

Usulan Nilai Pembatas Dosis Bagi Pekerja Radiasi dan Peserta Pelatihan di Pusdiklat BATAN

Proposal of Dose Constraint Value for Radiation Worker and Trainees in Center for Education and Training, National Nuclear Energy Agency

Slamet Wiyuniati^{1*}, Indragini

ABSTRAK

Usulan Nilai Pembatas Dosis Bagi Pekerja Radiasi dan Peserta Pelatihan di Pusdiklat BATAN. Pembatas dosis merupakan penerapan persyaratan proteksi radiasi yaitu prinsip optimisasi. Dasar hukum penetapan pembatas dosis diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif serta Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Badan Tenaga Nuklir Nasional (Pusdiklat BATAN) telah menerapkan pembatas dosis bagi pekerja radiasinya, yaitu 10 mSv dalam 1 tahun. Nilai ini ditetapkan berdasarkan asumsi beban kerja pekerja radiasi di Pusdiklat dalam 1 tahun adalah 1000 jam dan laju dosis maksimum 10 μ Sv/jam. Sejak ditetapkan pada tahun 2008, Pusdiklat belum melakukan kaji ulang terhadap pembatas dosis yang ada. Oleh karena itu dipandang perlu dilakukan kaji ulang terhadap nilai pembatas dosis bagi pekerja radiasi di Pusdiklat dan pengusulan penetapan pembatas dosis bagi peserta pelatihan di Pusdiklat, dengan tujuan agar semua pihak yang bekerja dengan sumber radiasi di Pusdiklat menerima dosis radiasi serendah mungkin. Berdasarkan evaluasi dosis tahunan pekerja radiasi selama periode tahun 2007 sampai dengan tahun 2015, maka diusulkan pembatas dosis bagi pekerja radiasi di Pusdiklat adalah 5 mSv. Sedangkan untuk peserta pelatihan, berdasarkan evaluasi dosis yang diterima dari 1237 peserta pelatihan, maka diusulkan pembatas dosis bagi peserta pelatihan di Pusdiklat adalah 18 μ Sv per pelatihan.

Kata Kunci: Pembatas Dosis, Persyaratan Proteksi Radiasi, Pekerja Radiasi, Peserta Pelatihan

ABSTRACT

Proposal of Dose Constraint Value for Radiation Worker and Trainees in Center for Education and Training National Nuclear Energy Agency. Dose constraint is an implementation of optimization principle, which is one of radiation protection principles. It is required by the Government Regulation No. 33/2007 on Ionizing Radiation Safety and Security of Radioactive Sources and also by the BAPETEN Chairman Regulation No.4/2013 on Radiation Protection and Safety in Nuclear Utilization. The Center for Education and Training of National Nuclear Energy Agency (Pusdiklat BATAN) implements dose constraint for its radiation workers, ie 10 mSv per year. This value is determined based on the assumption that workload of radiation workers in Pusdiklat within 1 year is 1000 hours with maximum dose rate of 10 μ Sv/h. Since 2007, Pusdiklat has not evaluated yet the existing dose constraint. Therefore, it is necessary to evaluate the dose constraint for radiation workers in Pusdiklat and for trainees at Pusdiklat. Its objective is to ensure each personnel who work with radiation sources in Pusdiklat receive radiation dose as low as reasonably achievable. Based on the evaluation of the annual dose of radiation workers during the period of 2008 until the first semester of 2015, it is proposed dose constraint for radiation workers is 5 mSv. As for the trainees, based on the evaluation of the dose received in a training from around 939 trainees, it is proposed dose constraint for trainees is 18 μ Sv per training.

Keywords: Dose Constraint, Radiation Protection Principles, Radiation Workers and Trainees

