

ANALISIS DOSIS RADIASI PEKERJA RADIASI IEBE BERDASARKAN KETENTUAN *ICRP* 60/1990 DAN PP NO.33/2007

Budi Prayitno⁽¹⁾ dan Suliyanto⁽¹⁾

1. Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir- BATAN
Kawasan Puspiptek, Serpong, Tangerangl

ABSTRAK

ANALISIS DOSIS RADIASI PEKERJA RADIASI IEBE BERDASARKAN KETENTUAN *ICRP* 60/1990 DAN PP No. 33/2007. Analisis dosis radiasi Pekerja Radiasi IEBE berdasarkan ketentuan *ICRP* 60/1990 dan PP No. 33/2007 telah dilakukan. Nilai batas dosis yang berlaku sekarang sebesar 50 mSv/tahun, berdasarkan ketentuan BAPETEN No.: 01/Ka-BAPETEN/V-99. Sedangkan ketentuan *International Commission On Radiological Protection (ICRP) 60/1990* dan PP No. 33/2007 ditetapkan sebesar 20 mSv/tahun. Tujuan dari analisis adalah untuk mengetahui dosis radiasi pekerja radiasi IEBE, apakah memenuhi ketentuan *ICRP 60/1990* dan PP No. 33/2007. Metoda yang dilakukan dengan mengevaluasi dosis radiasi (dosis eksterna ditambah interna) atau Dosis Ekuivalen Seluruh Tubuh (DEST) tertinggi setiap tahun, sejak tahun 1991 sampai 2007. DEST tertinggi yang diterima pekerja radiasi IEBE terdapat pada tahun 2003 sebesar 1,67 mSv atau 3,34 % dari ketentuan BAPETEN nomor 01/Ka-BAPETEN/V-99. Apabila DEST tertinggi tersebut ditambah dengan perkiraan dosis medik (0,25 mSv/tahun), diperoleh dosis radiasi sebesar 1,92 mSv/tahun atau 9,60 % dari ketentuan *ICRP 60/1900* dan PP no. 33/2007. Dengan demikian apabila terbit ketentuan baru menggantikan ketentuan BAPETEN nomor: 01/Ka-BAPETEN/V-99 dan mengacu pada ketentuan *ICRP 60/1990* dan PP no. 33/2007, IEBE siap mengimplementasikan nilai batas dosis sebesar 20 mSv/tahun.

Kata kunci : pekerja radiasi, dosis radiasi, analisis.

ABSTRACT

ANALYSIS OF RADIATION DOSE TO RADIATION WORKER IN IEBE ACCORDING TO RULE OF *ICRP* 60/1990 AND PP NO. 33/2007. Analysis of radiation dose to radiation worker in IEBE have been done. Value limit of radiation dose in this time equal to 50 mSv/year, according to rule of BAPETEN No.: 01/Ka-BAPETEN/V-99. While rule of *International Commission On Radiological Protection (ICRP) 60/1990* and PP No. 33/2007 equal to 20 mSv/year. Purpose of analysis is to know the radiation dose to radiation worker in IEBE, whether according to rule of *ICRP 60/1990* and PP no. 33/2007. Method conducted with evaluating of radiation dose (external added internal dose) or Equivalent Dose of Whole Body (DEST) every year, since 1991 until 2007. The highest DEST to radiation worker in IEBE on year 2003 equal to 1,67 mSv or 3,34 % from rule of BAPETEN no.: 01/Ka-BAPETEN/V-99. If the highest of DEST added with the estimate of medical dose (0,25 mSv/year), obtained radiation dose equal to 1,92 mSv/year or 9,60 % from rule of *ICRP 60/1900* and PP no. 33/2007. Thereby if published a new rule replace the rule of BAPETEN number: 01/Ka-BAPETEN/V-99 and relate to rule of *ICRP 60/1990* and PP no. 33/2007, IEBE ready to implementation value limit of radiation dose equal to 20 mSv/year.

Keywords : radiation worker, radiation dose, analysis.

