

## INTERKOMPARASI DOSIS EKIVALEN PERORANGAN $H_p(10)$ DAN $H_p(3)$ MENGGUNAKAN TLD/FILM TAHUN 2017

Assef Firnando Firmansyah

Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi - BATAN

### ABSTRAK

**INTERKOMPARASI DOSIS EKIVALEN PERORANGAN  $H_p(10)$  DAN  $H_p(3)$  MENGGUNAKAN TLD/FILM UNTUK BERKAS Cs-137 DAN SINAR-X TAHUN 2017.** Makalah ini menguraikan kegiatan interkomparasi dosis ekivalen perorangan  $H_p(10)$  dan  $H_p(3)$  menggunakan dosimeter TLD/Film untuk berkas radiasi Cs-137 dan sinar-X yang diselenggarakan pada tahun 2017. Satu set dosimeter yang terdiri dari empat buah dosimeter TLD/Film milik laboratorium peserta dikirim ke Laboratorium Dosimetri Standar Sekunder PTKMR untuk disinari berkas radiasi Cs-137 dan Sinar-X dengan dosis tertentu. Empat buah dosimeter disinari secara bersamaan (dalam kurun waktu yang ditentukan), sedangkan satu set dosimeter yang lain bertindak sebagai kontrol. Dosimeter TLD/Film yang telah disinari di laboratorium dosimetri standar sekunder tersebut dikirim menggunakan pos ke laboratorium peserta untuk dibaca. Hasil bacaannya dikirim kembali ke Laboratorium Dosimetri Standar Sekunder PTKMR untuk dievaluasi. Penyinaran dosimeter dilakukan pada permukaan fantom air dengan jarak sumber radiasi ke dosimeter 200 cm. Evaluasi hasil bacaan dilakukan menggunakan Kurva Kerompet sesuai dengan publikasi IAEA yang terdapat dalam IAEA Safety Standard Series No. RS-G 1.3. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa keberhasilan mencapai 80 %, sedangkan 20 % di luar batas.

**Kata kunci:** Interkomparasi, dosis ekivalen perorangan,  $H_p(10)$ ,  $H_p(3)$  dan dosimeter TLD/Film

### ABSTRACT

**INTERCOMPARISON FOR PERSONAL DOSE EQUIVALENT  $H_p(10)$  AND  $H_p(3)$  USING TLDs/FILMS FOR Cs-137 AND X-RAYS IN THE YEAR OF 2017.** This paper describes the intercomparison of personal dose equivalent  $H_p(10)$  and  $H_p(3)$  using TLDs/Films for Cs-137 and X-rays. A set of four TLDs/Films owned by participants were irradiated by the Secondary Standard Dosimetry Laboratory-PTKMR with Cs-137 and X-rays at the same time (between stipulated dates) to a certain doses, another set dosemeter was not irradiated as a control. The exposed dosemeters were sent back to the participating laboratory by mail for reading. The result were sent back to the Secondary Standard Dosimetry Laboratory for evaluation. Irradiation has been carried out at the surface of a water phantom with the source to the dosemeter distance of 200 cm. Evaluation were carried out by using the Trumpet Curve in accordance with the IAEA publication at the IAEA Safety Standard Series No. RS-G 1.3. The result obtained showed that 80 % success, while about 20 % out layer.

**Keywords:** intercomparison, personal dose equivalent,  $H_p(10)$ ,  $H_p(3)$ . TLD/Film dosemeter

### PENDAHULUAN

Di Indonesia saat ini ada sembilan laboratorium yang memberikan layanan pemantauan dosis perorangan. Dua laboratorium masing-masing Laboratorium Pusat Pendayagunaan Informatika dan Kawasan Strategis Nuklir (PPIKSN) dan Keselamatan Kerja dan Proteksi Radiasi (KKPR) PTKMR berada di bawah Badan Tenaga Nuklir Nasional, sedangkan tujuh laboratorium masing-masing Laboratorium Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) Jakarta, Makassar, Medan, dan Surabaya serta Unit Fungsional Pengamanan Fasilitas Kesehatan Palembang, Loka Pengamanan Fasilitas Kesehatan (LPFK) Banjarbaru dan Surakarta yang berada di bawah Kementerian Kesehatan [1].

