

PENGELOLAAN LIMBAH RADIOAKTIF HASIL DEKONTAMINASI DI INSTALASI PRODUKSI RADIOISOTOP PASKA BERHENTI OPERASI

Suhaedi Muhammad¹, Nazaroh², Rr. Djarwanti, RPS³

^{1,2}Pusat Teknologi Keselamatan Dan Metrologi Radiasi, Kawasan Nuklir Pasar Jum'at

³Pusat Teknologi Radioisotop Dan Radiofarmaka, Kawasan Nuklir Serpong

E-mail : suhaedi.muhammad62@gmail.com

ABSTRAK

PENGELOLAAN LIMBAH RADIOAKTIF HASIL DEKONTAMINASI DI INSTALASI PRODUKSI RADIOISOTOP PASKA BERHENTI OPERASI. Instalasi produksi radioisotop dan radiofarmaka (IPRR) merupakan salah satu instalasi yang dalam kegiatan operasinya dapat menimbulkan dampak radiologi tinggi. Instalasi ini jika terlalu lama tidak melakukan kegiatan operasi akibat adanya kerusakan baik pada sistem VAC maupun kerusakan sistem filtrasi dapat mengakibatkan terjadinya dampak radiologi baik bagi masyarakat maupun lingkungan sekitar instalasi. Untuk mencegah terjadinya gangguan kesehatan, maka pihak pemegang izin (PI) bertanggungjawab untuk melakukan perbaikan sistem VAC, sistem filtrasi dan melakukan dekontaminasi daerah kerja secara menyeluruh. Kegiatan dekontaminasi daerah kerja di IPRR secara menyeluruh paska berhenti beroperasi akan menghasilkan banyak limbah radioaktif baik padat terbakar, padat terkompaksi, padat tak terbakar dan tak terkompaksi maupun cair. Untuk itu diperlukan pengelolaan secara dan benar sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahun 2013 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif. Kegiatan pengelolaan limbah radioaktif yang diperlukan meliputi penyediaan sarana dan perlengkapan, penempatan wadah penampung limbah radioaktif, inventarisasi dan pengumpulan limbah radioaktif, reduksi volume limbah radioaktif, pewadahan limbah radioaktif dan pelabelan, penyimpanan sementara dan pengiriman limbah radioaktif. Selanjutnya untuk mengetahui seberapa besar dampak radiologi yang dialami oleh pekerja radiasi yang melakukan kegiatan pengelolaan limbah, PI dapat memperkirakan besarnya dosis yang diterima oleh pekerja radiasi tanpa harus menunggu hasil evaluasi TLD-badge. Sedangkan untuk mengetahui ada tidaknya kontaminasi interna dilakukan pemeriksaan dengan menggunakan *whole body counter* (WBC). Pemeriksaan WBC ini difokuskan pada ada tidaknya aktivitas I-131 dan Cs-137 di dalam tubuh pekerja radiasi.

Kata Kunci : dekontaminasi, pengelolaan, limbah radioaktif

ABSTRACT

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT, AS A RESULT OF DECONTAMINATION OF INSTALLATION OF RADIOISOTOPE AND RADIOPHARMACEUTICALS AFTER POST OPERATION. Currently, Installation of Production of Radioisotopes and Radiopharmaceuticals (IPRR) not conduct operations due to damage to the VAC and filtration systems. IPRR is one of the installation which in its operations can lead to high radiological consequences. To prevent radiological consequences and health problems to workers and the surrounding communities, a license holder (PI) must repair VAC and filtration systems, conduct decontamination work area and perform waste management. Decontamination activities will produce solid radioactive waste, compacted solid, solid unburned and non compacted and liquid radioactive waste. Waste management should be in accordance with Government Regulation No. 61 Year 2013 on the Management of Radioactive Waste. In the radioactive waste management required the provision of facilities and equipment, the placement of radioactive waste container vessel, inventory and collection of radioactive waste, radioactive waste volume reduction, measurement of exposure and contamination, labeling, temporary storage and shipment of radioactive waste to PTLR-BATAN. To anticipate the radiological impact on the radiation workers who perform decontamination and waste management, PI should apply management doses. To determine the internal contamination in the radiation workers, the PI must check the radiation worker using Whole Body Counter (WBC).

