

## PENERAPAN TINGKAT KLIRENS PADA LIMBAH RADIOAKTIF PADAT TERKOMPAKSI DI PTKMR-BATAN

Suhaedi Muhammad, Susyati, Eti Hartati,

Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi-BATAN, Kawasan Nuklir Pasar Jumat  
email : [Suhaedi.muhammad62@gmail.com](mailto:Suhaedi.muhammad62@gmail.com)

### ABSTRAK

PENERAPAN TINGKAT KLIRENS PADA LIMBAH RADIOAKTIF PADAT TERKOMPAKSI DI PTKMR-BATAN. Kegiatan penelitian dan pengembangan (litbang) Kedokteran Nuklir diagnostik *in vivo* di Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi – Badan Tenaga Nuklir Nasional (PTKMR-BATAN) menghasilkan limbah radioaktif berumur-paruh sangat pendek bentuk padat terbakar, padat terkompaksi dan cair. Dalam rangka mengelola limbah radioaktif bentuk padat terkompaksi, pihak pemegang izin (PI) dapat menerapkan peraturan tentang tingkat klirens sebagaimana tercantum pada Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 16 Tahun 2012 tentang Tingkat Klirens. Tingkat Klirens adalah nilai (dinyatakan dalam konsentrasi radioaktivitas, Bq/g) yang ditetapkan oleh BAPETEN, dimana pada atau di bawah nilai tersebut limbah radioaktif baik dalam bentuk zat radioaktif sumber terbuka maupun bentuk material terkontaminasi dan/atau teraktivasi dapat dibebaskan dari pengawasan BAPETEN. Tujuan penerapan tingkat klirens di sini dimaksudkan untuk memastikan bahwa limbah padat terkompaksi yang dihasilkan dari pelaksanaan kegiatan kelompok litbang kedokteran nuklir diagnostik *in-vivo* di PTKMR-BATAN termasuk dalam kategori limbah radioaktif ataukah termasuk limbah biasa. Untuk itu telah dilakukan pengukuran radioaktivitas (yang dilanjutkan dengan penghitungan konsentrasi radioaktivitas) dan penerapan tingkat klirens pada limbah radioaktif bentuk padat terkompaksi berupa semprit (*syringe*) yang terkontaminasi radionuklida Tc-99m. Dari pengukuran dan penghitungan diketahui bahwa konsentrasi radioaktivitas semprit berada dibawah tingkat klirens yang ditetapkan pada lampiran I Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 16 Tahun 2012 untuk radionuklida Tc-99m yaitu 100 Bq/g. Dengan demikian, semprit yang telah memenuhi kriteria untuk klirens tersebut dapat dikelola bukan sebagai limbah radioaktif tetapi sebagai limbah infeksius pada umumnya.

Kata Kunci : penerapan tingkat klirens, limbah radioaktif padat terkompaksi

### ABSTRACT

*APPLICATION OF CLEARANCE LEVEL IN SOLID COMPACTED RADIOACTIVE WASTE AT PTKMR-BATAN. In vivo diagnostic nuclear medicine research and development (R&D) activities at Center for Technology of Radiation Safety and Metrology - National Nuclear Energy Agency (PTKMR-BATAN) produces very short-lived radioactive waste in the form of solid burnt, solid compacted and liquid. In managing of solid compacted radioactive waste, the licensee (PI) may apply the regulation on clearance level as stated in the Regulation of the Head of Nuclear Energy Regulatory Agency (BAPETEN) Number 16 Year 2012 on the Level of Clearance. The level of clearance is the value (expressed in concentrations of radioactivity, Bq/g) determined by BAPETEN, where at or below the value of the radioactive waste either in the form of an open source or contaminated and/or activated material could be exempt from BAPETEN control. The objectives of the application of the level of clearance here are to ensure that compacted solid waste resulting from the implementation of in-vivo diagnostic nuclear research R & D activities in PTKMR-BATAN is included in the category of radioactive waste or belonging to ordinary waste. Radioactivity measurements (followed by calculation of radioactivity concentration) and application of clearance level have been performed on solid compacted radioactive waste in the form of contaminated syringe of Tc-99m radionuclide. From measurement and calculation, it is known that the radioactivity concentration of syringe is below the clearance level specified in Attachment I of Regulation of Head of BAPETEN Number 16 Year 2012 for Tc-99m radionuclide of 100 Bq/g. Thus, the syringe that meets the criteria for clearance can be managed not as radioactive waste but as infectious waste in general.*

