

## EVALUASI HASIL PENERIMAAN SUMBER RADIOAKTIF TERBUNGKUS BEKAS TAHUN 2017 DI PUSAT TEKNOLOGI LIMBAH RADIOAKTIF

Ayi Muziyawati, Pupung Purnama  
Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN  
email : ayi@batan.go.id

### ABSTRAK

**EVALUASI HASIL PENERIMAAN SUMBER RADIOAKTIF TERBUNGKUS BEKAS TAHUN 2017 DI PUSAT TEKNOLOGI LIMBAH RADIOAKTIF.** Sesuai dengan peraturan Kepala BATAN No. 14 Tahun 2013, tugas pokok Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR) adalah melaksanakan pengelolaan limbah radioaktif, diantaranya penerimaan limbah radioaktif berupa sumber radioaktif terbungkus bekas atau zat radioaktif terbungkus tidak digunakan (ZRTTD). Penerimaan ZRTTD di Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR) harus sesuai prosedur, baik secara administrasi maupun teknis. Untuk itu maka hasil kegiatan penerimaan ZRTTD penting untuk dievaluasi agar kegiatan tersebut selalu terkendali dan terpantau sehingga pengelolaannya dapat aman bagi pekerja, instalasi pengelolaan limbah, masyarakat, dan lingkungan. Kegiatan ini dilakukan dengan menyiapkan seluruh dokumen penerimaan ZRTTD dan mengevaluasi hasil penerimaan ZRTTD dari segi administrasi dan teknis. Selama tahun 2017 ZRTTD yang diterima oleh PTLR sebanyak 76 buah terdiri dari ZRTTD dengan  $T_{1/2} \leq 150$  hari sebanyak 10 buah (13%), kategori 1 & 2 sebanyak 1 buah (2%), kategori 3 s/d 5 sebanyak 61 buah (80%), dan sumber neutron sebanyak 4 buah (5%). Seluruh ZRTTD yang diterima selama tahun 2017 telah memenuhi persyaratan secara teknis maupun administrasi dan telah tersimpan dengan aman dan selamat di IS 1, IS 2, dan PSLAT.

**Kata kunci :** Sumber Radioaktif Terbungkus Bekas, Penerimaan, Evaluasi

### ABSTRACT

**EVALUATION ON THE RESULT OF ACCEPTANCE DISUSED SEALED RADIOACTIVE SOURCE IN 2017 AT THE CENTER FOR RADIOACTIVE WASTE TECHNOLOGY.** According to the decree of Ka. BATAN No. 14/2013, one of Center for Radioactive Waste Technology (CRWT) task is to carry out management of the radioactive waste, which one of waste is Disused Sealed Radioactive Source (DSRS). The acceptance of this waste at CRWT should follow the procedure, administratively and technically. Therefore, the results of acceptance of DSRS need to be evaluated in order to control and monitor the activity to be safe for workers, facility, community and environment. This activity was performed by preparing a complete required document of DSRS acceptance, and evaluate its administration and technic. In 2017, total DSRS accepted were 76 pieces, which consisted of 10 pieces DSRS with  $T_{1/2} \leq 150$  days (13%), 1 piece category 1 & 2 (5%), 61 pieces category 3 until 5 (80%), and 4 pieces neutron sources (5%). Total DSRS accepted in 2017 had conform technical and administration requirements, and had been safely stored at IS 1, IS 2 and High Active Storage.

**Key words :** Disused Sealed Radioactive Source, Acceptance, Evaluation

### PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi di Indonesia yang telah memanfaatkan tenaga nuklir untuk diaplikasikan di bidang kedokteran, industri, serta penelitian dan pengembangan (litbang). Kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir ini dapat menghasilkan limbah radioaktif yang harus dikelola dengan baik sesuai peraturan yang berlaku agar aman dan selamat bagi manusia dan lingkungan. Sumber radioaktif terbungkus bekas atau *Disused Sealed Radioactive Source (DSRS)* adalah salah satu jenis limbah radioaktif yang banyak dihasilkan dari kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir di rumah sakit dan industri.

Pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia diatur oleh Undang-undang No. 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran, dan dalam pasal 23 ayat 1 disebutkan bahwa pengelolaan limbah radioaktif dilaksanakan oleh Badan Pelaksana dalam hal ini adalah Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN)<sup>[1]</sup>. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR) adalah instansi di lingkungan BATAN yang melakukan pengelolaan limbah radioaktif dari seluruh Indonesia. Pengelolaan limbah radioaktif di PTLR merupakan tugas dari Bidang Pengelolaan Limbah (BPL)<sup>[2]</sup> sesuai dengan Peraturan Kepala BATAN No. 14 Tahun 2013 tentang Organisasi dan Tata Kerja BATAN. Pengelolaan limbah radioaktif di BPL meliputi pengangkutan, pengolahan, dan penyimpanan limbah radioaktif. Pengelolaan limbah

radioaktif<sup>[3]</sup> di PTLR juga diatur oleh Peraturan Pemerintah No. 61 Tahun 2013 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif dan Peraturan Pemerintah No. 58 Tahun 2015 tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif. Sesuai dengan peraturan tersebut maka PTLR menerima limbah radioaktif sudah dalam keadaan terbungkus dan pembungkusan merupakan tanggung jawab dari penghasil limbah<sup>[4]</sup>.

PTLR adalah instansi yang mengolah limbah radioaktif yang ditimbulkan oleh aktivitas instalasi nuklir dari BATAN maupun luar BATAN di seluruh Indonesia. Pengelolaan limbah di PTLR meliputi pengangkutan limbah dari penghasil limbah radioaktif di internal BATAN, penerimaan limbah radioaktif dari penghasil limbah dari seluruh Indonesia, pengolahan dilakukan sesuai dengan jenis limbahnya, dan penyimpanan di *Interim Storage* serta Penyimpanan Sementara Limbah Aktivitas Tinggi (PSLAT).

Penerimaan DSRS di PTLR harus sesuai dengan kriteria keberterimaan limbah atau *Waste Acceptance Criteria (WAC)* yang telah ditetapkan oleh PTLR dengan mengacu kepada peraturan yang berlaku yaitu Kriteria Keberterimaan Limbah Zat Radioaktif Terbungkus Tidak Digunakan (ZRTTD)<sup>[5]</sup>, dan persyaratan penerimaan DSRS ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 di bawah ini :

Tabel 1. Jenis ZRTTD dan Persyaratan Radiologi

Jenis ZRTTD	Persyaratan Radiologi
Sumber Radioaktif Terbungkus dengan radionuklida umur sangat pendek	Radionuklida memiliki umur paro $\leq 150$ hari (contoh : Ir-192, Se-75)
Sumber Radioaktif Kategori 1 dan 2 yang tidak digunakan lagi	Rasio A/D $\geq 10$ (sesuai Peraturan Kepala BAPETEN No. 6 Tahun 2015 tentang Keamanan Sumber Radioaktif)
Sumber Radioaktif Kategori 3 s/d 5 yang tidak digunakan lagi	Rasio A/D $< 10$ (sesuai Peraturan Kepala BAPETEN No. 6 Tahun 2015 tentang Keamanan Sumber Radioaktif)
Sumber Neutron	Mengandung radionuklida pemancar neutron Cf-252, AmBe, dll.

Tabel 2. Jenis ZRTTD dan Persyaratan Bungkus

Jenis ZRTTD	Persyaratan Bungkus
Sumber Radioaktif Terbungkus dengan radionuklida umur sangat pendek	Bungkusan menggunakan pembungkus aslinya yang dilengkapi kemasan luar ( <i>overpack</i> ) jika diperlukan. Untuk sumber yang digunakan untuk radiografi, dapat menggunakan kamera gamma sebagai <i>transport container</i> untuk kemudian dapat ditransfer pada kontainer milik PTLR-BATAN
Sumber Radioaktif Kategori 1 dan 2 yang tidak digunakan lagi	Bungkusan menggunakan pembungkus aslinya dan atau <i>transport container</i> , jika paparan di permukaan masih tinggi, harus ditambahkan pembungkus luar ( <i>overpack</i> ), misal dengan bahan Pb.
Sumber Radioaktif Kategori 3 s/d 5 yang tidak digunakan lagi	Bungkusan menggunakan bungkus aslinya, jika paparan di permukaan masih tinggi, harus ditambahkan pembungkus luar ( <i>overpack</i> ), misal dengan bahan Pb.
Sumber Neutron	Dikemas dalam kontainer aslinya (seperti <i>source holder</i> , kontainer Pb) atau logam (harus dilapisi parafin) dengan pembungkus luar kontainer kayu.

