

## EVALUASI HASIL PEMANTAUAN RADIOLOGI DI IEBE BERDASAR PERKA BAPETEN NOMOR 4 TAHUN 2013

**Nudia Barenzani, Arca Datam Sugiarto**  
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

### ABSTRAK

Telah dilakukan evaluasi hasil pemantauan paparan radiasi dan kontaminasi berdasar kriteria pembagian daerah kerja di Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) yang ditetapkan dalam perka BAPETEN nomor 4 tahun 2013. Tujuan Evaluasi ini untuk mengetahui apakah klasifikasi daerah kerja di IEBE sudah diterapkan. Metode yang dilakukan membandingkan hasil pengukuran paparan dan kontaminasi selama tahun 2017 di IEBE dengan kriteria klasifikasi daerah kerja berdasarkan Nilai Batas Dosis pekerja radiasi dan masyarakat serta potensi adanya kontaminasi. Hasil pengukuran paparan radiasi tertinggi dan adanya kontaminasi menunjukkan bahwa daerah kerja *Fuel Fabrication Laboratory (FFL)*, *Pilot Conversion Plant (PCP)* dan laboratorium kendali kualitas masuk dalam kriteria daerah pengendalian. Penerapan persyaratan daerah pengendalian juga telah dipenuhi dalam operasional IEBE.

**Kata kunci:** Klasifikasi daerah kerja, potensi penerimaan paparan radiasi gamma, potensi kontaminasi dan pemenuhan persyaratan.

### PENDAHULUAN

Pelaksanakan ketentuan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif, BAPETEN selaku badan pengawas tenaga nuklir di Indonesia telah menetapkan Perka BAPETEN Nomor 4 tahun 2013 tentang Proteksi Radiasi dan keselamatan radiasi pengion dalam pemanfaatan tenaga nuklir. Pemanfaatan adalah kegiatan yang berkaitan dengan tenaga nuklir yang meliputi penelitian, pengembangan, penambangan, pembuatan, produksi, pengangkutan, penyimpanan, pengalihan, ekspor, impor, penggunaan, dekomisioning, dan pengelolaan limbah radioaktif untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat. Berdasar perka tersebut diatas, untuk memastikan Nilai Batas Dosis yang diterima oleh Pekerja Radiasi tidak terlampaui, maka Pemegang Izin wajib melakukan: a. pembagian daerah kerja; b. pemantauan Paparan Radiasi dan/atau kontaminasi radioaktif di daerah kerja; c. pemantauan radioaktivitas lingkungan di luar fasilitas atau instalasi; dan d. pemantauan dosis yang diterima Pekerja Radiasi.

Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) merupakan fasilitas Penelitian dan Pengembangan (litbang) bahan bakar nuklir. IEBE didesain untuk dapat memproduksi bahan bakar reaktor daya. Aktivitas yang dilakukan di IEBE meliputi proses pemurnian dan koversi  $UO_2$ , pabrikasi elemen bakar nuklir dan di dukung oleh laboratorium uji kimia maupun fisika. IEBE sebagai salah satu Instalasi Nuklir Non Reaktor yang dikelola oleh Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir harus menerapkan Proteksi Radiasi dan

keselamatan radiasi pengion dalam pemanfaatan tenaga nuklir sesuai ketentuan pada Perka BAPETEN Nomor 4 tahun 2013 yang telah berlaku sejak peraturan ini ditetapkan yaitu pada tanggal 13 Maret 2013.

## **RUANG LINGKUP**

Dalam makalah ini dibahas tentang kesesuaian penerapan pembagian daerah kerja di IEBE berdasarkan pada hasil evaluasi pemantauan radiologi selama kurun waktu 2017 sesuai Perka BAPETEN nomor 4 tahun 2013.