Keywords: decontamination, management, radioactive waste

PENDAHULUAN

Instalasi produksi radioisotop dan radiofarmaka (IPRR) yang sudah lama tidak beroperasi dengan kondisi sistem VAC dan sistem filtrasi yang mengalami kerusakan dapat mengakibatkan terjadinya dampak radiologi yang berkepanjangan. Dampak radiologi yang

dimaksud dapat berupa laju paparan radiasi, kontaminasi udara dan kontaminasi permukaan.

Untuk mencegah terjadinya gangguan kesehatan baik bagi masyarakat maupun lingkungan sekitar maka pihak pemegang izin berkewajiban melakukan serangkaian perbaikan baik sistem VAC maupun sistem filtrasi dan dekontaminasi daerah kerja di IPRR secara

menyeluruh. Dekontaminasi daerah kerja secara menyeluruh di sini mencakup daerah kerja radioisotop, daerah kerja radiofarmaka, daerah kerja kendali kualitas, daerah kerja pengemasan dan daerah kerja penunjang.

Dekontaminasi daerah kerja di IPRR secara menyeluruh ini akan menghasilkan berbagai jenis limbah radioaktif baik padat terbakar, padat terkompaksi, padat tak terbakar dan tak terkompaksi maupun cair.

Agar limbah radioaktif yang dihasilkan dari kegiatan dekontaminasi di IPRR paska berhenti operasi ini tidak menimbulkan dampak radiologi baik bagi pekerja, masyarakat sekitar maupun lingkungan maka harus dikelola dengan baik sesuai dengan ketentuan pengelolaan limbah radioaktif serta sesuai dengan ketentuan proteksi dan keselamatan radiasi.

Lingkup kegiatan pengelolaan limbah radioaktif yang dihasilkan dari kegiatan dekontaminasi di IPRR paska berhenti operasi ini di dalamnya meliputi : penyiapan sarana dan perlengkapan, penempatan wadah penampung limbah, inventarisasi dan pengumpulan limbah, reduksi volume limbah, pewadahan limbah, penyimpanan sementara dan pengiriman limbah. Selanjutnya untuk mengetahui seberapa besarnya dampak radiologi yang akan dialami oleh para pekerja radiasi perlu dibuat perkiraan besarnya dosis yang diterima dan dilakukannya pemeriksaan dosis interna melalui pemeriksaan *whole Body Counting (WBC)*.

METODOLOGI

Bahan dan peralatan yang digunakan untuk pelaksanaan kegiatan pengelolaan limbah radioaktif yang dihasilkan dari kegiatan dekontaminasi di IPRR paska berhenti operasi ini terdiri dari : perlengkapan proteksi radiasi personil, sarana untuk penampungan limbah (drum ukuran 100 liter, kantong plastik limbah, tangki penampungan limbah dan jerigen), sarana dan perlengkapan untuk pemeriksaan kontaminasi permukaan wadah limbah, label pengiriman wadah limbah, surveymeter radiasi, sarana dan perlengkapan untuk penyimpanan sementara dan sarana serta perlengkapan untuk pengiriman limbah.