PENDAHULUAN

Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) merupakan salah satu fasilitas laboratorium yang dibangun di Kawasan PUSPIPTEK Serpong dan mempunyai dua fungsi pokok yaitu : memproses *yellow cake* menjadi serbuk UO_2 *nuclear grade*, dan memproduksi elemen bakar reaktor air berat (*HWR*) jenis CIRENE dengan menggunakan bahan baku utama uranium pengkayaan rendah^[1]. Untuk mendukung Pusat Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) IEBE akan dikembangkan untuk memproduksi elemen bakar reaktor daya. Disain IEBE mampu menggunakan uranium diperkaya hingga 5 %. Dalam penggunaan Uranium ini dimungkinkan pekerja radiasi terkena bahaya radiasi dan kontaminasi, namun demikian batasan dosis paparan untuk seluruh tubuh atau dikenal dengan Dosis Ekuivalen Seluruh Tubuh (DEST) tidak boleh melebihi 50 mSv/tahun^[2].

Nilai batas dosis yang telah ditetapkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) nomor: 01/Ka-BAPETEN/V-1999, tentang Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi mencakup dosis radiasi eksternal dan dosis radiasi internal dan tidak termasuk dosis paparan dari alam^[2]. Besarnya nilai batas dosis berdasarkan keputusan Kepala BAPETEN nomor: 01/Ka-BAPETEN/V-99 adalah sebesar 50 mSv/tahun. Sementara berdasarkan peraturan *International Atomic Energy Agency (IAEA)* yang mengacu kepada *International Commission On Radiological Protection (ICRP) 60/1990*, ditetapkan sebesar 20 mSv/tahun, dan telah dituangkan dalam Peraturan Pemerintah No. 33 Tahun 2007 tentang keselamatan radiasi pengion dan keamanan sumber radioaktif. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) No. 33/2007 pasal Pasal 23^[3] : beberapa aturan disempurnakan diantaranya yang berhubungan dengan nilai batas dosis. Sebagai contoh : paparan kerja, paparan medik, paparan masyarakat, paparan darurat dan paparan dari alam. Selanjutnya ketentuan mengenai Peraturan Pemerintah

No. 33/2007 tersebut akan diatur dengan keputusan kepala BAPETEN.

Pengaturan dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi ke depan akan mengacu kepada *ICRP 60/1990* atau Peraturan Pemerintah No. 33/2007 tentang Keselamatan radiasi pengion dan keamanan sumber radioaktif, yaitu sebesar 20 mSv/tahun, termasuk dosis medik serta paparan yang berasal dari alam. Analisis dosis radiasi pekerja radiasi IEBE perlu dilakukan dengan tujuan untuk mengantisipasi kemungkinan implementasi ketentuan *ICRP 60/1990* atau PP no. 33/2007 tersebut. Metoda yang dilakukan dengan mengevaluasi Dosis Ekuivalen Seluruh Tubuh (DEST) tertinggi dan dosis radiasi internal (dosis medik) tahun 1991 sampai 2007. Tujuan evaluasi adalah untuk melihat dosis radiasi pekerja radiasi IEBE berdasarkan ketentuan *ICRP 60/1990* dan PP no. 33/2007 tersebut dapat terpenuhi.

TEORI

Pengaturan DEST untuk pekerja radiasi di Indonesia hingga saat ini masih mengacu pada *ICRP 26*, yaitu DEST pekerja radiasi ditentukan sebesar 50 mSv/tahun dan tidak termasuk dosis untuk keperluan medik serta paparan dari alam (sesuai dengan SK Kepala BAPETEN no. 01/KA-BAPETEN/V-1999 tentang Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi). Ketentuan tentang DEST ini dimaksudkan untuk mengatur dengan lebih tegas nilai penyinaran dan dosis radiasi tertinggi yang dapat diterima oleh pekerja radiasi didasarkan pada jumlah dosis yang berasal dari radiasi eksternal dan radiasi internal. Ketentuan Tentang Nilai Batas Dosis:

- Nilai Batas Dosis (NBD) untuk personel

berdasarkan *International Commission Radiation Protection (ICRP) 26* tahun 1977, telah diacu di Indonesia (Tabel 1).

