

1. Alat ukur yang akan dipergunakan dipersiapkan, meliputi sumber tegangan, faktor kalibrasi.
2. Disiapkan lembar pengambilan paparan radiasi meliputi tanggal, bulan, tahun, hari dan lokasi pengukuran paparan radiasi.
3. Dihidupkan sumber tegangan, diukur besarnya paparan radiasi yang dikehendaki dan faktor kalibrasi, jarak pengukuran dari sumber radiasi dicatat dilembar pengambilan.
4. Diulangi pengukuran tersebut minimal sebanyak 3 kali dan dicatat dalam lembar pengambilan.
5. Setelah selesai, dimatikan sumber tegangan alat tersebut.

Pengukuran paparan radiasi dilakukan di ruang kendali kualitas (HR 22, HR 23, HR 24), ruang fabrikasi (HR 05) dan gudang U (HR 04). Posisi pemantauan paparan radiasi adalah tempat atau fasilitas kerja yang di dalamnya terdapat sumber radiasi, seperti *fumehood*, *glovebox*, meja kerja dan sebagainya. Data pantau per-minggu tersebut diambil rata-rata untuk menghasilkan data per-bulan. Hasil pantau bulanan, kemudian dihitung rerata dan standar deviasi untuk menghasilkan data tahunan. Kemudian kumpulan data Paparan radiasi  $\gamma$  tersebut mulai dari bulan Januari sampai Desember 2008. Ralat pengukuran paparan radiasi  $\gamma$  diambil dari standar deviasi dengan persamaan (1) :

$$s \bar{P} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}} \quad (1)$$

dengan :

- sP = standar deviasi  
P = paparan radiasi rata-rata  
N = jumlah pengukuran

Paparan radiasi  $\gamma$  diambil yang terendah, tertinggi dan reratanya selama tahun 2008, kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik.

Disamping Pengukuran paparan radiasi, dilakukan juga pemantauan dosis radiasi eksterna menggunakan TLD. Dosis radiasi eksterna tersebut merupakan Dosis yang diterima pekerja radiasi. TLD dipakai apabila pekerja radiasi IEBE melakukan kegiatan di daerah kerja aktif, pembacaan Dosis eksterna dilakukan setiap triwulan oleh Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR). Kumpulan data dosis eksterna pekerja radiasi IEBE hasil pembacaan TLD selama tahun 2008. Lihat pengaruh paparan radiasi di dalam laboratorium IEBE tersebut terhadap dosis eksterna pekerja radiasi IEBE selama tahun 2008.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran Paparan radiasi  $\gamma$  rerata per-bulan pada ruang HR 22, HR 23, HR 24 HR 04 dan HR 05 di IEBE selama tahun 2008 dapat dilihat pada Tabel 3. Secara keseluruhan hasil tersebut berada di bawah MPC 25  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ . Dari data Paparan radiasi  $\gamma$  terendah, tertinggi dan rerata selama tahun 2008 tersebut, kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik (Gambar 3).

Diketahui bahwa paparan radiasi terbesar terdapat di ruang HR 04, berikutnya di ruang HR 05, HR 22, HR 23 dan yang terkecil di HR 24. Paparan radiasi rata-rata di HR 04 sebesar  $(1,141 \pm 0,744) \mu\text{Sv}/\text{jam}$ , HR 05 sebesar  $(0,421 \pm 0,089) \mu\text{Sv}/\text{jam}$ , HR 22 sebesar  $(0,162 \pm 0,055) \mu\text{Sv}/\text{jam}$ , HR 23 sebesar  $(0,159 \pm 0,037) \mu\text{Sv}/\text{jam}$ , dan HR 24 sebesar  $(0,141 \pm 0,033) \mu\text{Sv}/\text{jam}$ . Seandainya seorang pekerja radiasi melakukan kegiatan fabrikasi Elemen Bakar (EB) selama 4 jam/hari dan dekat dengan sumber radiasi, maka ia bekerja selama 4 jam/hari x 5 hari/minggu x 50 minggu/tahun = 1000 jam/tahun. Perkiraan Dosis eksterna yang mungkin diterima oleh pekerja radiasi fabrikasi EB = 1000 jam/tahun x  $(0,421 \pm 0,089) \mu\text{Sv}/\text{jam}$  = 1000 jam/tahun x  $(0,421 \pm 0,089) 10^{-3} \text{ mSv}/\text{jam}$  =  $(0,421 \pm 0,089) \text{ mSv}/\text{tahun}$ . Sedangkan pekerja radiasi di ruang HR 22 bila bekerja selama 4 jam/hari dan dekat dengan sumber radiasi, maka perkiraan dosis eksterna yang mungkin diterima pekerja radiasi = 1000 jam/tahun x  $(0,162 \pm 0,055) \mu\text{Sv}/\text{jam}$  = 1000 jam/tahun  $(0,162 \pm 0,055) 10^{-3} \text{ mSv}/\text{jam}$  =  $(0,162 \pm 0,055) \text{ mSv}/\text{tahun}$ . Pekerja radiasi IEBE telah melaksanakan proteksi terhadap radiasi eksterna dengan memperhatikan jarak dan waktu dalam bekerja dekat dengan sumber radiasi.