* email: swiyuni@batan.go.id

¹ Pusdiklat – BATAN, Jl. Lebak Bulus Raya No. 9, Jakarta 12420

PENDAHULUAN

Paparan kerja adalah paparan radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi. Paparan kerja dapat berasal dari kegiatan yang menggunakan bahan nuklir sumber radiasi pengion, seperti kegiatan terkait proses daur bahan bakar nuklir, penggunaan sumber radioaktif dan sinar-X dalam bidang industri, kesehatan, penelitian, pendidikan dan pelatihan, serta kegiatan yang menangani bahan yang mengandung konsentrasi sumber radionuklida alam seperti dinyatakan oleh IAEA (*enhanced concentration of naturally occurring radioanuclide*) [1]. Sebagai panduan bekerja dengan bahan nuklir atau sumber radiasi pengion, maka IAEA telah mempublikasikan dokumen terkait dengan proteksi dan keselamatan radiasi, seperti *Safety Fundamental Safety Series* No. 120, tahun 1996 [2]; *Safety Standard Series* No. RS-G-1.1, tahun 1999 [3] dan *Basic Safety Standard* No. 115, tahun 1996 [4] yang telah direvisi menjadi GSR Part 3, tahun 2014 [5]. Dokumen tersebut menjadi acuan bagi pembuatan peraturan ketenaganukliran di Indonesia, seperti Peraturan Pemerintah No. 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif [6] dan Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir [7].

Paparan kerja memiliki potensi bahaya yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan terhadap pekerja radiasi. Bila ditinjau dari dosis radiasi, bahaya/efek radiasi dibedakan atas efek stokastik dan efek deterministik. Efek stokastik adalah efek yang terjadi sebagai akibat paparan radiasi dengan dosis yang menyebabkan terjadinya perubahan pada sel. Sedangkan efek deterministik adalah dosis radiasi yang menyebabkan kematian sel. Oleh karena itu dalam setiap kegiatan pemanfaatan sumber radiasi pengion harus memperhatikan proteksi

radiasi (tindakan yang dilakukan untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak akibat paparan radiasi) dan keselamatan radiasi (tindakan melindungi pekerja radiasi, anggota masyarakat dan lingkungan hidup dari bahaya radiasi). Tujuan dari penerapan proteksi dan keselamatan radiasi adalah untuk mencegah efek deterministik dan mengurangi peluang terjadinya efek stokastik.

Sebagai institusi penyelenggara pelatihan yang menggunakan sumber radiasi pengion, Pusdiklat BATAN memiliki kewajiban untuk menerapkan proteksi dan keselamatan radiasi dalam setiap kegiatannya. Penerapan proteksi dan keselamatan radiasi dilakukan dengan memperhatikan persyaratan proteksi radiasi, yaitu justifikasi, limitasi dan optimisasi. Justifikasi didasarkan pada asas bahwa manfaat yang akan diperoleh lebih besar daripada risiko yang ditimbulkan. Limitasi adalah penggunaan dosis serendah mungkin sehingga dosis yang diterima pekerja radiasi tidak melebihi Nilai Batas Dosis (NBD). Sedangkan optimisasi adalah penggunaan dosis serendah mungkin sehingga dosis yang diterima pekerja radiasi tidak melebihi pembatas dosis.

Peraturan Pemerintah No. 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif dalam Pasal 34 [6] menyatakan bahwa optimisasi Proteksi dan Keselamatan Radiasi harus diupayakan agar besarnya dosis yang diterima serendah mungkin yang dicapai dengan mempertimbangkan faktor sosial dan ekonomi. Penetapan pembatas dosis dilaksanakan oleh Pemegang Izin dan disetujui oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). Besarnya pembatas dosis harus dibawah 20 mSv dalam satu tahun yang merupakan besaran NBD rata-rata dalam satu tahun.

Penetapan pembatas dosis dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu berdasarkan penghitungan beban kerja dengan laju dosis maksimum dan berdasarkan hasil evaluasi dosis

efektif dalam kurun waktu tertentu. Sejak diundangkannya Peraturan Pemerintah No. 33 tahun 2007 tersebut [6], Pusdiklat BATAN mulai menerapkan pembatas dosis. Nilai pembatas dosis yang berlaku di Pusdiklat mulai tahun 2007 sampai dengan saat ini adalah 10 mSv dalam satu tahun. Nilai ini diperoleh dari asumsi bahwa beban kerja maksimum pekerja radiasi di Pusdiklat BATAN dalam satu tahun adalah 1000 jam dengan laju dosis maksimum di area kerja sebesar 10 μ Sv/jam.