Keywords : application of clearance level, solid compacted radioactive waste

### PENDAHULUAN

Pusat Teknologi Keselamatan Dan Metrologi Radiasi – Badan Tenaga Nuklir Nasional (PTKMR-BATAN) berdasarkan Peraturan Kepala BATAN Nomor 14 Tahun 2013 tentang Organisasi Dan Tata Kerja BATAN adalah salah satu unit yang ada di lingkungan BATAN yang memiliki tugas membuat perumusan dan pengendalian kebijakan teknis,

pelaksanaan, dan pembinaan dan bimbingan di bidang penelitian dan pengembangan di bidang radioekologi, teknik nuklir kedokteran dan biologi radiasi, keselamatan kerja dan dosimetri dan metrologi radiasi [1].

Pelaksanaan kegiatan penelitian dan pengembangan (litbang) bidang teknik nuklir kedokteran dan biologi radiasi khususnya kelompok litbang kedokteran nuklir diagnostik *in-vivo*, menghasilkan limbah radioaktif berumur

paruh sangat pendek dalam bentuk padat terbakar, padat terkompaksi dan cair.

Guna menjamin keselamatan dan kesehatan baik bagi manusia maupun lingkungan, maka di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahun 2013 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif pasal 21 disebutkan bahwa : Penghasil Limbah Radioaktif wajib melakukan pengumpulan dan pengelompokan zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan. Sedangkan di dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Nomor 8 tahun 2016 tentang Pengolahan Limbah Radioaktif Tingkat Rendah Dan Tingkat Sedang disebutkan bahwa Penghasil Limbah wajib melakukan prapengolahan, penyimpanan sementara dan pengiriman [2,3].

Dalam rangka mengelola limbah radioaktif yang dihasilkan oleh kegiatan kelompok litbang kedokteran nuklir diagnostik *in-vivo* di PTKMR-BATAN, khususnya limbah radioaktif padat terkompaksi, pihak pemegang izin (PI) dapat menerapkan peraturan tentang tingkat klierens sebagaimana tercantum pada Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 16 Tahun 2012 tentang Tingkat Klierens [4].

Dengan diterapkannya tingkat klierens ini maka diharapkan dapat diketahui apakah limbah padat terkompaksi yang dihasilkan dari pelaksanaan kegiatan kelompok litbang kedokteran nuklir diagnostik *in-vivo* di PTKMR-BATAN termasuk dalam kategori limbah radioaktif ataukah termasuk limbah biasa. Sudah barang tentu limbah padat terkompaksi ini tidak boleh secara sembarangan dibuang ke lingkungan meskipun permohonan penetapan tingkat klierens telah disetujui oleh Kepala BAPETEN.

## METODOLOGI

### Bahan dan peralatan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penerapan tingkat klierens untuk bahan terkontaminasi kategori padat terkompaksi yang dihasilkan dari pelaksanaan kegiatan kelompok litbang kedokteran nuklir diagnostik *in-vivo* di PTKMR-BATAN ini terdiri dari :

1. Sarung tangan karet (*hand gloves*).
2. Masker 3M.
3. Tutup Kepala.
4. Monitor personil (TLD-badge).
5. Kertas whatman-41
6. Kantong plastik zicklock.
7. *Multy Channel Analyzer* (MCA).
8. Surveymeter raduiasi gamma.
9. Pinset.
10. Planset.