Tabel 3. Paparan radiasi  $\gamma$  laboratorium IEBE rerata setiap bulan selama tahun 2008

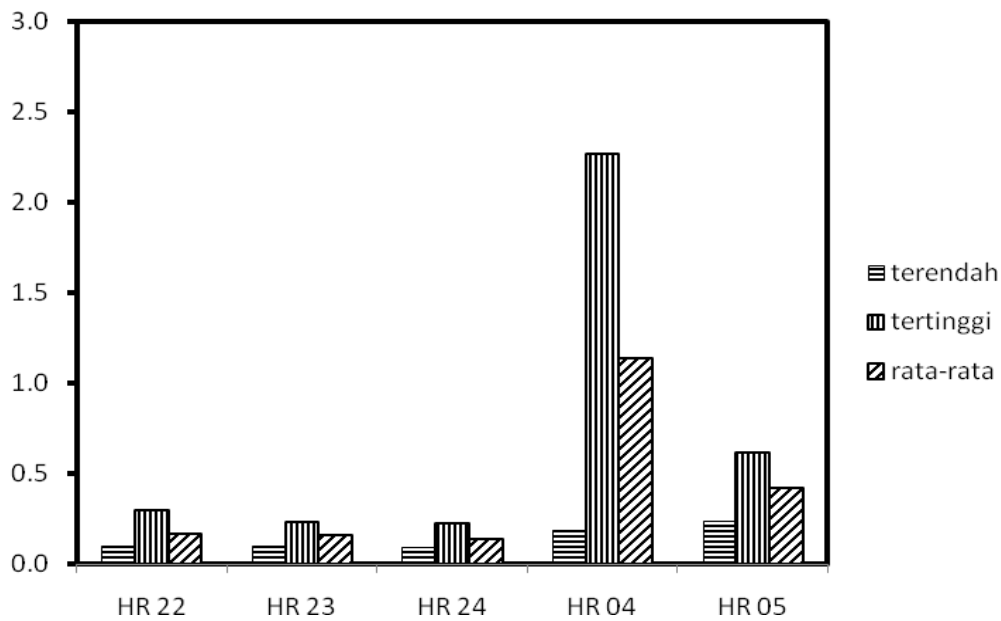
Bulan	HR 22 ( $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ )	HR 23 ( $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ )	HR 24 ( $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ )	HR 04 ( $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ )	HR 05 ( $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ )
1	0.158	0.201	0.135	0.370	0.241
2	0.168	0.174	0.159	0.188	0.387
3	0.198	0.172	0.154	0.349	0.380
4	0.141	0.163	0.135	0.315	0.385
5	0.220	0.235	0.226	0.800	0.384
6	0.101	0.100	0.098	1.523	0.393
7	0.122	0.148	0.134	1.029	0.431
8	0.132	0.112	0.135	1.659	0.465
9	0.118	0.161	0.146	1.671	0.488
10	0.298	0.123	0.147	2.210	0.619
11	0.124	0.150	0.096	2.270	0.474
12	0.158	0.169	0.121	1.309	0.409
$\bar{P} \pm s\bar{P}$	$0.162 \pm 0.055$	$0.159 \pm 0.037$	$0.141 \pm 0.033$	$1.141 \pm 0.744$	$0.421 \pm 0.089$