- Nilai Batas Dosis (NBD)) untuk personel

berdasarkan *International Commission Radiation Protection (ICRP) 60* tahun 1990, belum di acui di Indonesia (Tabel 2).

Nilai Batas Dosis (NBD) yang berlaku saat ini di Indonesia :

- Ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Kepala BAPETEN No. 01/Ka-BAPETEN/V-1999.
- Didasarkan atas rekomendasi *International Commission on Radiological Protection (ICRP) No. 26* tahun 1977 dan *Safety Series IAEA No. 9* tahun 1983.
- Berasal dari radiasi eksternal dan radiasi internal, tetapi tidak termasuk dosis medik dan paparan dari alam.

Untuk pemeriksaan medik belum ada standar resmi dari BAPETEN berapa dosis yang diterima saat melakukan pemeriksaan kesehatan dengan menggunakan sinar-x. Menurut kedokteran nuklir BATAN, dosis saat pemeriksaan kesehatan untuk *thorax* (dada) dengan sinar-x adalah sebesar 0,25 mSv. Menurut standar *IAEA* dosis yang diterima saat pemeriksaan kesehatan dengan sinar-x ditampilkan pada Tabel 3. Untuk kepentingan proteksi radiasi data yang dipakai adalah data dari kedokteran nuklir BATAN, yaitu untuk pemeriksaan *thorax* (dada) sebesar 0,25 mSv. Hal ini mengingat dalam penentuan DEST akan lebih aman jika ditentukan nilainya lebih tinggi dari yang sebenarnya jika dibandingkan dengan nilai DEST ternyata lebih rendah dari nilai sebenarnya.

Tabel 1. Nilai Batas Dosis (NBD) untuk personel berdasarkan *ICRP 26* tahun 1977 ^[4]

| Batasan | Pekerja radiasi (mSv) | Masyarakat (mSv) |
|---|-------------------------|--------------------|
| A. Penyinaran terhadap seluruh tubuh (untuk Efek Stokastik) | | |
| 1. Seluruh tubuh | 50 | 5 |
| 2. Wanita hamil | 15 | - |
| 3. Janin | 10 | - |
| B. Penyinaran lokal (untuk efek Non Stokastik / <i>deterministic</i>) | | |
| 1. Rata-rata untuk setiap organ | 500 | 50 |
| 2. Lensa mata | 150 | 15 |
| 3. Kulit | 500 | 50 |
| 4. Tangan, lengan, kaki | 500 | 50 |

Tabel 2. Nilai Batas Dosis (NBD) untuk personel berdasarkan ICRP 60 tahun 1990 ^[5]

| Untuk Personil | Nilai Batas Dosis (NBD) |
|-----------------|---|
| Pekerja Radiasi | <ul style="list-style-type: none"> • 20 mSv/tahun secara rata-rata selama 5 tahun • Penerimaan maksimum setahun 50 mSv dengan memperhitungkan penerimaan dosis di tahun berikutnya. • Untuk lensa mata 150 mSv/tahun • Untuk tangan, kaki, kulit 500mSv/tahun |
| Masyarakat | <ul style="list-style-type: none"> • 1 mSv/tahun • Untuk kondisi khusus boleh 5 mSv/tahun asal rata-rata selama 5 tahun adalah 1 mSv / tahun • 15 mSv/tahun untuk lensa mata • 5 mSv/tahun untuk kaki, tangan, kulit |

Menurut standar IAEA, dosis yang diterima saat pemeriksaan kesehatan dengan sinar-X ditampilkan pada Tabel 3.

Hal ini dilakukan, mengingat dalam penentuan dosis radiasi akan lebih aman jika ditentukan nilainya lebih tinggi dari yang sebenarnya.