Sedangkan metode yang digunakan adalah :

1. Inventarisasi dan kategorisasi jenis limbah radioaktif.
2. Pengukuran laju paparan radiasi.
3. Reduksi volume limbah radioaktif.
4. Pewadahan limbah radioaktif.
5. Pelabelan wadah limbah radioaktif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

JENIS DAN ASAL LIMBAH RADIOAKTIF HASIL DEKONTAMINASI

Pelaksanaan kegiatan dekontaminasi daerah kerja di lingkungan IPRR secara menyeluruh paska berhenti beroperasi akan menghasilkan banyak limbah radioaktif sesuai dengan jenis dan kategori limbah sebagai berikut :

1. Limbah hasil dekontaminasi daerah kerja radioisotop, terdiri dari :
 - a. Berasal dari lorong depan dan belakang ruang keselamatan berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas rendah, air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas rendah.
 - b. Berasal dari ruang ganti pakaian radioisotop berupa *shoe cover* dan/atau sepatu lab, masker, tutup kepala, jas lab dan *coverall* dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas sedang dan tinggi.
 - c. Berasal dari ruang *Gallery Hot Cell* dan ruang penyiapan bahan baku berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas rendah dan sedang, air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas rendah dan sedang.
 - d. Berasal dari ruang analisa sampel berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas sedang, air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas sedang.
 - e. Berasal dari ruang *Hot Cell Service Area* dan *Truck-bay* berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas tinggi serta air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas tinggi.
 - f. Berasal dari lorong antara ruang *Gallery Hot Cell* dan ruang perakitan *Generator Tc-99m* berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas rendah, air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas rendah.
 - g. Berasal dari ruang penyiapan target uranium dan ruang perbaikan sistem *master slave manipulator* berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas rendah, air hasil

- dekontaminasi dengan kategori aktivitas rendah.
- h. Berasal dari lorong antara ruang penyiapan target uranium dan ruang perbaikan sistem *master slave manipulator* berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas rendah, air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas rendah.
 - i. Berasal dari ruang produksi Fosfor-32 berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas tinggi serta air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas tinggi.
 - j. Berasal dari lorong bagian belakang ruang produksi Fosfor-32 berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas rendah serta air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas rendah.
2. Limbah hasil dekontaminasi daerah kerja radiofarmaka, terdiri dari :
- a. Berasal dari lorong depan ruang ganti pakaian radiofarmaka berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas rendah, air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas rendah.
 - b. Berasal dari ruang penyiapan komponen dan bahan baku berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas rendah, air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas rendah.
 - c. Berasal dari ruang perakitan *Generator Tc-99m* berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas rendah dan sedang, air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas rendah dan sedang.
 - d. Berasal dari ruang bagian belakang *Hot Cell Generator Tc-99m* berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas tinggi serta air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas tinggi.
 - e. Berasal dari ruang produksi senyawa bertanda berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas sedang dan tinggi serta air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas sedang dan tinggi.
 - f. Berasal dari ruang pengemasan produk radiofarmakaberupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas rendah dan sedang, air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas rendah dan sedang.
 - g. Berasal dari ruang pembongkaran *Generator Tc-99m* berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas sedang dan tinggi serta air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas sedang dan tinggi.
3. Limbah hasil dekontaminasi daerah kerja kendali kualitas, terdiri dari :
- a. Berasal dari lorong depan ruang pemeriksaan kualitas produk radioisotope dan radiofarmaka berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas rendah, air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas rendah.
 - b. Berasal dari ruang pemeriksaan kualitas produk radioisotop dan radiofarmaka berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas tinggi serta air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas tinggi.
 - c. Berasal dari lorong depan ruang kamera gamma berupa bahan dekontaminasi dan kertas filter hasil tes usap dengan kategori padat terbakar dan kategori aktivitas rendah, air hasil dekontaminasi dengan kategori aktivitas rendah.

PENYIAPAN SARANA DAN PERLENGKAPAN

Pengelolaan limbah radioaktif hasil dekontaminasi daerah kerja di IPRR memerlukan sarana dan perlengkapan yang minimal terdiri dari [1,2] :

1. Perlengkapan kerja dan perlengkapan proteksi radiasi personil seperti jas lab, baju apron, shoe cover atau sepatu lab, sarung tangan, masker (masker 3M dan/atau fullface), tutup kepala, kacamata timbal (Pb) dan perlengkapan lain yang diperlukan.
2. Monitor personil (*TLD-badge* dan atau *pocket dosimeter*).
3. *Surveymeter* radiasi dan *surveymeter* kontaminasi.
4. Drum ukuran 100 liter dengan tutup menggunakan sistem pengunci (ring).

