

PENGELOLAAN LIMBAH RADIOAKTIF DAN BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DI INSTALASI ELEMEN BAKAR EKSPERIMENTAL (IEBE)

Sunardi, Susanto

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

ABSTRAK

Pengelolaan limbah radioaktif dan B3 di IEBE telah dilakukan. Limbah radioaktif dan B3 tersebut dihasilkan dari proses kegiatan penelitian dan pengembangan bahan bakar nuklir. Keberadaan limbah tersebut sangat membahayakan bagi pekerja, daerah kerja dan lingkungan, untuk itu perlu dilakukan pengelolaan yang baik. Tujuannya adalah agar keberadaan limbah radioaktif dan B3 di IEBE sampai dengan pengirimannya dapat dikelola dengan baik sehingga pekerja, daerah kerja dan lingkungan terbebas dari bahaya paparan kontaminasi dan radiasi yang berlebihan. Metode pengelolaan limbah radioaktif padat dan B3 dilakukan dengan cara: pengumpulan, pengelompokan, pengungkungan, kompaksi, pelabelan, penyimpanan dan pengiriman ke Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR). Sedangkan metode pengelolaan limbah cair adalah dengan cara dikumpulkan melewati pipa-pipa secara gravitasi ke penampung limbah, dilakukan sampling, dianalisa dan dikirimkan ke Pusat Pendayagunaan Informatika dan Kawasan Strategis Nuklir (PPIKSN) melalui Pantauan Buangan Terpadu (PBT). Selama tahun 2017 telah dilakukan pengemasan dan pengiriman limbah radioaktif padat sebanyak 16 drum ukuran 100 liter, dengan paparan permukaan tertinggi adalah 14,50 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ dan terendah adalah 0,16 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ dan sebanyak 5 drum belum dikirimkan ke Instalasi Pengelolaan Limbah Radioaktif (IPLR) karena masih dalam proses pengemasan. Untuk pengelolaan limbah radioaktif cair aktifitas rendah (DAWP), telah dilakukan pengiriman ke PPIKSN melalui Pantauan Buangan Terpadu (PBT) sebanyak 2 kali pengiriman. Pengiriman pertama dilakukan pada awal tahun 2017 sebanyak 35 m^3 dan pengiriman kedua dilakukan pada akhir tahun 2017 sebanyak 30 m^3 . Sedangkan untuk pengelolaan limbah B3 telah dilakukan pengiriman sebanyak 3 buah drum HDPE ukuran 150 liter dan 2 buah dus kemasan limbah B3.

Kata Kunci : Limbah, pengelolaan, radioaktif

PENDAHULUAN

Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) dan Bidang Uji Radiometalurgi (BUR) adalah laboratorium yang dikelola oleh Satker Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBBN). IEBE mempunyai tugas melaksanakan penelitian dan pengembangan (litbang) teknologi bahan bakar nuklir^[1]. Dalam melaksanakan kegiatan litbang bahan bakar nuklir, IEBE banyak menggunakan sumber radioaktif dan B3. Kegiatan tersebut dapat menimbulkan limbah yang mengandung zat radioaktif dan atau zat kimia dalam bentuk padat, cair maupun gas. Limbah tersebut banyak mengandung sejumlah radionuklida dan zat lain yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia maupun lingkungan, sehingga harus dikelola dengan baik. Tujuan dari pengelolaan limbah radioaktif dan B3 adalah agar pekerja, daerah kerja dan lingkungan dapat terhindar dari paparan radiasi dan atau kontaminasi yang berlebihan. Dasar hukum pengelolaan limbah radioaktif adalah Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2013^[2] tentang Pengelolaan

Limbah Radioaktif dan Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Nomor : 03/Ka-BAPETEN/V-99, tentang Ketentuan Keselamatan Untuk Pengelolaan Limbah Radioaktif^[3]. Sedangkan dasar hukum pengelolaan limbah B3 adalah Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014, tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun^[4]. Makalah ini membahas mengenai pengelolaan limbah radioaktif bentuk padat, cair, gas dan B3 di IEBE.