Persyaratan lainnya adalah :

1. Laju dosis radiasi maksimum pada permukaan bungkusan untuk transportasi (*transport container*) tidak boleh melebihi 2 mSv/jam, dan tidak diperbolehkan adanya kontaminasi dipermukaan luar bungkusan.
2. Untuk limbah yang berasal dari luar Kawasan Nuklir Serpong harus mendapatkan persetujuan pengangkutan dari BAPETEN berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 58 tahun 2015 tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif.

Penerimaan limbah radioaktif di PTLR harus sesuai prosedur, baik secara administrasi maupun teknis. Saat ini penerimaan limbah radioaktif di PTLR sudah menggunakan aplikasi eLIRA dimana layanan pengelolaan limbah radioaktif di PTLR dilakukan secara online sehingga lebih mudah dan cepat secara administrasi.

Secara administrasi penerimaan limbah radioaktif di PTLR harus dilengkapi dengan Surat Persetujuan Pelaksanaan Pengangkutan Zat Radioaktif dari Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) untuk limbah dari luar Kawasan Nuklir Serpong dan dokumen penerimaan limbah sebagai berikut :

- Lembar Isian untuk Limbah Radioaktif/Material Terkontaminasi/Sumber Bekas.
- Formulir Penerimaan Limbah Radioaktif.
- Berita Acara Serah Terima Limbah Radioaktif.

Secara teknis, penerimaan limbah radioaktif di PTLR harus dilakukan oleh beberapa petugas yaitu :

- Petugas Teknis.
- Petugas Proteksi Radiasi.
- Petugas dari Unit Pengamanan Nuklir.

Saat penerimaan DSRS petugas harus melakukan pengecekan kesesuaian data antara data DSRS yang tertera di Surat Persetujuan Pelaksanaan Pengangkutan Zat Radioaktif untuk limbah dari luar Kawasan Nuklir Serpong dengan jenis limbah yang dibawa oleh pengirim yang meliputi data jenis radionuklida, nomor seri, dan aktivitas sumber radioaktif bekas. Sedangkan untuk limbah radioaktif yang berasal dari Kawasan Nuklir Serpong harus dicek kesesuaian datanya dengan hasil survey. Pengecekan limbah radioaktif yang diterima ini untuk mengetahui spesifikasi limbahnya yang meliputi kandungan radionuklida, aktivitas, jenis limbah, dimensi, kemasan, dan paparannya. Spesifikasi limbah ini sangat penting untuk keamanan dan keselamatan pada saat *handling* limbah dan dalam penyimpanan sebelum diproses lebih lanjut. Hasil penerimaan limbah radioaktif sebelum diproses lebih lanjut terlebih dahulu disimpan di IS 1 dan IS 2.

Penerimaan DSRS merupakan bagian dari pengelolaan limbah radioaktif sehingga penerimaan DSRS tersebut harus sesuai dengan peraturan yang berlaku. Untuk itu maka perlu dilakukan evaluasi kegiatan penerimaan DSRS agar kegiatan tersebut selalu terkendali dan terpantau sehingga pengelolaannya dapat aman bagi pekerja, instalasi pengelolaan limbah, masyarakat, dan lingkungan.

Sesuai uraian di atas maka evaluasi DSRS ini bertujuan untuk mengontrol agar kegiatan ini selalu dilakukan sesuai prosedur yang berlaku baik secara administrasi maupun teknis. Evaluasi yang dilakukan pada kegiatan ini meliputi kelengkapan dokumen penerimaan limbah, jenis limbahnya, radionuklida, aktivitas, nomor seri sumber bekas, kemasan/wadah, paparan radiasi, dan lokasi penyimpanannya. Semua persyaratan tersebut harus diperhatikan sehingga DSRS yang diterima dapat dipastikan dalam kondisi yang selamat dan aman untuk dikelola lebih lanjut bagi pekerja, instalasi, dan lingkungan.

## **TATA KERJA**

### **Bahan, Peralatan, dan Waktu Pelaksanaan Kegiatan**

Bahan dan peralatan yang dibutuhkan pada kegiatan ini adalah lembar isian penerimaan limbah berupa Formulir Lembar Isian untuk Limbah Radioaktif/Material Terkontaminasi/Sumber Bekas, Formulir Penerimaan Limbah Radioaktif, Berita Acara Serah Terima Limbah Radioaktif, ATK, komputer, dan printer untuk mendokumentasikan data dan mengevaluasinya.

Waktu pelaksanaan kegiatan dimulai sejak Januari 2017 sampai dengan Desember 2017.