11. Kantong plastik limbah.

### Metode

Metode yang digunakan dalam penentuan tingkat klierens untuk bahan terkontaminasi kategori padat terkompaksi yang yang dihasilkan dari pelaksanaan kegiatan kelompok litbang kedokteran nuklir diagnostik *in-vivo* di PTKMR-BATAN adalah metode eksperimen yang terdiri dari :

1. Pengukuran laju paparan radiasi.
2. Penimbangan berat syringe.
3. Tes usap dengan menggunakan kertas whatman-41.
4. Pencacahan hasil tes usap dengan menggunakan *Multy Channel Analyzer* (MCA).
5. Penentuan aktivitas.
6. Penentuan konsentrasi aktivitas.
7. Perbandingan nilai konsentrasi aktivitas dengan nilai klierens yang ditetapkan oleh BAPETEN.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengambilan Bahan Terkontaminasi Kategori Padat Terkompaksi Dari Daerah Kerja ( Ruang Teknik Nuklir Kedokteran).

Telah dilakukan pengambilan bahan terkontaminasi kategori padat terkompaksi dalam bentuk semprit (*syringe*) dari ruang Teknik Nuklir Kedokteran (TNK) pada tanggal 22 September 2015 dengan hasil sebagai berikut [5] :

1. Banyaknya limbah yang diambil : 1(satu) kardus berisi 150 buah *syringe*
2. Berat total limbah : 4(empat) kg
3. Zat kontaminan : Tc-99m
4. Laju paparan radiasi latar : 0,045  $\mu\text{Sv/jam}$
5. Laju paparan radiasi permukaan kardus : 165,7  $\mu\text{Sv/jam}$

### Penentuan Berat, Luas Permukaan Dan Laju Paparan Radiasi Pada *Syringe*.

Untuk keperluan penentuan konsentrasi aktivitas dari masing-masing *syringe*, dari total 150 buah semprit (*syringe*) diambil sebanyak 10 (sepuluh) buah semprit (*syringe*) dengan laju paparan radasi yang terbesar. Sebelum menentukan nilai konsentrasi aktivitas dari masing-masing semprit (*syringe*) terlebih dahulu dilakukan penimbangan berat semprit (*syringe*) pengukuran luas permukaan semprit (*syringe*) dan pengukuran laju paparan radiasi pada masing-masing permukaan semprit (*syringe*) . Penimbangan berat dan pengukuran luas permukaan semprit (*syringe*) dilakukan dengan

menggunakan semprit (*syringe*) yang tidak terkontaminasi dengan spesifikasi yang sama. Pengukuran telah dilakukan pada tanggal 17

November 2015 dengan hasil secara lengkap diberikan pada Tabel 1 [5].

Tabel 1. Berat, Luas Permukaan Dan Laju Paparan Radiasi Pada semprit (*syringe*)

No.	Identitas Syringe	Berat Syringe (gram)	Luas Permukaan Syringe (cm <sup>2</sup> )	Laju Paparan Radiasi (uSv/j)		Jenis Isotop
				Latar	Hasil	
01.	Syringe 1	20	19,5	0,045	0,055	Tc-99m
02.	Syringe 2	20	19,5	0,045	0,095	Tc-99m
03.	Syringe 3	20	19,5	0,045	0,085	Tc-99m
04.	Syringe 4	20	19,5	0,045	0,075	Tc-99m
05.	Syringe 5	20	19,5	0,045	0,155	Tc-99m
06.	Syringe 6	20	19,5	0,045	0,055	Tc-99m
07.	Syringe 7	20	19,5	0,045	0,065	Tc-99m
08.	Syringe 8	20	19,5	0,045	0,085	Tc-99m
09.	Syringe 9	20	19,5	0,045	0,165	Tc-99m
10.	Syringe10	20	19,5	0,045	0,075	Tc-99m

#### Penentuan Konsentrasi Aktivitas Syringe

Penentuan nilai konsentrasi aktivitas dari masing-masing semprit (*syringe*) dilakukan dengan tes usap pada permukaan bagian luar dan dalam *syringe* menggunakan kertas wathman-41

kemudian hasilnya dicacah dengan menggunakan MCA. Hasil penentuan konsentrasi aktivitas dari masing-masing semprit (*syringe*) secara lengkap diberikan pada Tabel 2 [5].