Data beberapa tahun yang lalu menunjukkan seluruh laboratorium tersebut memberikan pelayanan kepada institusi/rumah sakit/laboratorium klinik baik

pemerintah maupun swasta di seluruh Indonesia dengan total jumlah pekerja radiasi sekitar 25.000 orang [1,2].

Surat Keputusan Ka. BAPETEN No. 18 / Ka. BAPETEN/II-00, tahun 2000 pasal 12 menyatakan bahwa laboratorium tersebut di atas harus memenuhi persyaratan khusus dan bersedia mengikuti program uji profisiensi dan/atau uji banding antar laboratorium yang dikordinasi BAPETEN [3].

Sejak tahun 2006 PTKMR-BATAN dipercayakan sebagai Koordinator Teknis pelaksanaan kegiatan Interkomparasi Pemantau Dosis Perorangan  $H_p(10)$  menggunakan Film/TLD. Tujuan kegiatan ini adalah untuk mengetahui seberapa jauh perbedaan hasil-hasil evaluasi dosis di antara pusat pelayanan pemantau dosis perorangan yang ada di Indonesia [1].

Pada tahun 2017 kegiatan interkomparasi tersebut di atas dilaksanakan kembali namun ruang lingkupnya diperluas dengan menambahkan besaran

dosimeter lensa mata,  $H_p(3)$ . Untuk kegiatan interkomparasi ini dosimeter yang digunakan adalah TLD dan Film, sedangkan sebagai sumber radiasi digunakan berkas radiasi Sinar-X dan Cs-137. Makalah ini menguraikan kegiatan interkomparasi beserta hasilnya.

**METODA**

**Penyinaran Dosimeter**

Satu set dosimeter yang terdiri dari empat buah TLD/Film disinari secara bersamaan dengan berkas radiasi Cs-137 atau sinar-X kualitas radiasi tertentu (N-80) namun dengan dosis yang berbeda. Sedangkan satu set dosimeter berfungsi sebagai kontrol. TLD/Film yang telah disinari dan TLD/Film kontrol dikirim ke laboratorium peserta melalui pos untuk dibaca. Selanjutnya hasil pembacaan tersebut dikirim kembali ke Laboratorium Dosimetri Standar Sekunder PTKMR-BATAN untuk dievaluasi.

**Evaluasi**

**Kurva Terompet**

Evaluasi berdasarkan kurva terompet dihitung menggunakan Persamaan (1) [4].

$$Q_m = Dosis_{lab.peserta} / Dosis_{PTKMR} \quad (1)$$

dengan

$Q_m$ : deviasi/bias

$Dosis_{lab.peserta}$ : dosis yang dibaca oleh laboratorium peserta

$Dosis_{PTKMR}$ : Dosis yang diberikan oleh Laboratorium Dosimetri Standar Sekunder PTK MR

Untuk menentukan batas atas dan batas bawah kurva terompet maka digunakan Persamaan (2) dan (3).

$$R_{UL} = 1,5 x \left[ 1 + \frac{H_0}{2H_0 + H_1} \right] \quad (2)$$

$$R_{LL} = \left\{ \frac{1}{1,5} \left( 1 + \frac{2H_0}{H_0 + H_1} \right) \right\} \quad (3)$$

dengan

$H_0 = 0,17$  mSv

$H_1 = 1,5$  mSv dan  $4,5$  mSv

**PERALATAN DAN TATA KERJA**

**Peralatan**

Sebagai sumber radiasi digunakan Irradiator Buchler OB-85 yang memancarkan berkas radiasi Cs-137 dan pesawat sinar-X XYLON 325. Sedangkan sebagai alat ukur radiasi standar untuk menentukan laju kerma udara digunakan detektor pengionan volume 600 cc tipe 2575 no. seri 576 yang dirangkaikan dengan elektrometer PTW Unidos Webline T10022/268.