Limbah radioaktif padat terbentuk karena adanya kontaminasi zat radioaktif pada bahan yang dipakai untuk kegiatan di litbang IEBE yang tidak ekonomis untuk didekontaminasi namun dapat dimampatkan dan dibakar. Limbah padat umumnya terbentuk dari ruangan kerja yang dimasukkan ke dalam kotak limbah yang dilengkapi plastik warna kuning dan disimpan di ruang penyimpanan sementara limbah radioaktif. Limbah radioaktif padat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu limbah dapat bakar dan tidak dapat bakar. Limbah dapat bakar adalah limbah yang mudah terbakar seperti kertas merang, sarung tangan (kain atau karet), baju kerja, sepatu kerja, kertas filter, masker debu dan sebagainya. Limbah tidak dapat bakar adalah limbah yang sulit terbakar yaitu meliputi bahan-bahan dari logam. Data limbah tersebut dikelola oleh Bidang Keselamatan Kerja dan Akuntansi Bahan Nuklir (BKKABN). Apabila ruangan limbah sudah tidak aman dalam menyimpan limbah, maka data limbah segera dikirim ke Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR) untuk mendapatkan rekomendasi pengiriman limbah^[5].

Limbah radioaktif cair terbentuk dari air cucian di ruangan kerja seperti dari *wastafel* di ruang kerja, ruang dekontaminasi dan sebagainya. Limbah cair tersebut secara langsung dialirkan secara gravitasi ke tangki-tangki limbah radioaktif yang terdapat di Ruang HRB 001 (*basement*). Berdasarkan desain, limbah radioaktif IEBE yang mengalir ke tangki-tangki tersebut adalah limbah radioaktif tingkat rendah. Kondisi muatan limbah cair pada tangki-tangki dipantau setiap dua minggu sekali oleh petugas pengelola limbah. Data tersebut dikelola oleh Bidang Keselamatan Kerja. Data analisis dan total volume limbah radioaktif dikirim ke IPLR (Instalasi Pengelolaan Limbah Radioaktif) untuk mendapatkan rekomendasi dan koordinasi pelepasan limbah cair ke lokasi penampungan limbah radioaktif cair melalui saluran Pantauan Buangan Terpadu (PBT)^[5].

Limbah B3 terbentuk dari kegiatan analisa kimia di Ruang analisa Kimia HR-22 dan HR-24, Ruang Pemurnian HR-36 dan Ruang Fabrikasi HR-05. Limbah B3 tersebut kebanyakan berupa botol – botol bekas bahan kimia, bahan kimia yang sudah tidak dipakai lagi dan bahan kimia yang tidak ada keterangan/identitasnya. Limbah B3 dikumpulkan dari setiap ruangan limbah tersebut dihasilkan, hal ini dilakukan karena IEBE belum mempunyai tempat penyimpanan khusus limbah B3. Setiap 2 minggu minimal 1 kali dilakukan pemantauan limbah B3 dari setiap ruangan kerja. Limbah B3 didata dan

dikemas oleh penghasil limbah B3 dari masing masing ruangan kerja. Apabila limbah B3 sudah membahayakan pekerja atau daerah kerja, maka limbah B3 tersebut diinformasikan ke Bidang Keselamatan Kerja dan Akuntansi Bahan Nuklir (BKKABN) untuk ditindaklanjuti. Informasi tersebut dilampiri dengan identitas kemasan limbah B3 yang lengkap terdiri dari jenis, volume, berat, jumlah, potensi bahaya dan tanggal pengemasan. Selanjutnya pengelola limbah B3 dari Bidang Keselamatan akan melakukan pemeriksaan kemasan limbah B3 dan mengirimkan nota dinas ke PTLR untuk proses pengiriman limbah B3^[5].