## **LANDASAN TEORI**

Sesuai Perka BAPETEN Nomor 4 tahun 2013, Pemegang izin harus memastikan Nilai Batas Dosis yang diterima pekerja radiasi dalam tanggung jawabnya tidak terlampaui, upaya itu bisa dilakukan dengan melakukan pembagian daerah kerja. Pemegang Izin, dalam melaksanakan pembagian daerah kerja harus menetapkan: Daerah Pengendalian; dan/atau Daerah Supervisi. Daerah Pengendalian adalah suatu daerah kerja yang memerlukan tindakan proteksi dan ketentuan keselamatan khusus untuk mengendalikan paparan normal atau mencegah penyebaran kontaminasi selama kondisi kerja normal dan untuk mencegah atau membatasi tingkat paparan potensial. Daerah Supervisi adalah daerah kerja di luar daerah pengendalian yang memerlukan peninjauan terhadap paparan kerja dan tidak memerlukan tindakan proteksi atau ketentuan keselamatan khusus.

1. Penetapan Daerah Pengendalian berdasarkan kriteria :
  - a. potensi penerimaan paparan radiasi melebihi 3/10 (tigapersepuluh) NBD Pekerja Radiasi; dan/atau
  - b. adanya kontaminasi.
2. Daerah Supervisi mempertimbangkan kriteria:
  - a. potensi penerimaan paparan radiasi individu lebih dari NBD anggota masyarakat dan kurang dari 3/10 NBD Pekerja Radiasi,
  - b. dan bebas kontaminasi.
3. Nilai Batas Dosis untuk Pekerja Radiasi ditetapkan dengan ketentuan:
  - a. Dosis Efektif rata-rata sebesar 20 mSv per tahun dalam periode 5 tahun, sehingga dosis yang terakumulasi dalam 5 tahun tidak boleh melebihi 100 mSv ;
  - b. Dosis Efektif sebesar 50 mSv dalam 1 (satu) tahun tertentu;
  - c. Nilai Batas Dosis untuk anggota masyarakat ditetapkan dengan ketentuan Dosis Efektif sebesar 1 mSv pertahun.

Nilai Batas Dosis (NBD) adalah dosis terbesar yang diizinkan oleh BAPETEN yang dapat diterima oleh pekerja radiasi dan anggota masyarakat dalam jangka waktu tertentu tanpa menimbulkan efek genetik dan somatik yang berarti akibat Pemanfaatan Tenaga Nuklir.

## METODE

Metode yang dilakukan dengan cara menghitung potensi penerimaan paparan pekerja radiasi, kemudian dibandingkan dengan hasil tertinggi pemantauan radiologi di IEBE selama kurun waktu 2017. Hasil pemantauan radiologi yaitu paparan radiasi gamma, dan kontaminasi permukaan daerah kerja IEBE diterapkan dalam pembagian daerah kerja sesuai peraturan badan pengawas.

Perhitungan kriteria pembagian daerah kerja seperti di bawah ini:

### 1. Daerah Pengendalian :

Potensi penerimaan paparan radiasi melebihi 3/10 NBD Pekerja Radiasi;

a. Daerah pengendalian = 3/10 NBD Pekerja Radiasi

$$= 3/10 \times 20 \text{ mSv/tahun} = 6 \text{ mSv/th} = 3,000 \text{ } \mu\text{Sv/jam}$$

Kriteria daerah pengendalian:  $\geq 3,000 \text{ } \mu\text{Sv/jam}$

b. Adanya potensi kontaminasi

### 2. Daerah supervisi :

a. Melebihi Nilai Batas Dosis untuk anggota masyarakat ditetapkan dengan ketentuan: Dosis Efektif masyarakat sebesar  $1 \text{ mSv/th} = 0,480 \text{ } \mu\text{Sv/jam}$  dan dibawah 3/10 NBD pekerja radiasi.

b. Kriteria daerah supervisi:  $0,480 \text{ } \mu\text{Sv/jam} \leq \text{potensi penerimaan paparan} \leq 3,000 \text{ } \mu\text{Sv/jam}$ .

c. Tidak ada potensi kontaminasi

Dengan asumsi bahwa pekerja radiasi bekerja, 1 tahun = 52 minggu, 1 minggu = 5 hari kerja, 1 hari = 8 jam kerja.