**Tata Kerja**

1. Penentuan Laju Kerma Udara Berkas Radiasi Cs-137 dan Sinar-X

Penentuan laju kerma udara berkas radiasi Cs-137 pada jarak 200 cm dari sumber radiasi dilakukan menggunakan detektor pengionan volume 600 cc tipe 2575 no. seri 576 yang dirangkaikan dengan elektrometer PTW Webline. Detektor pengionan volume 600 cc tipe 2575 dan sistem dosimeter Farmer yang digunakan tersebut tertelusur ke BIPM, Perancis melalui Laboratorium Dosimetri IAEA, Seibersdorf [6].

Hal yang sama dilakukan untuk sumber radiasi pesawat sinar-X XYLON 325 dengan kualitas radiasi N-80.

2. Penyinaran Dosimeter Perorangan Untuk Besaran  $H_p(10)$  dan  $H_p(3)$

Setelah diketahui laju kerma udara berkas radiasi Cs-137 dari Irradiator OB 85 dan berkas sinar-X dengan kualitas radiasi N-80, maka ditentukan laju dosis ekivalen perorangan  $H_p(10)$  dan  $H_p(3)$  menggunakan faktor konversi. Selanjutnya dilakukan penyinaran dosimeter perorangan TLD/Film yang ditempelkan pada permukaan fantom air berukuran 30 cm x 30 cm x 15 cm untuk besaran  $H_p(10)$  dan fantom air pillar yang disebut ORAMED dengan diameter 20 cm dan panjang 20 cm untuk besaran  $H_p(3)$  untuk beberapa nilai dosis tertentu yaitu 1,5 mSv dan 4,5 mSv untuk besaran  $H_p(10)$  dan 1,5 mSv untuk besaran  $H_p(3)$ . Satu paket dosimeter terdiri dari 4 buah TLD/Film untuk disinari dengan dosis tertentu sedangkan satu set dosimeter TLD/Film yang lain buah bertindak sebagai kontrol (tidak disinari). Banyaknya set dosimeter dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Jumlah set TLD/Film dalam kegiatan interkomparasi  $H_p(10)$  dan  $H_p(3)$

Laboratorium peserta	Jumlah Set TLD/Film
1	2 set TLD - $H_p(10)$
2	2 set TLD - $H_p(10)$ , 2 set Film - $H_p(10)$ dan 1 set TLD - $H_p(3)$
3	2 set TLD - $H_p(10)$ dan 1 set TLD - $H_p(3)$
4	2 set TLD - $H_p(10)$ dan 1 set TLD - $H_p(3)$
5	4 set TLD - $H_p(10)$ dan 1 set TLD - $H_p(3)$
6	2 set TLD - $H_p(10)$ dan 1 set TLD - $H_p(3)$
7	2 set Film - $H_p(10)$
8	2 set TLD - $H_p(10)$ , 2 set Film - $H_p(10)$ dan 1 set TLD - $H_p(3)$
9	2 set Film - $H_p(10)$
Total	54 Set secara keseluruhan

Penyinaran dilakukan pada jarak sumber radiasi ke dosimeter 200 cm. Untuk memantau berlangsungnya penyinaran, maka di belakang fantom air diletakkan detektor pengionan volume 600 cc yang berfungsi sebagai kontrol besarnya dosis yang diterima

TLD/Film, sedangkan untuk memantau posisi fantom air dan dosimeter perorangan maka digunakan dua buah teleskop. Susunan peralatan dalam penyinaran dosimeter perorangan dapat disajikan pada Gambar 1. Setelah semua penyinaran selesai maka TLD/Film dikirim ke laboratorium peserta untuk dibaca dan hasil pembacaan tersebut dikirim kembali ke Panitia Pelaksana di Laboratorium Dosimetri Standar Sekunder PTKMR – BATAN untuk dievaluasi.