METODOLOGI

Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam melakukan pengelolaan limbah radioaktif dan B3 adalah : Lembar data pemantauan, Jadwal Kegiatan, Surveimeter, Kantong Plastik, Kompaktor, *Greenhause*, Jerigen, Alat Pelindung Diri (APD), *Crane*, *Drum* Limbah, Label, Lembaran Pb.

Cara Kerja

a. Cara Kerja Pengelolaan Limbah Radioaktif Padat^[5]

Langkah kegiatan pengelolaan limbah radioaktif padat yang berada di IEBE-PTBBN secara garis besar diawali dengan pemantauan kondisi muatan kotak limbah minimal satu kali setiap dua minggu oleh petugas limbah. Bilamana kantong plastik berwarna kuning yang terdapat di dalam kotak limbah sudah terisi sekitar 80% maka limbah diangkut ke Ruang Waste Barrel (HR. 07). Di Ruang Waste Barrel (HR. 07) limbah-limbah tersebut dipisahkan antara yang dapat bakar dan tidak dapat bakar. Selanjutnya limbah dimasukkan ke dalam drum 100 liter dan dimampatkan dengan menggunakan kompaktor limbah padat untuk mengurangi volume. Drum yang telah terisi penuh ditutup dengan penutup drum yang berkunci dan kemudian diukur paparan radiasi-gamma dan kontaminasi pada permukaan drum. Kemudian drum diberi keterangan/tanda seperti: simbol radiasi, asal atau nama instalasi, besar paparan radiasi dan atau kontaminasi permukaan. Secara periodik terhadap drum tersebut dilakukan pemeriksaan baik secara visual maupun dengan menggunakan alat monitor radiasi. Jika dianggap sudah cukup banyak (biasanya \pm 10 drum atau 100 liter), limbah dikirim ke Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif (IPLR):

b. Cara Kerja Pengelolaan Limbah Radioaktif Cair)^[5]

Langkah kegiatan pengelolaan limbah radioaktif cair yang berada di IEBE secara umum diawali dengan melakukan pemantauan tangki limbah radioaktif cair, limbah tersebut dikumpulkan secara grafitasi dari setiap wastafel di dalam laboratorium, ruang dekontaminasi. Pemantauan volume tangki limbah dilakukan minimal satu kali dalam 2 minggu. Apabila volume tangki telah terisi sebanyak minimal 80 %, limbah diaduk dengan pompa sirkulasi agar kandungan U dalam limbah cair dapat merata. Selanjutnya dilakukan pencuplikan limbah cair sebanyak 500 ml untuk keperluan analisis sampling. Sampel limbah tersebut dianalisa di fasilitas laboratorium kimia di IEBE dengan Titrasi redoks dan menggunakan alat Potensiometri yang meliputi: pH, konduktivitas dan kandungan Cs-137. Apabila kandungan zat radioaktif (di antaranya adalah Cs-137) di dalam cairan limbah tidak melebihi batas ketentuan, maka limbah cair tersebut bisa dilakukan pengiriman ke Pusat Pendayagunaan Informasi Kawasan Strategis Nuklir (PPIKSN). Apabila kandungan zat radioaktif (di antaranya adalah Cs-137) didalam cairan limbah melebihi batas ketentuan, maka limbah cair tersebut dilakukan proses pemungutan ulang. Bilamana waktu pelepasan limbah cair telah ditetapkan, petugas SB-ABNPL di bawah koordinasi petugas PPIKSN akan membuka saluran limbah cair untuk dialirkan ke penampungan limbah di PTLR ^[4,5].

c. Cara Kerja Pengelolaan Limbah B3^[5]