Tabel 1. Batasan Keselamatan Tingkat Kontaminasi daerah kerja IEBE

Zona	Paparan radiasi $\gamma$ (D)	Radioaktivitas $\alpha$	
		di permukaan	di udara
I	Background	background	background
II	$< 25 \text{ } \mu\text{ Sv/jam}$	$\leq 0,37 \text{ Bq/cm}^2$	$\leq 2 \text{ Bq/m}^3$
III	$\leq 25 \text{ } \mu\text{ Sv/jam}$	$\leq 3,7 \text{ Bq/cm}^2$	$\leq 20 \text{ Bq/m}^3$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasar hasil pemantauan yang telah dilakukan Subbag Keselamatan Kerja dan Proteksi Radiasi di Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBBN), selama tahun 2017 diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran laju paparan radiasi tertinggi untuk tahun 2017 di FFL :

Bulan	Nilai ( $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ )	3/10 NBD PR ( $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ )	NBD masyarakat ( $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ )	MPC ( $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ )	Lokasi
Januari	2,120	3,000	0,480	10	HR-04
Februari	2,510	3,000	0,480	10	MK-B
Maret	3,250	3,000	0,480	10	MK-B
April	3,390	3,000	0,480	10	MK-B
Mei	3,970	3,000	0,480	10	MK-B
Juni	3,400	3,000	0,480	10	MK-B
Juli	4,070	3,000	0,480	10	HR-04
Agustus	3,700	3,000	0,480	10	HR-04
<b>September</b>	<b>4,801</b>	<b>3,000</b>	<b>0,480</b>	<b>10</b>	<b>MK-B</b>
Oktober	3,900	3,000	0,480	10	HR-04
November	3,960	3,000	0,480	10	MK-B
Desember	3,411	3,000	0,480	10	MK-B

2. Hasil pengukuran tingkat kontaminasi permukaan tertinggi tahun 2017 di FFL

Bulan	TK ( $\text{Bq}/\text{cm}^2$ )	MPC ( $\text{Bq}/\text{cm}^2$ )	Lokasi
Januari	0.017	$\leq 0.370$	MK-B
Februari	0.010	$\leq 0.370$	HR-24
Maret	0.025	$\leq 0.370$	MK-B
April	0.036	$\leq 0.370$	MK-B
Mei	0.021	$\leq 0.370$	MK-B
Juni	0.011	$\leq 0.370$	HR-04
Juli	0.009	$\leq 0.370$	HR-23
<b>Agustus</b>	<b>0.154</b>	<b><math>\leq 0.370</math></b>	<b>MK-A</b>
September	0.074	$\leq 0.370$	MK-A
Oktober	0.01	$\leq 0.370$	MK-A
November	0.018	$\leq 0.370$	MK-A
Desember	0.006	$\leq 0.370$	MK-A

## 3. Hasil pengukuran laju paparan radiasi tertinggi tahun 2017 di PCP :

Bulan	Nilai ( $\mu\text{Sv/jam}$ )	3/10 NBD PR ( $\mu\text{Sv/jam}$ )	NBD masayarakat ( $\mu\text{Sv/jam}$ )	Lokasi
Januari	3,105	3,000	0,480	HR-39
Februari	4,120	3,000	0,480	HR-39
Maret	4,200	3,000	0,480	HR-39
April	4,250	3,000	0,480	HR-39
Mei	4,950	3,000	0,480	HR-36
Juni	4,221	3,000	0,480	HR-36
<b>Juli</b>	<b>5,211</b>	<b>3,000</b>	<b>0,480</b>	<b>HR-40</b>
Agustus	4,200	3,000	0,480	HR-40
September	3,602	3,000	0,480	HR-39
Oktober	4,210	3,000	0,480	HR-39
November	3,510	3,000	0,480	HR-36
Desember	3,810	3,000	0,480	Hr-39