5. Kantong plastik limbah untuk melapisi bagian dalam drum ukuran 100 liter.
6. Jerigen tahan asam untuk penyimpanan limbah radioaktif cair.
7. Tangki untuk menampung limbah cair hasil dekontaminasi.
8. Ruang tempat penyimpanan sementara limbah radioaktif.
9. *Shielding* radiasi dapat berupa lembaran Pb atau batu bata Pb (*leadbreak*).
10. Tang penjepit
11. Rambu-rambu radiasi, tiang statif dan rantai kuning.
12. Label kategori limbah .
13. Label pengiriman limbah.

Sarana dan perlengkapan tersebut di atas harus sudah dipastikan secara lengkap sebelum kegiatan penanganan limbah radioaktif dimulai. Khusus untuk drum ukuran 100 liter, bagian dalamnya terlebih dahulu dilapisi dengan kantong plastik limbah dimana masing-masing drum sudah diberi identitas sesuai dengan kategori limbah radioaktif yang akan ditampung (padat terbakar, padat terkompaksi serta padat tak terbakar dan tak terkompaksi).

PENEMPATAN WADAH PENAMPUNGAN LIMBAH RADIOAKTIF

Untuk memudahkan kegiatan penanganan limbah radioaktif, sebelum kegiatan

dekontaminasi daerah kerja dilakukan, wadah tempat penampungan limbah radioaktif terlebih dahulu sudah harus ditempatkan di lokasi yang telah ditentukan di daerah kerja yang akan didekontaminasi.

INVENTARISASI DAN PENGUMPULAN LIMBAH RADIOAKTIF

Limbah radioaktif yang dihasilkan dari pelaksanaan kegiatan dekontaminasi daerah kerja di IPRR yang sudah tertampung di dalam wadah limbah terlebih dahulu harus dicek apakah penampungannya sudah sesuai dengan kategori limbahnya atau belum. Apabila masih ada limbah yang tercampur, terlebih dahulu harus disortir dan harus dimasukkan ke dalam wadah limbah sesuai dengan kategorinya. Sedangkan untuk limbah cair hasil dekontaminasi tertampung di dalam tangki limbah radioaktif dan jerigen 20 liter.

Limbah radioaktif yang sudah terkumpul di dalam wadah sesuai dengan kategorinya dipindahkan ke ruang *truchbay* yang lantainya sudah dilapisi dengan plastik lembaran guna dilakukan penanganan lebih lanjut.

Contoh hasil inventarisasi dan pengumpulan limbah radioaktif hasil dekontaminasi diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh Hasil Inventarisasi Dan Pengumpulan Limbah Radioaktif

No.	Asal Limbah	Inventarisasi Dan Pengumpulan Limbah			
		Limbah Padat Terbakar	Limbah Padat Terkompaksi	Limbah Padat Tak terbakar dan tak terkompaksi	Limbah Cair
01. Daerah Radioisotop					
01.	Loby depan	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Jerigen 20 L
02.	Lorong depan R-33	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Jerigen 20 L
03.	Lorong belakang R-33	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Jerigen 20 L
04.	Change room RI	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Tangki limbah
05.	<i>Gallery Hot Cell</i>	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
06.	Analisa sampel	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
07.	Penyiapan bahan	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
08.	<i>Hot Cell Service Area</i>	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
09.	Lorong <i>plating</i>	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Tangki limbah
10.	Lorong Analisa U	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Tangki limbah
11.	Produksi P-32(R-28)	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
12.	Lorong depan R-28	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Tangki limbah
13.	<i>Truckbay</i>	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
02. Daerah Radiofarmaka					
01.	Lorong depan R-38	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Tangki limbah
02.	Change room RF	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Tangki limbah
03.	Ruang 39	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah

04.	Perakitan Generator	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
05.	Belakang HC Gen.Tc.	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
06.	Produksi SB	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
07.	Lorong 1 R-42&43	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Tangki limbah
08.	Lorong 2 R-42&43	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Tangki limbah
09.	Assembly Gen.Tc/R-41	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
10.	Depan R-41	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
11.	Pengemasan	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
12.	Lorong pengemasan	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Tangki limbah
13.	Gudang Generator Tc.	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
02. Daerah Kendali Kualitas					
01.	Lorong kendali kualitas	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Jerigen 20 L
02.	Ruang 53	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
03.	Ruang 54	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
04.	Ruang 55	Drum 100 L	Drum 100 L	Drum 100 L	Tangki limbah
05.	Lorong kandang	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Jerigen 20 L
06.	Lorong gamma camera	Drum 100 L	Drum 100 L	-	Jerigen 20 L

REDUKSI VOLUME LIMBAH RADIOAKTIF

Agar pengiriman limbah radioaktif dapat dilakukan secara efektif dan optimal, limbah yang sudah tertampung di dalam wadah dilakukan reduksi volume dengan cara sebagai berikut [1,2] :

1. Untuk limbah padat terbakar, reduksi volume dilakukan dengan cara dimampatkan sehingga isinya benar-benar optimal.
2. Untuk limbah padat terkompaksi, reduksi volume dilakukan dengan cara dikompaksi dengan menggunakan alat kompaktor sehingga isinya benar-benar optimal.
3. Untuk limbah padat tak terbakar dan tak terkompaksi, reduksi volume dilakukan dengan cara diatur pewadahnya sedemikian hingga isinya benar-benar optimal.

PEWADAHAN, PELABELAN, PENGUKURAN LAJU PAPANAN RADIASI DAN PEMERIKSAAN KONTAMINASI PERMUKAAN

Wadah limbah (drum) yang telah berisi penuh limbah radioaktif baik padat terbakar, padat terkompaksi maupun padat tak terbakar dan tak terkompaksi sebelum ditutup rapat terlebih dahulu dilakukan :

1. Pengukuran laju paparan radiasi oleh petugas proteksi radiasi baik pada permukaan maupun pada jarak 1 meter dari permukaan. Bila nilai laju paparan radiasi pada permukaan wadah nilainya lebih dari 200 mR/jam, maka limbah

yang ada di dalam wadah harus dikurangi sampai laju paparan radiasi pada permukaan wadahnya kurang dari 200 mR/jam. Setelah itu wadah limbah ditutup rapat dengan sistem kunci (ring). Begitupun untuk limbah radioaktif cair yang ada di dalam jerigen.

2. Tes usap pada permukaan wadah (bagian samping dan bagian tutup). Jika nilai tingkat kontaminasinya melebihi 3,7 Bq/cm² maka wadah yang berisi limbah harus didekontaminasi sampai benar-benar aman.

Selanjutnya wadah yang berisi limbah radioaktif diberi label pada bagian sampingnya sesuai dengan ketentuan pengiriman limbah radioaktif ke PTLR-BATAN. Pada label pengiriman limbah radioaktif minimal berisi informasi : nomor identitas wadah limbah radioaktif, nama institusi pengirim limbah radioaktif, jenis dan kategori limbah radioaktif, nilai laju paparan radiasi baik pada permukaan wadah maupun pada jarak satu meter, tanggal pengukuran dan tandatangan PPR. Label ini harus terpasang dengan kuat sehingga tidak mudah lepas bila wadah yang berisi limbah radioaktif ini akan disimpan sementara di gudang limbah.