Tabel 3. Dosis yang diterima saat pemeriksaan kesehatan dengan sinar-x ^[6]

| Jenis Pemeriksaan | Dosis X ray (mSv) | Computed tomography Dose (mSv) |
|---------------------|-------------------|--------------------------------|
| Kepala | 0,07 | 2 |
| Gigi | < 0,1 | - |
| Thorax/Dada | 0,1 | 10 |
| perut | 0,5 | 10 |
| Tulang panggul | 0,8 | 10 |
| Tulang belakang | 2 | 5 |
| Tulang bagian bawah | 6 | - |
| Tungkai dan lengan | 0,06 | - |

TATA KERJA

Untuk mengimplementasikan ICRP 60/1990 dan PP No. 33/2007 terhadap dosis radiasi Pekerja Radiasi di IEBE, perlu dilakukan analisis data DEST (eksterna dan interna) yang diterima pekerja radiasi di IEBE sejak tahun 1993 sampai tahun 2007. Dari data tersebut, dilihat berapa DEST tertinggi yang diterima pekerja radiasi dalam satu

tahun. Dari DEST tertinggi tersebut diambil yang terbesar, kemudian ditambahkan perkiraan dosis medik yang diterima pekerja radiasi tersebut. Untuk mengetahui nilai DEST ini pekerja radiasi saat bekerja dilengkapi dengan TLD. Pembacaan TLD yang dipakai oleh Pekerja Radiasi PTBN dilakukan oleh Pusat Teknologi Limbah Radioaktif. Jenis TLD yang dipakai ialah jenis TLD HP(10) berkemampuan merekam radiasi β dan γ dengan daya tembus sinar γ setebal 10 mm dari permukaan kulit. Dosis radiasi β

dan γ dengan daya tembus sinar γ setebal 10 mm dari permukaan kulit. Dosis radiasi merek *Harshaw*. Langkah-langkah pembacaannya sebagai berikut ^[7] :

TLD yang telah habis masa pakainya dikirim ke PTLR

- Film *TLD* tersebut dikeluarkan dari bingkai *TLD*

- Film *TLD* dimasukkan ke dalam *holder*

bacaan alat *Harshaw model 6600*, dengan bantuan perangkat lunak *WinREMS*, hasil pembacaan *TLD* akan dikonversi menjadi satuan dosis (*mSv*) dengan persamaan berikut ^[2] :

$$D = \frac{\{(B \times Ecc) - (Bo \times Ecco)\} nanoCoulomb}{RCF} \dots\dots(1)$$

dengan :

D = dosis perorangan dalam satuan *mSv*/jangka waktu perioda *TLD*.

B = bacaan elemen *TLD* dari kartu *TLD* yang digunakan dalam satuan nano Coulomb.

Ecc = faktor Koreksi elemen *TLD* yang digunakan.

Ecco = faktor Koreksi elemen *TLD* blanko yang digunakan.

Bo = bacaan elemen *TLD* dari *TLD blank*, dalam satuan nano Coulomb.

RCF = faktor kalibrasi Reader, dalam satuan nano Coulomb/*mSv*.

- Hasil bacaan *TLD* ditampilkan pada layar monitor, dalam satuan *mSv*.