a

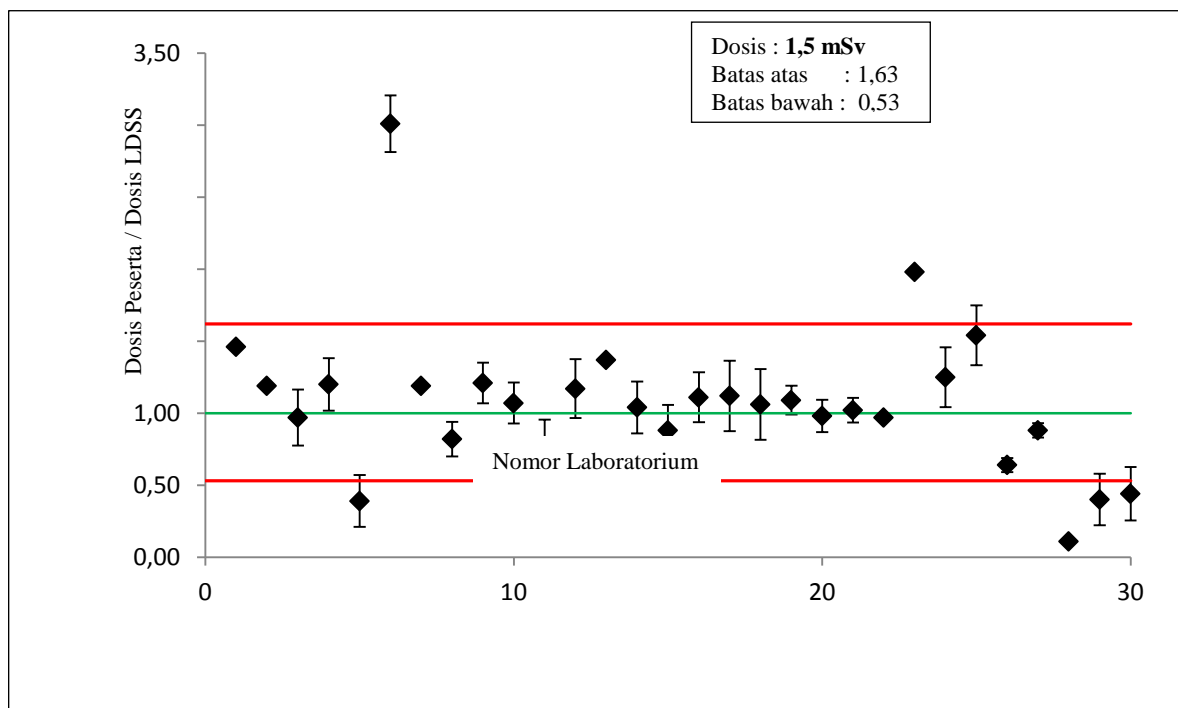


b

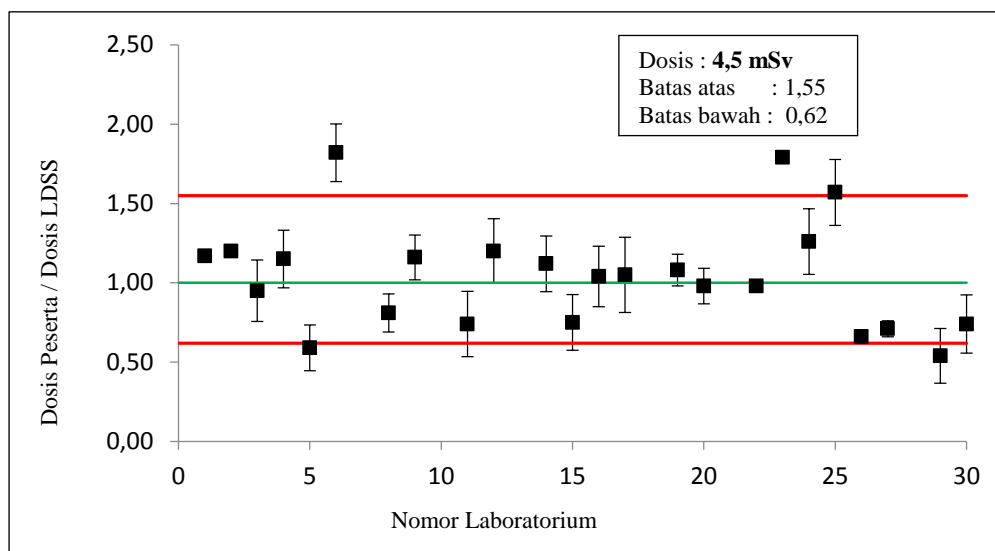
**Gambar 1.** a) Penyiaran TLD/Film untuk besaran  $H_p(10)$  dan b) Penyiaran TLD/Film untuk besaran  $H_p(3)$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi hasil penyinaran dosimeter perorangan untuk besaran  $H_p(10)$  dan  $H_p(3)$  oleh Laboratorium Dosimetri Standar Sekunder PTKMR yang dibaca oleh peserta dilakukan menggunakan Persamaan 1, 2 dan 3. Hasil interkomparasi dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Untuk menjaga kerahasiaan hasil interkomparasi ini maka nama laboratorium peserta tidak dicantumkan dalam tabel.