PENYIMPANAN SEMENTARA WADAH BERISI LIMBAH RADIOAKTIF

Jika wadah yang berisi limbah radioaktif tidak akan segera dikirim, maka harus disimpan sementara di tempat yang telah ditentukan yang tidak mengakibatkan terjadinya kontaminasi pada wadah limbah tersebut (dapat dilakukan di ruang *truckbay*).

Penempatan wadah limbah di dalam tempat penyimpanan sementara (*truckbay*) harus diatur sedemikian hingga nilai laju paparan radiasi pada permukaan dinding (yang menghadap gedung instalasi radiometalurgi) dan pintu (*rolling door*) tidak mengakibatkan adanya nilai dosis melebihi 1 mSv/tahun (nilai dosis untuk masyarakat umum).

ANALISA SAMPEL LIMBAH RADIOAKTIF CAIR

Sebelum dilakukan pengiriman limbah radioaktif cair, terlebih dahulu harus dilakukan pengambilan sampel limbah dari tangki penampungan untuk keperluan analisa guna mengetahui jenis dan kandungan aktivitas yang ada di dalam limbah tersebut. Analisa sampel limbah radioaktif cair dilakukan dengan menggunakan *Multy Channel Analyzer*(MCA).

PENGIRIMAN LIMBAH RADIOAKTIF

Pengiriman wadah yang berisi limbah radioaktif hasil dekontaminasi daerah kerja di IPRR paska berhenti beroperasi harus mengikuti ketentuan pengiriman limbah radioaktif

sebagaimana yang ditetapkan di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahu 2013 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif. Pihak pemegang izin terlebih dahulu harus mengirim surat secara resmi kepada Kepala Pusat Teknologi (PTLR) perihal rencana pengiriman limbah radioaktif dengan menyebutkan jenis dan jumlah limbah yang akan dikirim serta tanggal pelaksanaan pengirimannya. Mengingat pengiriman limbah radioaktif ke PTLR dilakukan di dalam lingkungan pagar kuning, maka tidak diperlukan persetujuan pengiriman zat radioaktif dari BAPETEN [3].

PERKIRAAN PENERIMAAN NILAI DOSIS

Untuk mengetahui seberapa besar dampak radiologi yang dialami oleh para pekerja yang terlibat di dalam kegiatan pengelolaan limbah radioaktif hasil dekontaminasi daerah kerja di IPRR paska berhenti beroperasi, PI harus menerapkan sistem manajemen penerimaan dosis. Besarnya nilai dosis eksterna yang diterima oleh pekerja radiasi selain dapat diketahui melalui hasil evaluasi TLD-badge juga dapat diperkirakan secara teoritis dengan menggunakan persamaan berikut [2] :

$$\text{Dosis} = \frac{\text{Waktu Kerja} \times \text{Paparan Radiasi}}{6000}$$

dimana dosis dalam satuan mSv, paparan radiasi dalam satuan mR/jam, waktu kerja dalam satuan menit serta 6000 merupakan faktor konversi dari mR ke mSv dan dari jam ke menit.

Contoh pencatatan perkiraan besarnya nilai dosis eksterna yang diterima oleh pekerja radiasi yang terlibat dalam kegiatan pengelolaan limbah radioaktif diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Contoh Pencatatan Perkiraan Penerimaan Dosis Eksterna

No.	Tahapan Kegiatan	Nama Personil	Waktu Kerja (Menit)	Laju Paparan (mR/jam)		Perkiraan Nilai Dosis (mSv)
				Latar	Hasil	
01.	Inventarisasi dan pengumpulan limbah radioaktif					
02.	Reduksi volume limbah radioaktif.					
03.	Pewadahan dan pelabelan.					
04.	Penyimpanan sementara.					
05.	Analisa sampel limbah cair					
06.	Pengiriman limbah.					