Sesuai pernyataan dalam Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 Tahun 2013 pasal 44 [7], bahwa Pemegang Izin harus melaksanakan kaji ulang terhadap Pembatas Dosis untuk Pekerja Radiasi selama pengoperasian fasilitas atau instalasi. Jika hasil kaji ulang menunjukkan perlu dilakukannya perubahan terhadap Pembatas Dosis untuk Pekerja Radiasi, Pemegang Izin dapat mengajukan perubahan kepada Kepala BAPETEN. Oleh karena itu, setelah 7 tahun penerapan pembatas dosis, maka dipandang perlu untuk melakukan kaji ulang nilai pembatas dosis berdasarkan evaluasi dosis efektif yang diterima oleh pekerja radiasi selama periode tersebut.

Selain kaji ulang nilai pembatas dosis untuk pekerja radiasi, Pusdiklat BATAN juga memerlukan adanya pembatas dosis bagi peserta pelatihan. Kegiatan pelatihan di Pusdiklat BATAN yang menggunakan sumber radioaktif dalam satu tahunnya dapat mencapai sekitar 35 pelatihan dengan rerata peserta 20 orang, sehingga total peserta mencapai 700 orang. Untuk menjamin bahwa peserta pelatihan tersebut menerima dosis serendah mungkin yang bisa dicapai dengan memperhatikan aspek sosial dan ekonomi, sesuai dengan prinsip optimisasi, maka juga perlu penetapan nilai pembatas dosis bagi peserta pelatihan yang berlaku untuk satu pelatihan. Hal ini sejalan dengan penerapan Sistem Manajemen Mutu (SMM) dan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja

(SMK3) yang diterapkan di Pusdiklat BATAN, bahwa setiap kegiatan yang dilaksanakan harus sesuai dengan semua peraturan terkait dengan proteksi dan keselamatan radiasi untuk menjamin keselamatan dan kesehatan kerja semua pihak selama berada di lingkungan kerja Pusdiklat BATAN.

METODOLOGI

Kaji ulang pembatas dosis bagi pekerja radiasi dan usulan penetapan pembatas dosis bagi peserta pelatihan dilaksanakan berdasarkan hasil evaluasi dosis maksimum yang diterima pekerja radiasi dan peserta pelatihan selama periode tertentu.

Kaji Ulang Pembatas Dosis Bagi Pekerja

Secara umum, pemantauan dosis perorangan pekerja radiasi (dosis pekerja radiasi) di Pusdiklat BATAN dibedakan menjadi 2 periode. Periode pertama, sebelum tahun 2007, pemantauan dosis pekerja radiasi di dilakukan dengan menggunakan *film badge*, dengan film Kodak dan *holder* Chyoda. Setelah tahun 2007 sampai dengan sekarang, pemantauan dosis pekerja radiasi dilaksanakan dengan menggunakan *Thermo Luminescence Dosimeter* (TLD) merk Harshaw, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. TLD Harshaw

Evaluasi dosis pekerja radiasi dari kedua jenis dosimeter perorangan tersebut dilaksanakan di Laboratorium Dosimeter, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) BATAN.

Pencatatan dan pemeliharaan rekaman hasil evaluasi dosis pekerja radiasi dilaksanakan

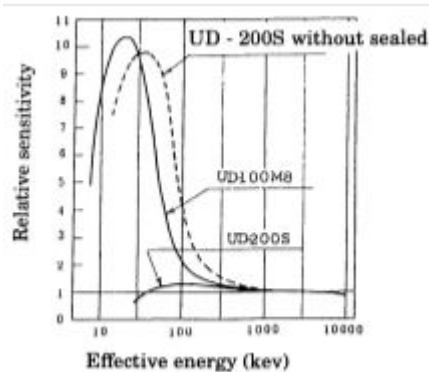
oleh Subbidang Sarana dan Prasarana Diklat (Subbid. Sarpras), Bidang Penyelenggaraan, Pusdiklat BATAN. Untuk kaji ulang pembatas dosis bagi pekerja radiasi di Pusdiklat BATAN, maka evaluasi dosis radiasi yang digunakan hanya yang berasal dari evaluasi dosis radiasi menggunakan TLD Harshaw yang dievaluasi setiap triwulan dan periode evaluasi dosis dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2014.