Langkah kegiatan pengelolaan limbah B3 yang berada diawali dengan pemantauan kondisi muatan kemasan limbah di setiap ruangan kerja. Pemantauan dilakukan minimal satu kali setiap dua minggu oleh petugas limbah. Bilamana kemasan limbah B3 sudah tidak dapat ditampung dan membahayakan ruangan kerja dan pekerja maka limbah dikumpulkan di ruangan sementara, digabung dengan limbah B3 dari ruangan kerja yang lain. Kemasan limbah B3 secara periodik dilakukan pemeriksaan secara visual untuk memastikan bahwa identitas sudah dilengkapi dengan baik. Apabila di tempat penyimpanan sementara sudah terkumpul dan dianggap membahayakan pekerja dan daerah kerja, maka dilakukan pengiriman ke IPLR. Pengiriman dilakukan dengan mengirimkan Nota Dinas yang dilengkapi dengan identitas limbah B3 meliputi jenis, jumlah, berat, volume, potensi bahaya dan tanggal kemasan serta paraf petugas limbah. Setelah menerima nota dinas, staf PTLR akan melakukan pemeriksaan limbah sesuai dengan data yang dikirimkan, apabila kemasan limbah B3 dianggap sudah memenuhi standar pengangkutan, maka limbah B3 segera diangkut ke IPLR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelolaan Limbah Padat

Selama tahun 2017 kegiatan pemantauan limbah radioaktif padat tidak berbeda jauh dengan kegiatan tahun 2016, pemantauan dilakukan di ruangan kerja laboratorium HR-05, HR-36, HR-22, HR-24, HR 03. Limbah-limbah yang berada di ruang tersebut adalah limbah hasil dari kegiatan litbang bahan bakar nuklir. Limbah tersebut mempunyai paparan yang rata rata di bawah batas yang diijinkan. Secara lengkap data besaran paparan tersebut ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Limbah Radioaktif Padat IEBE Tahun 2017^[6]

No.	No. Drum	Paparan Permukaan ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	Paparan 1 m ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	Volume	Keterangan
1	65-BY-022	0,28	0,25	100 L	Siap kirim ke IPLR
2	65-KY-023	0,29	0,27	100 L	
3	65-KY-024	0,16	0,14	100 L	
4	65-KY-025	0,29	0,21	100 L	
5	65-KY-025	0,25	0,22	100 L	
6	65-BY-026	0,30	0,25	100 L	
7	65-KY-027	0,22	0,21	100 L	
8	65-KY-029	0,32	0,28	100 L	
9	65-KY-030	0,20	0,17	100 L	
10	65-KT-031	9,60	3,90	100 L	
11	65-KT-032	14,50	3,99	100 L	
12	65-KY-033	0,80	0,50	100 L	

Dalam Tabel 1 tersebut dapat dilihat bahwa kolom No. Drum dari No. Urut 1 sampai dengan 12 menggunakan nomor urut angka, maksudnya adalah untuk mengetahui jumlah drum yang dikirim ke IPLR. Selanjutnya pada kolom ke 2 menggunakan angka yang dikombinasikan dengan huruf besar (65-KY-022), mempunyai maksud sebagai berikut: Angka 65 adalah nomor gedung dari mana limbah tersebut berasal, huruf K adalah Kuning yang artinya jenis limbah tersebut adalah radiasi, sedangkan huruf Y adalah “ya” yang artinya dapat bakar. Selanjutnya tiga angka terakhir adalah nomor urut drum dimana untuk mengetahui berapa jumlah limbah yang sudah dihasilkan dari IEBE. Selanjutnya pada kolom Paparan Permukaan, adalah untuk mengetahui besaran paparan radiasi pada permukaan drum limbah. Demikian juga dengan kolom paparan 1 meter adalah besaran paparan dengan jarak 1 meter diukur dari permukaan drum limbah.

Sedangkan kolom keterangan adalah bahwa limbah tersebut menjelaskan statusnya, siap dan tidaknya untuk dikirimkan ke IPLR.