## **METODA**

Kegiatan ini dilakukan dengan menyiapkan seluruh dokumen penerimaan DSRS dan mengevaluasinya. Hasil penerimaan DSRS yang dievaluasi meliputi jenis radionuklida, aktivitas, nomor seri sumber bekas, kemasan/wadah, paparan radiasi, dan lokasi penyimpanannya. Dengan demikian maka kegiatan penerimaan DSRS dapat terkendali dan terpantau, serta pengelolaannya dapat aman bagi pekerja, instalasi pengelolaan limbah, masyarakat, dan lingkungan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penerimaan DSRS di PTLR selama tahun 2017 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penerimaan DSRS Tahun 2017

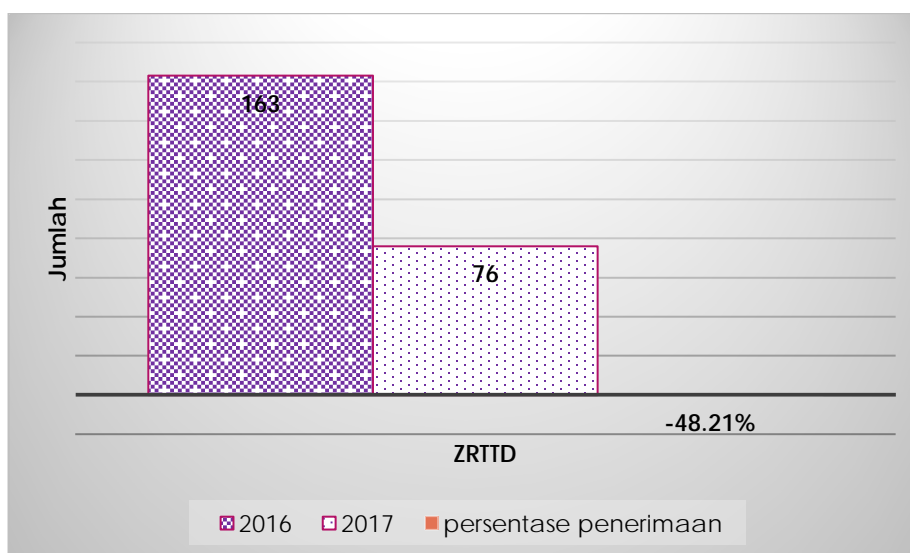
No.	Radionuklida	Asal Limbah		Jumlah (buah)	Paparan
		Industri	Rumah Sakit		
1	Cd-109	1	-	1	Kontak = 435 $\mu\text{Sv/j}$ - 0,20 $\mu\text{Sv/j}$ 1 meter = 41 $\mu\text{Sv/j}$ - 0,16 $\mu\text{Sv/j}$
2	Fe-55	1	-	1	
3	Co-60	6	1	7	
4	Cf-252	2	-	2	
5	Cs-137	16	9	25	
6	Kr-85	7	-	7	
7	Ir-192	9	-	9	
8	Se-75	1	-	1	
9	Am-241	8	-	8	
10	Pm-147	1	-	1	
11	Ni-63	2	-	2	
12	Sr-90	9	-	9	
13	Am-241Be	2	-	2	
14	Pu-238	1	-	1	
<b>Jumlah Total</b>		<b>66</b>	<b>10</b>	<b>76</b>	

Persyaratan penerimaan ZRTTD salah satunya adalah paparan maksimum 2000  $\mu\text{Sv/j}$ . Apabila paparan melebihi batasan ini akan membahayakan bagi pekerja radiasi dalam melakukan pengelolaan selanjutnya, karena resiko untuk menerima dosis radiasi akan semakin besar. Untuk mengurangi paparan radiasi maka penghasil limbah wajib membungkus limbahnya dengan baik menggunakan kontainer yang sesuai dan bila perlu diberi *shielding Pb* agar paparan radiasi berkurang. Pada penerimaan ZRTTD di tahun 2017 paparan maksimum adalah 435  $\mu\text{Sv/j}$  berarti masih dibawah paparan yang dipersyaratkan sehingga limbah aman untuk disimpan dan dikelola lebih lanjut.