Usulan Penetapan Pembatas Dosis Bagi Peserta Pelatihan

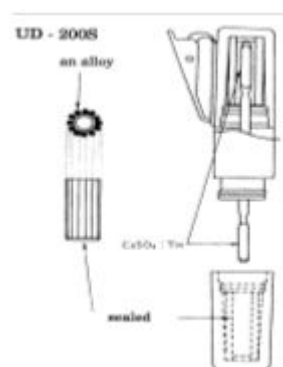
Pemantauan dosis perorangan untuk peserta pelatihan, dilakukan selama peserta melaksanakan praktikum. Pemantauan dan pencatatan dosis dilakukan oleh seorang Petugas Proteksi Radiasi (PPR), sedangkan pemeliharaan rekamannya dilaksanakan oleh Subbid. Sarpras. Untuk pemantauan dosis peserta pelatihan di Pusdiklat BATAN, ada 2 jenis dosimeter perorangan yang digunakan, yaitu TLD *Glass* merk Panasonic Tipe UD200S yang menggunakan CaSO_4 sebagai detektor radiasi dan dosimeter saku merk Aloka Tipe PDM 112 dan PDM 122.

Spesifikasi TLD *Glass* Tipe UD200S adalah dosimeter perorangan ini dapat mengukur radiasi gamma dan Sinar X mulai dari 40 keV [8] seperti diperlihatkan dalam Gambar 2.

Rentang dosis yang dapat diukur menggunakan TLD UD200S adalah $1 \mu\text{Sv} - 200 \text{ mSv}$, sedangkan struktur TLD tersebut dapat dilihat pada Gambar 3. Dalam penggunaannya, TLD tersebut dikalibrasi secara internal di Pusdiklat BATAN.



Gambar 2. Karakteristik Sensitivitas UD200S Terhadap Energi



Gambar 3. Struktur TLD Glass UD200S

Dosimeter saku merk Aloka Tipe PDM 112 dan PDM 122 memiliki karakteristik yang sama dalam mengukur dosis radiasi [9]. Keduanya menggunakan detektor semi konduktor dan dapat mengukur radiasi gamma dan X-ray mulai dari energi 40 keV. Rentang dosis yang dapat diukur $1 \mu\text{Sv} - 10 \text{ mSv}$. Yang membedakan keduanya adalah dosimeter saku Tipe PDM 122 dapat mengukur laju dosis sedangkan Tipe PDM 112 tidak dapat mengukur laju dosis. Gambar 4 memperlihatkan tipe dosimeter saku yang digunakan oleh peserta pelatihan.



Gambar 4. Dosimeter Saku merk Aloka (a) Tipe PDM 112 (b) Tipe PDM 122

Pada penggunaannya, kedua dosimeter saku tersebut dikalibrasi oleh Laboratorium Dosimetri PTKMR BATAN setiap satu tahun sekali.

Oleh karena itu dalam usulan penetapan pembatas dosis bagi peserta pelatihan di Pusdiklat BATAN saat ini digunakan dosimeter saku merk Aloka Tipe PDM 112 dan PDM 122.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kaji Ulang Pembatas Dosis Bagi Pekerja

Data pada Tabel 1 memperlihatkan dosis efektif tahunan maksimum yang diterima oleh pekerja radiasi di Pusdiklat BATAN. Periode evaluasi dosis pekerja diambil dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2014.

Tabel 1. Dosis Efektif Tahunan Maksimum Pekerja Radiasi di Pusdiklat-BATAN Periode 2007-2014

Tahun	Dosis Efektif Tahunan Maksimum (mSv)	Jumlah Pekerja Radiasi (orang)
2007	1.81	41
2008	2.21	41
2009	1.58	41
2010	1.95	44
2011	2.63	44
2012	2.12	41
2013	2.21	39
2014	2.75	37
Total data pekerja radiasi		328

Penetapan pembatas dosis yang digunakan adalah berdasarkan hasil evaluasi dosis tahunan maksimum yang diterima oleh pekerja radiasi. Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa dosis efektif tahunan maksimum yang diterima oleh pekerja radiasi di Pusdiklat BATAN adalah 2,75 mSv, dengan deviasi standar 0,59 mSv. Sehingga dapat diperoleh nilai pembatas dosis pekerja radiasi adalah 5 mSv dengan menggunakan tingkat kepercayaan 3 kali deviasi standar.

Usulan Penetapan Pembatas Dosis Bagi Peserta Pelatihan

Sedangkan untuk usulan nilai pembatas dosis bagi peserta pelatihan, dilakukan berdasarkan masing masing 10 pelatihan terakhir yang diselenggarakan di Pusdiklat BATAN dan menggunakan sumber radiasi pengion, yaitu: Pelatihan Petugas Proteksi Radiasi, Radiografi dan Swakelola yang diselenggarakan dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2015.