## 4. Hasil pengukuran kontaminasi permukaan tertinggi tahun 2017 di PCP

Bulan	TK ( $\text{Bq/cm}^2$ )	MPC ( $\text{Bq/cm}^2$ )	Lokasi
Januari	0.025	$\leq 0.37$	HR-39
Februari	0.028	$\leq 0.37$	HR-39
<b>Maret</b>	<b>0.053</b>	<b><math>\leq 0.37</math></b>	<b>HR-40</b>
April	0.016	$\leq 0.37$	HR-36
Mei	0.023	$\leq 0.37$	HR-36
Juni	0.023	$\leq 0.37$	HR-36
Juli	0.028	$\leq 0.37$	HR-39
Agustus	0.021	$\leq 0.37$	HR-40
September	0.021	$\leq 0.37$	HR-36
Oktober	0.025	$\leq 0.37$	HR-39
Nopember	0.025	$\leq 0.37$	HR-37
Desember	0.025	$\leq 0.37$	HR-39

**BAHASAN :**

Berdasarkan hasil pengukuran terhadap laju paparan radiasi gamma dan sampling tingkat kontaminasi permukaan di daerah kerja aktif IEBE, yaitu area FFL, PCP, dan laboratorium kendali kualitas dapat dilakukan pembahasan sebagai berikut :

1. Daerah kerja FFL dengan hasil pengukuran laju paparan radiasi gamma tertinggi sebesar 4,810  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ , terjadi pada bulan September 2017 di sekitar meja kerja-B yang terletak di HR-05. Meja kerja-B adalah salah satu tempat dimana terdapat beberapa kontener yang berisi pelet litbang bahan bakar nuklir yang masih dalam proses litbang. Karena masih dalam status proses, maka bahan tersebut belum dipindahkan kedalam gudang uranium. Potensi bahaya yang bisa ditimbulkan dari penempatan bahan di atas meja kerja yang sering dilewati oleh Pekerja Radiasi adalah akan memberikan kontribusi pada penerimaan dosis personal. Penerimaan dosis personal berbanding lurus dengan besarnya laju dosis, sedangkan laju dosis sebanding dengan jumlah bahan nuklir. Semakin banyak bahan nuklir, semakin besar pula laju dosis yang ditimbulkan. Nilai pengukuran laju paparan radiasi tertinggi di meja kerja-B sudah melebihi kriteria daerah pengendalian yaitu diatas 3,000 ( $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ ), maka untuk mencegah timbulnya efek yang merugikan bagi kesehatan pekerja radiasi, yaitu peluang timbulnya efek somatik dan genetik, maka syarat daerah pengendalian harus diterapkan. Langkah awal dari penerapan daerah pengendalian yaitu memasang tanda radiasi dan menuliskan besaran angka laju paparan radiasi pada lokasi tersebut serta menjaga waktu kerja di sekitar lokasi tersebut.
2. Petugas Proteksi Radiasi merekomendasikan agar bahan nuklir yang berada di meja kerja-B tersebut, segera dipindahkan kedalam gudang uranium.
3. Potensi kontaminasi tertinggi sebesar 0,154  $\text{Bq}/\text{cm}^2$  di sekitar area meja kerja-A juga memenuhi kriteria kedua. Sehingga daerah kerja FFL masuk dalam daerah pengendalian. Tindakan Proteksi dan Keselamatan Radiasi yang diperlukan yaitu :
  - a. melakukan dekontaminasi segera pada area yang terindikasi adanya kontaminasi yang melebihi nilai latar;
  - b. personil yang bekerja di area tersebut harus menggunakan alat pelindung diri yang sesuai. (masker 3M, sarung tangan, *shoe cover* dan jas lab )
  - c. memasang atau menempatkan tanda kontaminasi.;
  - d. memastikan akses hanya untuk Pekerja Radiasi; pengunjung yang masuk harus didampingi oleh Petugas Proteksi Radiasi;