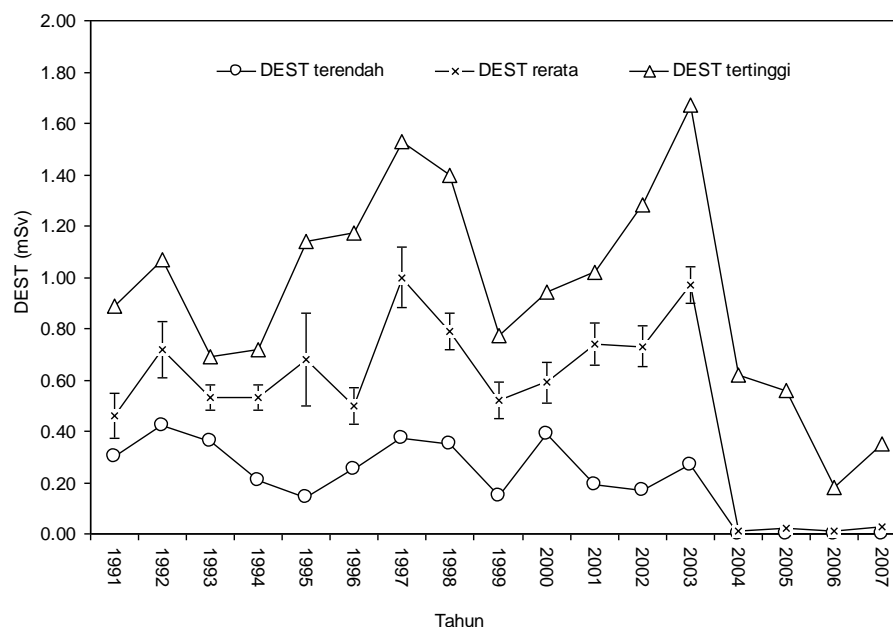
- Lakukan evaluasi dosis radiasi tertinggi per tahun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemantauan DEST sejak tahun 1991 sampai tahun 2007, DEST tertinggi terjadi pada tahun 2003 sebesar 1,67 *mSv*/tahun. Data lengkap nilai DEST pekerja radiasi IEBE ini dapat dilihat pada Tabel 4. Pada Tabel 4 ini hanya berasal dari dosis radiasi eksterna, sedangkan dosis radiasi interna sampai dengan tahun 2007 tidak terdeteksi adanya radionuklida sehingga dianggap nol. Nilai batas dosis ini jauh di bawah 50 *mSv*/tahun atau 3,34 % dari ketentuan BAPETEN No.: 01/Ka-BAPETEN/V-99 dan *ICRP 26/1977*. Apabila mengacu kepada aturan *ICRP 60/1990* dan PP No. 33/2007 (20 *mSv*/tahun), DEST tersebut ditambah dengan perkiraan dosis medik per-tahun (0,25 *mSv*/tahun), maka dosis radiasi pekerja radiasi IEBE tersebut hanya sebesar 1,92 *mSv*/tahun atau 9,6 %. Berdasarkan perhitungan ini dapat dipastikan apabila BAPETEN menetapkan nilai batas dosis berdasarkan *ICRP 60/1990* dan PP No. 33/2007 pekerja radiasi di IEBE, diperkirakan tidak akan menerima dosis radiasi melebihi dari 20 *mSv*/tahun. Dari Tabel 4 ini dibuat Gambar 1 yang memperlihatkan grafik DEST terendah, DEST merata dan DEST tertinggi dari tahun 1991 hingga tahun 2007. Dari Gambar 1 terlihat bahwa DEST tidak terdeteksi terjadi di tahun 2004, tahun 2005, tahun 2006 dan tahun 2007. Dalam pelaporan ke BAPETEN, DEST tak terdeteksi ini dianggap 0. Perlu diketahui bahwa limit deteksi dari alat baca *TLD* ini di bawah 0,005 *mSv*. Dari bahasan ini, *ICRP 60/1990* dan PP No. 33/2007 terhadap dosis radiasi pekerja radiasi IEBE siap diimplementasikan, dan tidak perlu dilakukan perubahan desain atau penambahan penahan radiasi.