Tabel 2. Konsentrasi Aktivitas Untuk Masing-Masing Semprit (*syringe*)

No.	Identitas Syringe	Berat Syringe (gram)	Laju Paparan Radiasi (uSv/j)		Jenis Isotop	Aktivitas (Bq)	Konsentrasi Aktivitas (Bq/gram)
			Latar	Hasil			
01.	Syringe 1	20	0,045	0,055	Tc-99m	1,853	0,0927
02.	Syringe 2	20	0,045	0,095	Tc-99m	4,563	0,2282
03.	Syringe 3	20	0,045	0,085	Tc-99m	3,608	0,1804
04.	Syringe 4	20	0,045	0,075	Tc-99m	4,797	0,2399
05.	Syringe 5	20	0,045	0,155	Tc-99m	8,892	0,4446
06.	Syringe 6	20	0,045	0,055	Tc-99m	2,886	0,1445
07.	Syringe 7	20	0,045	0,065	Tc-99m	4,836	0,2418
08.	Syringe 8	20	0,045	0,085	Tc-99m	4,836	0,2418
09.	Syringe 9	20	0,045	0,165	Tc-99m	5,538	0,2769
10.	Syringe10	20	0,045	0,075	Tc-99m	4,758	0,2379

#### Penentuan Nilai Klierens

Mengacu pada Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 16 Tahun 2012 tentang Tingkat Klierens, penentuan nilai klierens untuk bahan terkontaminasi kategori padat terkompaksi seperti semprit (*syringe*) dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Pemantauan laju paparan radiasi pada permukaan dan jarak satu meter.
2. Pemantauan dilakukan dengan menggunakan surveymeter radiasi gamma dalam satuan mR/jam atau uSv/jam.

3. Penentuan konsentrasi aktivitas dan kuantitas radionuklida.

4. Untuk menentukan konsentrasi aktivitas dan kuantitas radionuklida yang ada pada bahan terkontaminasi kategori padat terkompaksi seperti semprit (*syringe*) ini, dapat ditentukan dengan cara :

- a. Tes usap pada permukaan bagian luar dan dalam semprit (*syringe*) dengan menggunakan kertas saring whatman-41 kemudian hasilnya dicacah

dengan alat cacah gamma dimana hasil yang diperoleh dalam bentuk nilai tingkat kontaminasi permukaan dengan satuan Bq/cm<sup>2</sup>.

- b. Bahan terkontaminasi ditimbang beratnya kemudian dilakukan tes usap pada permukaan bagian dalam semprit (*syringe*) dengan menggunakan kertas saring whatman-41 kemudian hasilnya dicacah dengan menggunakan

*Multy Channel Analyzer* (MCA) sehingga diperoleh jenis radionuklida dan konsentrasinya dalam satuan Bq/gram.

Berdasarkan ketentuan tersebut di atas dan dari hasil pengukuran konsentrasi aktivitas semprit (*syringe*) selanjutnya dibandingkan dengan nilai klierens yang ditetapkan di dalam Lampiran I Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 16 Tahun 2012. Hasilnya secara lengkap diberikan pada Tabel 3 [5].