- e. menyediakan peralatan pemantauan dan peralatan protektif radiasi; dan/atau menyediakan sarana pada pintu keluar yang meliputi: peralatan pemantauan kontaminasi kulit, dan pakaian;
  - f. menyediakan fasilitas mencuci dan mandi untuk dekontaminasi; dan/ atau tempat penyimpanan untuk pakaian (APD) dan peralatan protektif radiasi yang terkontaminasi;
4. Daerah kerja PCP dengan hasil pengukuran laju paparan radiasi gamma tertinggi sebesar  $5,221\mu\text{Sv/jam}$ . Seperti kriteria di FFL yang menunjukkan bahwa nilai laju paparan radiasi tertinggi di area PCP juga termasuk kriteria daerah pengendalian yaitu melebihi  $3,000\mu\text{Sv/jam}$ .
  5. Tingkat kontaminasi permukaan tertinggi di PCP sebesar  $0,053\text{ Bq/cm}^2$ . Daerah kerja PCP juga harus diberlakukan tindakan Proteksi dan Keselamatan Radiasi
  6. Nilai laju paparan radiasi dan tingkat kontaminasi tertinggi berasal dari *gudang yellow cake*, sehingga kontribusi pada penerimaan dosis bagi pekerja radiasi tidak terlalu besar. Hal tersebut dikarenakan jarang sekali pekerja radiasi yang masuk kedalam area tersebut. Karena bukan merupakan ruang kerja.
  7. Tindakan proteksi radiasi untuk bekerja di PCP adalah memakai APD yang sesuai (Masker, sarung tangan, jas lab, *cap*/topi kerja dan mengganti sepatu boot jika bekerja didalam area tanggul).
  8. Laboratorium Kendali kualitas walaupun nilai paparan rata-rata di bawah 3/10 NBD pekerja, tetapi karena adanya bahaya kontaminasi maka laboratorium kendali kualitas juga masuk dalam kategori daerah pengendalian dan juga di terapkan tindakan proteksi dan keselamatan radiasi.
  9. Tindakan proteksi radiasi yang harus di terapkan di HR-24 adalah kepatuhan personil memakai alat pelindung diri yang sesuai, yaitu memakai masker jenis 3M/ masker *half face*, sarung tangan, shoe cover dan jaslab.
  10. Preprasi sampel yang mengandung bahan uranium dan zat kimia yang *volatile* harus dilakukan didalam *fume hood*.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran terhadap laju paparan radiasi gamma dan tingkat kontaminasi di daerah kerja IEBE selama tahun 2017, menunjukkan bahwa klasifikasi penetapan daerah kerja di IEBE melebihi 3/10 NBD pekerja radiasi dan adanya potensi kontaminasi, maka masuk dalam daerah Pengendalian. Fasilitas IEBE telah menerapkan tindakan Proteksi dan Keselamatan Radiasi pada daerah pengendalian, sebagaimana

diatur dalam perka BAPETEN nomor 4 Tahun 2014. Tindakan proteksi dan keselamatan radiasi tersebut, seperti pemasangan tanda fisik " Daerah Pengendalian " pada setiap pintu masuk laboratorium, memasang denah akses dan arah evakuasi saat situasi darurat, hanya pekerja radiasi yang mempunyai surat ijin bekerja (SIB Supervisor dan Operator) yang diizinkan bekerja dalam laboratorium, tersedianya peralatan proteksi radiasi baik untuk personil dan daerah kerja, ruang dekontaminasi dan cuci tangan yang memadai dan pemberlakuan SOP untuk keluar masuk fasilitas IEBE.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. LAK IEBE, revisi 7 tahun 2012
2. Perka BAPETEN, nomor 4 tahun 2013 Tentang Proteksi dan Keselamatan radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir.
3. Perka BAPETEN, Nomor 11 tahun 2007 Tentang Ketentuan Keselamatan Instalasi Nuklir Non Reaktor.