Selain paparan radiasi, hal penting yang perlu diperhatikan saat penerimaan ZRTTD adalah kesesuaian antara dokumen limbah yaitu Surat Persetujuan Pelaksanaan Pengangkutan Zat Radioaktif dari BAPETEN (untuk limbah dari luar KNS) dengan limbahnya (ZRTTD), yang meliputi radionuklida dan nomor seri sumber bekas yang dilimahkan, sehingga perlu pengecekan yang teliti agar ZRTTD yang diterima benar-benar sesuai dengan dokumen. Apabila terjadi ketidaksesuaian maka perlu dibuatkan laporan ketidaksesuaian dan dokumennya diperbaiki sesuai kondisi limbahnya (ZRTTD), setelah itu baru PTLR dapat menerima ZRTTD tersebut. Sedangkan untuk limbah (ZRTTD) dari lingkungan KNS maka harus sesuai dengan hasil survey, apabila tidak sesuai maka limbah (ZRTTD) tidak dapat diterima oleh PTLR dan penghasil limbah harus memperbaikinya sesuai rekomendasi dari PTLR. Sehubungan pentingnya pengecekan kesesuaian kondisi limbah (ZRTTD) maka biasanya kegiatan penerimaan ZRTTD ini memerlukan waktu lebih dari 1 jam dengan petugas yang terdiri dari PPR, teknisi, dan UPN. Koordinasi dalam penerimaan ZRTTD ini sangat penting untuk dilakukan karena melibatkan beberapa petugas dari Bidang Pengelolaan Limbah, Bidang Keselamatan Kerja dan Operasi, dan Unit Pengamanan Nuklir. Koordinasi ini dilakukan minimal sehari sebelum waktu pelaksanaan agar pelayanan dapat dilaksanakan dengan baik.

ZRTTD yang diterima selama tahun 2017 berasal dari industri dan rumah sakit yang berada di luar Kawasan Nuklir Serpong (KNS) dan secara administrasi penerimaan limbah radioaktif ini sudah memenuhi persyaratan, karena sudah dilengkapi dengan Berita Acara Serah Terima Limbah Radioaktif, Formulir Penerimaan Limbah Radioaktif, dan Lembar Isian untuk Limbah Radioaktif/Material Terkontaminasi/Sumber Bekas serta dokumen-dokumen tersebut sudah didistribusikan sesuai peruntukannya. Seluruh dokumen penerimaan limbah tersebut sudah didokumentasikan dengan baik sehingga dapat tertelusur.

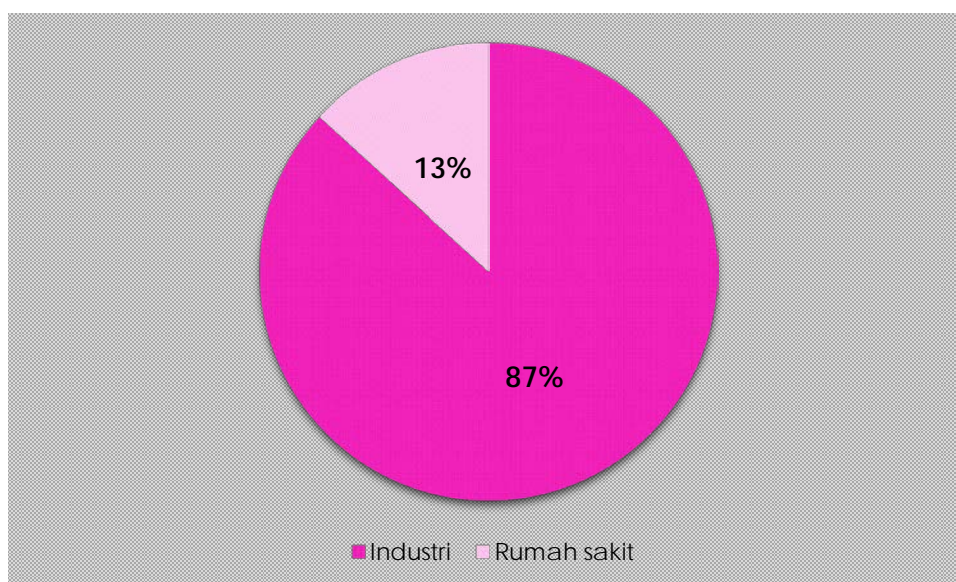
Perbandingan hasil penerimaan ZRTTD tahun 2016 dan 2017 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan penerimaan ZRTTD tahun 2016 – 2017

Dari Gambar 1 tersebut terlihat bahwa penerimaan ZRTTD menurun sebesar 48,2 % dibanding tahun 2016. Penghasil limbah ZRTTD sebagian besar adalah industri dan rumah sakit, dimana saat ini BAPETEN selalu mengarahkan agar penghasil limbah melakukan *reekspor* terhadap ZRTTD untuk mengurangi jumlah ZRTTD yang dikelola di Indonesia sehingga tidak memberi beban kepada generasi yang akan datang.