Tabel 3. Perbandingan Nilai Konsentrasi Aktivitas

No.	Identitas Syringe	Berat Syringe ( gram)	Laju Paparan Radiasi ( uSv/j)		Jenis Isotop	Konsentrasi Aktivitas ( Bq/gram)	
			Latar	Hasil		Hasil Pengukuran	Batas Yang Ditetapkan
01.	Syringe 1	20	0,045	0,055	Tc-99m	0,0927	100
02.	Syringe 2	20	0,045	0,095	Tc-99m	0,2282	100
03.	Syringe 3	20	0,045	0,085	Tc-99m	0,1804	100
04.	Syringe 4	20	0,045	0,075	Tc-99m	0,2399	100
05.	Syringe 5	20	0,045	0,155	Tc-99m	0,4446	100
06.	Syringe 6	20	0,045	0,055	Tc-99m	0,1445	100
07.	Syringe 7	20	0,045	0,065	Tc-99m	0,2418	100
08.	Syringe 8	20	0,045	0,085	Tc-99m	0,2418	100
09.	Syringe 9	20	0,045	0,165	Tc-99m	0,2769	100
10.	Syringe10	20	0,045	0,075	Tc-99m	0,2379	100

Dari Tabel 3 di atas, dapat dilihat bahwa :

1. Nilai laju paparan radiasi pada masing-masing permukaan semprit (*syringe*) relatif sangat kecil sehingga tidak akan mengakibatkan adanya penerimaan dosis yang lebih besar dari 1 mSv/tahun.
2. Nilai rata-ran konsentrasi aktivitas semprit (*syringe*) nilainya relatif sangat kecil ( $0,2329 \pm 0,0926$  Bq/g) bila dibandingkan dengan nilai klierens yang ditetapkan di dalam lampiran I Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 16 Tahun 2012 ( 100 Bq/g) .

Berdasarkan uraian tersebut di atas, karena nilai klierens dari masing-masing semprit (*syringe*) relatif sangat kecil bila dibandingkan dengan yang ditetapkan oleh Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 16 Tahun 2012, maka semprit (*syringe*) tersebut dibebaskan dari pengawasan BAPETEN.

#### Penetapan Nilai Klierens

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi aktivitas untuk semprit (*syringe*) dengan zat kontaminan Tc-99m dan dengan mengacu pada

lampiran I Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 16 Tahun 2012, maka dapat ditetapkan nilai klierens untuk zat kontaminan Tc-99m paling besar 10% dari nilai klierens yang ditetapkan oleh BAPETEN.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan uraian tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai laju paparan radiasi pada masing-masing permukaan semprit (*syringe*) relatif sangat kecil sehingga tidak akan mengakibatkan adanya penerimaan dosis yang lebih besar dari 1 mSv/tahun. Begitupun nilai rata-ran konsentrasi aktivitas semprit (*syringe*) ( $0,2329 \pm 0,0926$  Bq/g) relatif sangat kecil bila dibandingkan dengan nilai klierens yang ditetapkan di dalam lampiran I Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 16 Tahun 2012 ( 100 Bq/g). Berdasarkan hasil pengukuran ini dapat diusulkan nilai klierens untuk zat kontaminan Tc-99m dapat ditetapkan paling besar 10% dari nilai klierens yang ditetapkan oleh BAPETEN dan limbah padat terkompaksi berupa semprit/*syringe* dapat dibebaskan dari pengawasan BAPETEN.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Tenaga Nuklir Nasional, Peraturan Kepala BATAN Nomor 14 Tahun 2013 tentang Organisasi Dan Tata Kerja BATAN, Jakarta, 2013.
2. Sekretariat Negara, Peraturan Pemerintah No. 61 Tahun 2013 Tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif, Jakarta, 2002.
3. Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2016 tentang Pengolahan Limbah Radioaktif Tingkat Rendah dan Tingkat Sedang, Jakarta, 2016.
4. Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Peraturan Kepala BAPETEN nomor 16 Tahun 2012 tentang Tingkat Klirens, Jakarta, 2012.
5. Pusat Teknologi Keselamatan Dan Metrologi Radiasi, Laporan Hasil Penanganan Limbah Radioaktif Periode 2015, Jakarta, 2015.