Kegiatan pengelolaan limbah radioaktif padat hasilnya dapat dilihat di Tabel 1 di atas. Dari tabel tersebut diketahui paparan terkecil adalah pada Drum 3 dengan nomor drum 65-KY-024, paparan permukaan sebesar 0,16 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ dan paparan 1 meter adalah 0,14 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Limbah ini berasal dari ruangan kerja dan koridor, hasil dari kegiatan rutin/harian yang berupa kertas, plastik, botol bekas, kertas merang, kain majun, sarung tangan. Sedangkan paparan yang tertinggi adalah di nomor 11 dengan identitas 65-KT-032 dan paparan permukaan sebesar 14,50 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Dengan paparan jarak 1 meter adalah 3,99 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Limbah dengan paparan tertinggi ini dibandingkan dengan batasan yang diijinkan masih aman untuk melakukan kegiatan. Limbah tersebut berupa bahan uji analisis yang berbentuk pasir/serbuk untuk keperluan litbang bahan bakar nuklir.

Selama melakukan pengelolaan limbah radiasi padat terutama 65-KT-032, pekerja selalu memperhatikan keselamatan dirinya dari bahaya paparan radioaktif. Sesuai Perka BAPETEN No. 03/Ka-BAPETEN/V-99, tentang Ketentuan Keselamatan untuk Pengelolaan Limbah Radioaktif, bahwa batas maksimum paparan yang diizinkan adalah 25 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Kegiatan tersebut harus dilakukan dengan jarak yang dekat, oleh karena itu pekerja selalu didampingi oleh Petugas Proteksi Radiasi, menggunakan perlengkapan Alat Pelindung Diri (APD) yang baik, membatasi waktu sesingkat mungkin dan berkoordinasi dengan semua pekerja di lapangan, sehingga drum tersebut dapat dikemas dan siap dikirim ke PTLR. Kegiatan pengiriman limbah radioaktif ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Pada pengangkutan limbah padat, PTLR memberi ketentuan besaran angka paparan maksimum yang diizinkan adalah 2000 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Oleh karena ke 16 drum limbah padat yang berasal dari IEBE telah memenuhi standar pengiriman PTLR dan dapat dikirimkan ke PTLR dengan aman. Pada akhir tahun 2017 di IEBE telah terkumpul kembali limbah radioaktif padat hasil kegiatan litbang yang belum dikirimkan ke PTLR. Hal ini dikarenakan jumlahnya belum signifikan untuk dikirimkan, sehingga menunggu proses pengiriman pada tahun 2018. Status Terakhir Limbah Radioaktif Padat yang belum dikirim ke IPLR pada Tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Status terakhir limbah radioaktif padat IEBE Tahun 2017^[6]

Instalasi	No. Drum	Paparan Permukaan ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	Volume	Keterangan
Gedung 65 IEBE	65-BY-034	3.200	100 L	Dapat Bakar
	65-KY-035	0.330	100 L	Dapat Bakar

	65-KY-036	0.203	100 L	Dapat Bakar
	65-KY-037	0.313	100 L	Dapat Bakar
	65-KY-038	0.229	100 L	Dapat Bakar
	65-KY-039	0.308	100 L	Dapat Bakar
	65-KY-040	2.300	100 L	Dapat Bakar



Gambar 1. Pengiriman limbah radioaktif padat dari IEBC



Gambar 2. Pengiriman limbah radioaktif cair dari IEBC

Pengelolaan Limbah Cair

Kegiatan pengelolaan tangki limbah cair di IEBC terdiri dari Tangki Uranium Acid Waste Conversion (UAWC), Uranium Basic Waste Conversion (UBWC), Detergent Aquos Waste Personel (DAWP) dan Detergent Aquos Waste from Laboratory and Decontamination Room (DAWL). Pengelolaan yang aktif di IEBC adalah untuk pengelolaan Tangki DAWP, sedangkan tangki yang lain belum aktif. Selama limbah cair berada dalam tangki-tangki limbah DAWP, tidak dilakukan proses apapun kecuali untuk keperluan pencuplikan.