Pemegang izin disamping harus melakukan upaya perkiraan besarnya nilai dosis eksterna yang diterima oleh pekerja radiasi, juga harus menetapkan kebijakan bahwa semua pekerja radiasi yang terlibat dalam kegiatan pengelolaan limbah radioaktif harus menjalani pemantauan

dosis interna melalui pemeriksaan dengan menggunakan *whole body counter* (WBC).

Pemegang izin harus melakukan evaluasi terhadap hasil pemantauan dosis interna melalui pemeriksaan dengan WBC [2,4]:

1. Jika dari hasil pemeriksaan WBC ada pekerja radiasi yang menerima aktivitas

- I-131 sebesar 140 nCi, maka terhadap yang bersangkutan harus dilakukan tindakan lanjut sesuai ketentuan fisika kesehatan yakni harus meminum tablet Kalium Iodida tiga kali dalam sehari. Pekerja radiasi baru dinyatakan aman jika dari hasil pemeriksaan WBC nilai aktivitas I-131 nya kurang dari 70 nCi [2,.
2. Jika dari hasil pemeriksaan WBC ada pekerja radiasi yang menerima aktivitas Cs-137 sebesar 10 nCi, maka terhadap yang bersangkutan harus dilakukan tindakan lanjut sesuai ketentuan fisika kesehatan yakni harus meminum larutan *Frussian Blue* yang dicampur dengan 1 sendok air dengan dosis : mula-mula 1 gram, 4 jam kemudian 5 gram dan 4 jam berikutnya 5 gram lagi. Pekerja radiasi baru dinyatakan aman jika dari hasil pemeriksaan WBC nilai aktivitas Cs-137 nya kurang dari 1,5 nCi.

KESIMPULAN

Dari uraian tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa :

1. Kegiatan dekontaminasi daerah kerja di IPRR paska berhenti beroperasi akan menghasilkan banyak limbah radioaktif baik dalam bentuk padat terbakar, padat terkompaksi, padat tak terbakar dan tak terkompaksi maupun limbah radioaktif cair.
2. Dari beberapa daerah kerja yang ada di lingkungan IPRR, limbah yang berasal dari daerah dengan tingkat kontaminasi tinggi (baik padat terbakar, padat terkompaksi maupun cair) ternyata berasal dari ruang *Hot Cell Service Area*, ruang produksi P-32 (ruang 28), ruang *Truckbay*, ruang belakang *Hot Cell Generator Tc-99m*, ruang analisa kualitas produk (ruang 54) dan ruang pembongkaran *Generator Tc-99m*.
3. Kegiatan pengelolaan limbah radioaktif hasil dekontaminasi daerah kerja di IPRR paska berhenti beroperasi dapat menimbulkan dampak radiologi dalam bentuk penerimaan dosis radiasi eksternal dan internal. Untuk mengantisipasi adanya dampak radiologi yang diterima oleh pekerja radiasi, besarnya dosis eksternal yang diterima tidak harus menunggu hasil evaluasi TLD-badge tapi dapat diperkirakan secara teoritis yang berdasarkan pengalaman penulis yang telah melakukan kajian penerimaan dosis pekerja radiasi di IPRR penyimpangannya paling besar sekitar 5 % bila dibandingkan dengan hasil evaluasi TLD-badge.
4. Zat kontaminan yang ada di IPRR yang umumnya jadi penyebab kontaminasi internal bagi pekerja radiasi adalah I-131 dan Cs-137 sehingga evaluasi dosis internal difokuskan pada dua zat kontaminan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Medhi Physics, "Radioisotope and Radiopharmaceutical Production Intallation", USA, 1985.
2. Medhi Physics, "Health Physics ", USA, 1985.
3. Sekretariat Negara, "Peraturan Pemerintah No. 61 Tahun 2013 Tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif ", Jakarta, 2013.
4. Richmond, C.R., "Accelerating The Turnover of Internally Deposited Radiocaesium ", Diagnosis and Treatment of Deposited Radionuclides (Kornberger, H.A., Norwood, W.D., eds), Excerpta Medica Foundation, New York, (1968), 315.