Tabel 2. Dosis Efektif Peserta Pelatihan di Pusdiklat-BATAN Periode 2011-2014

Tahun	Dosis Efektif Tahunan Maksimum (mSv)	Jumlah Peserta Pelatihan (orang)
2011	10	59
2012	7	90
2013	6	152
2014	8	495
2015	12	441
Total data peserta Pelatihan		1237

Data pada Tabel 2 menunjukkan dosis efektif maksimum yang diterima peserta pelatihan di Pusdiklat BATAN, berdasarkan hasil evaluasi TLD *Glass* merk Panasonic Tipe UD200S yang digunakan pada saat praktikum dan dibaca oleh Petugas Proteksi Radiasi (PPR). Data tersebut merupakan kumpulan data dari beberapa pelatihan yang diselenggarakan pada tahun yang sama.

Dari Tabel 2 dapat diketahui dosis maksimum yang diterima oleh peserta pelatihan di Pusdiklat adalah 12 μ Sv, dengan deviasi standar 1,7 μ Sv. Sehingga dapat diperoleh usulan nilai pembatas dosis peserta pelatihan adalah 18 μ Sv dengan menggunakan tingkat kepercayaan 3 kali deviasi standar.

KESIMPULAN

Nilai pembatas dosis merupakan cerminan dari komitmen Pemegang Izin untuk menerapkan pengendalian risiko bahaya penggunaan sumber radiasi pengion melalui

program proteksi dan keselamatan radiasi di fasilitas. Dari kajian data hasil evaluasi dosis perorangan pekerja radiasi di Pusdiklat BATAN periode 2007 – 2014, maka dapat diusulkan penurunan nilai pembatas dosis bagi pekerja radiasi di Pusdiklat BATAN dari 10 mSv menjadi 5 mSv. Sedangkan untuk nilai pembatas dosis bagi peserta pelatihan, maka diusulkan agar ada penerapan nilai pembatas dosis sebesar 18 μ Sv yang berlaku untuk satu pelatihan. Kedua nilai pembatas dosis menggunakan tingkat kepercayaan 3 kali deviasi standar.

SARAN

1. Agar Pusdiklat BATAN memasukan program kaji ulang pembatas dosisnya dalam dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi, untuk melakukan kaji ulang pembatas dosis setiap 5 tahunan atau apabila terjadi penerimaan dosis di atas nilai pembatas dosis yang telah ditetapkan.
2. Nilai pembatas dosis untuk pekerja radiasi belum mencakup dosis yang berasal dari paparan interna. Sebaiknya dapat dilakukan pemantauan dosis interna bagi pekerja radiasi yang memiliki potensi untuk mendapat dosis dari paparan interna saat bekerja dengan sumber radioaktif terbuka di laboratorium Radiokimia Pusdiklat BATAN.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sedalamnya untuk semua rekan-rekan pembimbing di Pusdiklat BATAN yang telah memberikan saran dan masukan dalam pembahasan kaji ulang dan usulan penetapan nilai pembatas dosis bagi pekerja dan peserta pelatihan. Semoga penerapan program proteksi dan keselamatan radiasi di Pusdiklat BATAN dapat semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation," IAEA, Vienna, Safety Guide No. RS-G-1.3 1996.
- [2] "Peraturan Pemerintah No. 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pngion dan Keamanan Sumber Radioaktif," Sekretariat Negara Republik Indonesia, Jakarta, 2007.
- [3] "Perka BAPETEN No. 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir," BAPETEN, Jakarta, 2013.
- [4] "Manual Alat Dosimeter Perorangan TLD UD200S," Panasonic,.
- [5] "Manual Alat Dosimeter Saku PDM 112 dan PDM 122," Hitachi Aloka Medical, Ltd.,.
- [6] "International Basic Safety Standards for Protection againts Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources," IAEA, Vienna, Safety Series No. 115 1996.
- [7] "Occupational Radiation Protection," IAEA, Vienna, Safety Standards Series No. RS-G-1.1 1999.
- [8] "Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: General Safety Requirements Part 3 No. GSR Part 3," IAEA, Vienna, Safety Standards 2014.
- [9] "Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources," IAEA, Vienna, Safety Series No. 120 1996.