Proses pengelolaan limbah cair di IEBC meliputi: Pengaktifan katup buka dan tutup valve tangki, pengoperasian pompa antar tangki, penampungan limbah cair, pemantauan dan pengiriman ke PPIKSN. Laporan pengelola limbah cair secara rutin adalah dengan mencatat level pada tangki limbah DWAP yang ada di HRB 001 (basement). Pada akhir Desember 2017 volume tangki Limbah DAWP telah mencapai 80%. Sesuai dengan Standar Operasi Pelaksanaan (SOP) pengelolaan limbah, segera dilakukan persiapan pengiriman limbah radioaktif cair. Persiapan meliputi pengambilan sampel, pemeriksaan pompa, pemeriksaan pipa dan *valve*, serta koordinasi dengan PPIKSN tentang pengiriman limbah melalui Pantauan Buangan Terpadu (PBT). Kegiatan pengiriman limbah radioaktif cair (Tangki DAWP) di Gedung 65 selama tahun 2017 telah

dilakukan dua kali (Kegiatan pengiriman limbah cair dilihat pada Gambar 2). Berikut adalah data pengiriman DAWP dari IEBE ^[6]:

1. Pada awal Januari 2017, telah dilakukan pengiriman limbah radioaktif cair DAWP yang berada di IEBE sebanyak ± 35 m³ ke PBT melalui PPIKSN. Kegiatan tersebut dilaporkan dalam Berita Acara dengan Nomor: 04/BBN0403/01/2017.
2. Pada awal Oktober 2017, telah dilakukan pengiriman limbah radioaktif cair DAWP yang berada di IEBE sebanyak ± 30 m³ ke PBT melalui PPIKSN. Kegiatan tersebut dilaporkan dalam Berita Acara dengan Nomor: 146/BBN 5/BN 04 03/11/2017.

Pelaksanaan pengelolaan Limbah B3 di IEBE

Pengelolaan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang ada di IEBE pada tahun 2017 meliputi pemantauan dan pengumpulan limbah B3. Limbah kebanyakan masih disimpan di lokasi pekerja instalasi, sehingga perlu dilakukan pengumpulan dan pendataan limbah tersebut. Pekerja limbah telah aktif dalam mencari dan mengumpulkan limbah B3 di setiap ruangan kerja. Selain itu pekerja instalasi juga diminta untuk mendata limbah B3 yang berada di lokasinya, dan segera diserahkan ke Bidang Keselamatan untuk dikirim ke IPLR.

Pengelolaan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang ada di IEBE pada tahun 2017 meliputi pemantauan dan pengumpulan limbah B3. Limbah kebanyakan masih disimpan di lokasi pekerja instalasi, sehingga perlu dilakukan pengumpulan dan pendataan limbah tersebut. Pekerja limbah telah aktif dalam mencari dan mengumpulkan limbah B3 di setiap ruangan kerja. Selain itu pekerja instalasi juga diminta untuk mendata limbah B3 yang berada di lokasinya, dan segera diserahkan ke Bidang Keselamatan untuk dikirim ke IPLR. Kegiatan pengelolaan limbah B3 dilakukan bersama dan berkoordinasi dengan staf PTLR (lihat Gambar 3)

Limbah B3 di IEBE telah dikemas dalam 3 buah drum HDPE ukuran 150 liter dan 2 buah dus kemasan. Pengiriman limbah B3 untuk tahun 2017 dari PTBBN ke Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR) telah dilakukan satu kali dan dilengkapi dengan Berita Acara Serah terima Limbah B3 Nomor 918/TLR.3/KN 05 01/04/2017. Daftar limbah B3 di IEBE secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data limbah B3 di IEBE Tahun 2017^[6]

No	Jenis Limbah B3	Volume	Jumlah	Keterangan
Kardus 1				
1	Developer G135	5,0 L	1 botol	Siap Kirim
2	Developer G135	0,5 L	1 botol	Siap Kirim
3	Developer G135	0,5 L	1 botol	Siap Kirim
4	Fixing bath G335	5,0 L	1 botol	Siap Kirim
5	Fixing bath G335	1,25 L	1 botol	Siap Kirim
6	Vanadil sulfat sisa	--	2 botol	Siap Kirim