**Gambar 2.** Hasil Interkomparasi Dosis Ekivalen Perorangan dosis 1,5 mSv besaran  $H_p(10)$  dan  $H_p(3)$  tahun 2017



Gambar 3. Hasil Interkomparasi Dosis Ekuivalen Perorangan dosis 4,5 mSv besaran Hp(10) dan Hp(3) tahun 2017

Dari Gambar 2 dan Gambar 3 dapat dilihat bahwa dari sembilan laboratorium peserta mendapatkan keberhasilan 80% sedangkan 20% sisanya mendapatkan hasil di luar batasan. Kontribusi 20 % hasil di luar batas yaitu 1 paket sampel TLD Hp(3), 1 paket sampel TLD Hp(10) dan 9 set Film Hp(10).

Hasil tersebut dapat dikatakan baik karena tingkat keberhasilan mencapai 80%, akan tetapi kesalahan yang didominasi oleh dosimeter Film perlu dicermati. Jumlah set Film 9 dari 16 set berada di luar batasan yang merupakan tingkat keberhasilan hanya 44 %. Hal ini bisa disebabkan karena penanganan dosimeter Film yang tidak mudah dalam menentukan dosis bacaan. Banyak faktor yang mempengaruhi seperti homogenitas, proses penyimpanan film, proses pencucian film, bahan pencucian film dan konsistensi.

### KESIMPULAN

Interkomparasi ini cukup baik dengan tingkat keberhasilan 80%. Hasil kegiatan interkomparasi ini dapat membantu laboratorium peserta untuk menyempurnakan fungsinya dalam mengevaluasi dosimeter perorangan. Perlu diperhatikan padapenggunaan dosimeter Film untuk penentuan dosis perorangan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Laboratorium peserta Interkomparasi Dosis Ekuivalen Perorangan Hp(10) dan Hp(3) Menggunakan TLD/Film Tahun 2017 sehingga penulisan ini dapat terlaksana.

### DAFTAR PUSTAKA

[1] Laporan Kegiatan Interkomparasi 2006, Pengecekan Luaran Pesawat Cs-137 menggunakan TLD, Interkomparasi Personal Dose Equivalent,

Hp(10) menggunakan TLD dan Film, Laboratorium Metrologi Radiasi, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi – BATAN, 2006

- [2] Laporan Kegiatan Interkomparasi 2008, Pengecekan Luaran Pesawat Cs-137 menggunakan TLD, Interkomparasi Personal Dose Equivalent, Hp(10) menggunakan TLD dan Film, Laboratorium Metrologi Radiasi, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi – BATAN, 2008
- [3] BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR, Keputusan Ka. BAPETEN No. 18/Ka. BAPETEN/II-00, BAPETEN, 2000
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, SAFETY STANDARDS SERIES, Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation, SAFETY GUIDE No. RS-G- 1.3, IAEA, Vienna, 2000
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Calibration of Radiation Protection Monitoring Instrument, Safety Series Report No. 16, IAEA, Vienna, 2000
- [6] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, “ Guidelines to the expression of uncertainty of the measurement, ISO, Geneva, 1995

### TANYA JAWAB

#### Samin

Bagaimana memperoleh hasil interkomparasi yang inlier dan outlier?

#### Assef Firnando F.

Memperoleh hasil yang inlier dengan cara menggunakan dosimeter dengan teliti, selalu melakukan quality control (kestabilan dosimeter), melakukan pengamatan pada TLD