Berdasarkan peraturan keselamatan kerja terhadap radiasi, pengusaha instalasi

nuklir (pin) diwajibkan untuk memantau dosis yang diterima oleh pekerja radiasi. Pekerja

radiasi yang menerima dosis eksternal melebihi NBD, dimungkinkan menerima dampak radiologi dari radiasi yang telah diterimanya. Pembacaan TLD yang dipakai oleh pekerja radiasi IEBE dilakukan oleh PTLR. Jenis TLD yang dipakai ialah jenis TLD hp(10) berkemampuan merekam radiasi  $\beta$  dan  $\gamma$  dengan daya tembus sinar  $\gamma$  setebal 10 mm dari permukaan kulit. Dosis radiasi yang terekam di TLD dibaca dengan menggunakan TLD reader

model 6600 merek harshaw. Data dosis eksternal terhadap 66 orang pekerja radiasi yang bekerja di IEBE dari pembacaan TLD selama tahun 2008, dapat dilihat pada tabel 4. Dosis tertinggi sebesar 0,27 mSv/tahun diperoleh dari pembacaan TLD pekerja radiasi kegiatan fabrikasi elemen bakar (eb). Dosis eksternal terendah sebesar 0,03 mSv/tahun diperoleh dari pembacaan TLD pekerja radiasi kegiatan kendali kualitas.



Gambar 3. Paparan radiasi  $\gamma$  di IEBE tahun 2008

Tabel 4. Hasil pembacaan TLD selama tahun 2008

TLD	Dosis eksternal Pekerja Radiasi (mSv/tahun)	Kegiatan Pekerja Radiasi
1	0,03	kendali kualitas
2	0,03	kendali kualitas
3	0,03	kendali kualitas
4	0,09	Fabrikasi EB
5	0,07	Fabrikasi EB
6	0,04	Fabrikasi EB
7	0,04	Fabrikasi EB
8	0,09	Fabrikasi EB
9	0,03	kendali kualitas
10	0,03	kendali kualitas
11	0,03	kendali kualitas
12	0,03	kendali kualitas
13	0,03	kendali kualitas

Tabel 4. Hasil pembacaan TLD selama tahun 2008 (lanjutan)

TLD	Dosis eksternal Pekerja Radiasi (mSv/tahun)	Kegiatan Pekerja Radiasi
14	0,03	kendali kualitas
15	0,07	Fabrikasi EB
16	0,08	Fabrikasi EB
17	0.10	Fabrikasi EB
18	0,27	Fabrikasi EB
19	0,03	kendali kualitas
20 - 66	ttd	lain-lain

ttd : tidak terdeteksi adanya Dosis eksternal lain lain : kegiatan lainnya, seperti: keselamatan, sarana dukung dsb

## KESIMPULAN

Perkiraan dosis eksternal akibat paparan radiasi ruang fabrikasi (HR 05) tahun 2008 sebesar  $(0,421 \pm 0,089)$  mSv/tahun, sedangkan dari pembacaan TLD dosis eksternal tertinggi pekerja radiasi di HR 05 sebesar 0,27 mSv/tahun. Perkiraan dosis eksternal akibat paparan radiasi ruang kendali kualitas (HR 22) tahun 2008 sebesar  $(0,162 \pm 0,055)$  mSv/tahun, sedangkan dari pembacaan TLD dosis eksternal tertinggi pekerja radiasi di HR 22 sebesar 0,03 mSv/tahun. Hasil evaluasi tahun 2008, menunjukkan paparan radiasi ternyata berhubungan dengan dosis eksternal.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan kepada Kepala Pusat Teknologi Limbah Radioaktif, beserta Stafnya yang selama ini telah membantu pelaksanaan pembacaan TLD milik Pekerja Radiasi PTBN.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIM, "Undang-undang No. 10 tahun 1997 Tentang Ketenaganukliran", Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), 1997.
2. ANONIM, "Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi nomor : 01/Ka-BAPETEN/V-1999", Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), 1999.
3. ANONIM, "Laporan Analisis Keselamatan (LAK) Instalasi Elemen Bakar Eksperimental

(IEBE)", Nomor dokumen KK20J09003, revisi 6, PTBN-BATAN, 2007

4. HERMAN CHAMBER, "Introduction to Health physics" 3<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill company Inc., 1996.
5. ANONIM, " Prosedur Pemantauan Paparan Radiasi Daerah Kerja IEBE", Revisi 0, Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir, BATAN, 2008.

## TANYA JAWAB

### Pertanyaan

1. Pada pemantauan daerah kerja paparan tinggi terjadi pada daerah fabrikasi demikian juga dengan hasil TLD pekerja, yaitu pada TLD pekerja yang bekerja di ruang fabrikasi, kenapa demikian? (Noviarty)

### Jawaban

1. Hal ini dimungkinkan karena volume pekerjaan yang dilakukan di ruang fabrikasi (HR. 05) lebih banyak dari pada volume pekerjaan yang dilakukan di ruang kendali kualitas (HR 22-24). Tetapi baik paparan ataupun dosis eksternal yang terpantau di kedua ruang tersebut masih jauh dari batasan yang ditetapkan.