7	Anilin pa	250 mL	1 botol	Siap Kirim
8	Diethylenetriamine, kodak	1 Kg	1 botol	Siap Kirim
9	Dinitrotoluol	100 g	1 botol	Siap Kirim
Kardus 2				
10	Cutting tapping fluid	5,0 L	2 botol	Siap Kirim
11	Larutan KMnO ₄	0,5 L	1 botol	Siap Kirim
12	Larutan pembersih mata	120 mL	1 botol	Siap Kirim
13	Silika gel bekas	--	2 botol	Siap Kirim
14	Askarit bekas	--	1 botol	Siap Kirim
15	Askarit bekas	--	1 plastik	Siap Kirim
16	Glycerol 87 %	1,0 L	1 botol	Siap Kirim
Drum 1				
17	Botol kaca bekas TBP	2,5 L	4 botol	Siap Kirim
18	Botol kaca bekas Nitric Acid	2,5 L	23 botol	Siap Kirim
19	Botol kaca bekas CCl ₄	1,0 L	1 botol	Siap Kirim
Drum 2				
20	Botol kaca bekas TBP	2,5 L	27 botol	Siap Kirim
Drum 3				
21	Botol kaca bekas TBP	2,5 L	9 botol	Siap Kirim
22	Botol kaca bekas TBP	0,5 L	1 botol	Siap Kirim
23	Botol kaca bekas n-Hexan	2,5 L	1 botol	Siap Kirim
24	Botol kaca bekas Nitric Acid	2,5 L	9 botol	Siap Kirim
25	Botol kaca bekas HCl	2,5 L	1 botol	Siap Kirim
26	Botol plastic bekas H ₃ PO ₄	2,5 L	1 botol	Siap Kirim
27	Botol plastic bekas	2,0 L	1 botol	Siap Kirim
Lainnya				
28	Kerosin	20 L	11 jerigen	Siap Kirim
29	Oli bekas	10 L	2 jerigen	Siap Kirim



Gambar 3. Koordinasi pengiriman Limbah B3 di IEBE – PTBBN

KESIMPULAN

Selama tahun 2017 di IEBE telah dilakukan pengemasan dan pengiriman limbah radioaktif padat sebanyak 16 drum ukuran 100 liter, dengan paparan permukaan tertinggi adalah 14,50 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, paparan terendah adalah 0,16 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, dan 5 drum belum dikirimkan ke IPLR karena masih dalam proses pengemasan. Untuk pengelolaan limbah radioaktif cair aktifitas rendah (DAWP), telah dilakukan pengiriman ke PPIKSN melalui

Pantauan Buangan Terpadu (PBT) sebanyak 2 kali pengiriman. Pengiriman pertama dilakukan pada awal tahun 2017 sebanyak 35 m³ dan pengiriman kedua dilakukan pada akhir tahun 2017 sebanyak 30 m³. Sedangkan untuk pengelolaan limbah B3 telah dilakukan pengiriman sebanyak 3 buah drum HDPE ukuran 150 liter dan 2 buah dus kemasan limbah B3.

DAFTAR PUSTAKA

1. Keputusan Kepala BATAN No.14 Tahun 2013 tentang Rincian Tugas Unit Kerja di Lingkungan BATAN, Jakarta, 2013.
2. PP Nomor 61 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif, Jakarta, 2013.
3. Keputusan Kepala BAPETEN Nomor: 03/ka-bapeten/v-99 , Ketentuan Keselamatan untuk Pengelolaan Limbah Radioaktif, Jakarta, 1999.
4. ANONIM, PP Nomor 101, Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun, Jakarta 2014.
5. Standar Operasi Pelaksanaan (SOP) Pengelolaan Limbah Radioaktif dan B3, PTBBN, Jakarta, 2014.
6. Laporan Triwulan Bidang Keselamatan Kerja dan Akuntansi Bahan Nuklir, Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir, Jakarta, 2017.