Tabel 4. Dosis ekivalen seluruh tubuh pekerja radiasi IEBE sejak tahun 1991 sampai 2007

| Tahun | Jumlah (TLD) | DEST terendah (mSv) | DEST rerata (mSv) | DEST tertinggi (mSv) | DEST di atas rerata | |
|-------|--------------|---------------------|-------------------|----------------------|---------------------|-------|
| | | | | | TLD | % |
| 1991 | 34 | 0.30 | 0.46 ± 0.09 | 0.89 | 13 | 38.24 |
| 1992 | 49 | 0.42 | 0.72 ± 0.11 | 1.07 | 27 | 55.10 |
| 1993 | 56 | 0.36 | 0.53 ± 0.05 | 0.69 | 25 | 44.64 |
| 1994 | 56 | 0.21 | 0.53 ± 0.05 | 0.72 | 29 | 51.79 |
| 1995 | 54 | 0.14 | 0.68 ± 0.18 | 1.14 | 17 | 31.48 |
| 1996 | 59 | 0.25 | 0.50 ± 0.07 | 1.17 | 21 | 35.59 |
| 1997 | 63 | 0.37 | 1.00 ± 0.12 | 1.53 | 33 | 52.38 |
| 1998 | 63 | 0.35 | 0.79 ± 0.07 | 1.40 | 32 | 50.79 |
| 1999 | 68 | 0.15 | 0.52 ± 0.07 | 0.77 | 42 | 61.76 |
| 2000 | 70 | 0.39 | 0.59 ± 0.08 | 0.94 | 27 | 38.57 |
| 2001 | 70 | 0.19 | 0.74 ± 0.08 | 1.02 | 38 | 54.29 |
| 2002 | 73 | 0.17 | 0.73 ± 0.08 | 1.28 | 36 | 49.32 |
| 2003 | 74 | 0.27 | 0.97 ± 0.07 | 1.67 | 30 | 40.54 |
| 2004 | 76 | 0.00 | 0.01 ± 0.01 | 0.62 | 7 | 9.21 |
| 2005 | 84 | 0.00 | 0.02 ± 0.01 | 0.56 | 8 | 9.52 |
| 2006 | 84 | 0.00 | 0.01 ± 0.01 | 0.18 | 7 | 8.33 |
| 2007 | 84 | 0.00 | 0.03 ± 0.01 | 0.35 | 31 | 36.90 |

Dosis Ekivalen Seluruh Tubuh (DEST) Pekerja Radiasi IEBE
Tahun 1991-2007

Gambar 1. Dosis ekivalent seluruh tubuh pekerja radiasi IEBE tahun 1991 - 2007

SIMPULAN

DEST yang diterima pekerja radiasi IEBE terdapat pada tahun 2003 sebesar 1,67 mSv atau 3,34 % dari ketentuan BAPETEN nomor: 01/Ka-BAPETEN/V-99. Apabila DEST ditambah dengan perkiraan dosis medik sebesar 0,25 mSv/tahun, diperoleh dosis radiasi sebesar 1,92 mSv/tahun atau 9,60 % dari ketentuan ICRP 60/1990 dan PP no. 33/2007. Dengan demikian apabila terbit ketentuan baru menggantikan ketentuan BAPETEN nomor: 01/Ka-BAPETEN/V-99 dan mengacu pada ketentuan ICRP 60/1990 dan PP no. 33/2007, nilai batas dosis 20 mSv/tahun siap diimplementasikan di IEBE. Dalam pemberlakuan aturan tersebut di IEBE, tidak perlu merubah desain atau menambah penahan radiasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. TIM LAPORAN ANALISIS KESELAMATAN, Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir.: Laporan Analisis Keselamatan Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (LAK IEBE)", revisi 6, tahun 2006
2. ANONIM.: Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi, BAPETEN nomor : 01/Ka-BAPETEN/V-1999, tahun 1999.
3. ANONIM.: Peraturan Pemerintah No. 33 Tahun 2007, tentang Keselamatan radiasi pengion dan keamanan sumber Radioaktif, tahun 2007.
4. ANONIM.: *International Commission On Radiological Protection, ICRP Publication 26, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, 1977*
5. ANONIM.: *International Commission On Radiological Protection, ICRP publication 60, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, 1990*
6. ANONIM.: *Radiation, People and The Environment*, IAEA.
7. ANONIM.: Pusat Teknologi Limbah Radioaktif, Prosedur Pengelolaan TLD, no. dok. PLR/7/PeD-PE/II/002/03/2006 rev. 3, tahun 2006.