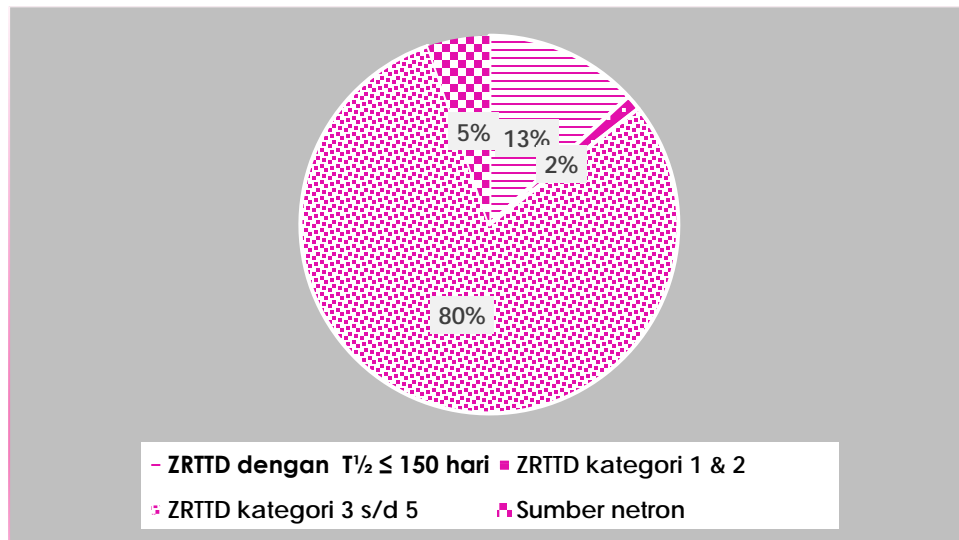
Gambaran penerimaan ZRTTD selama tahun 2017 dilihat dari asal limbah maupun dari jumlahnya ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Penghasil ZRTTD selama tahun 2017.

ZRTTD dari rumah sakit hanya 13 % dari seluruh ZRTTD yang diterima, namun dari segi aktivitas cukup besar karena merupakan sumber radioaktif kategori 1 dan 2, dengan resiko bahaya yang lebih besar dibandingkan kategori 3-5. Sedangkan dari industri sebanyak 87 % dan merupakan sumber dengan kategori 3-5.

Gambaran penerimaan limbah berdasarkan jenis ZRTTD yang diterima selama tahun 2017 ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Jenis ZRTTD selama tahun 2017.

Gambar 3 menunjukkan bahwa selama tahun 2017 penerimaan ZRTTD terbesar adalah ZRTTD dengan kategori 3 s/d 5, dan untuk kategori ini PTLR sudah dapat melakukan pengelolaan dengan cara didismantling lalu ZRTTD tersebut dimasukkan ke dalam kapsul Stainless Steel dimana 1 kapsul dapat berisi sekitar 20 – 90 buah ZRTTD, lalu kapsul tersebut dimasukkan ke dalam drum 60 liter dimana 1 drum 60 liter dapat berisi 8 kapsul, kemudian drum 60 liter tersebut disimpan dalam sumur yang ada di Penyimpanan Sementara Limbah Aktivitas Tinggi (PSLAT). Saat ini sudah ada 1 drum 60 liter berisi 7 kapsul yang disimpan di sumur PSLAT. Pengelolaan ZRTTD kategori 3 s/d 5 yang telah dilakukan ini dapat mengurangi volume ZRTTD di tempat penyimpanan limbah PTLR. ZRTTD kategori 3 s/d 5 yang belum didismantling saat ini ditempatkan dalam shell beton di *Interim Storage* (IS) 1 dan juga rak yang ada di IS 2 untuk ZRTTD dengan dimensi besar. Untuk ZRTTD dengan  $T_{1/2} \leq 150$  hari seperti Ir-192 dan Se-75 saat ini ditempatkan dalam wadah untuk iridium dan sampai saat ini sudah ada 3 wadah untuk iridium yang terisi yaitu 2 sudah penuh dan 1 masih bisa ditambah isinya. Untuk ZRTTD kategori 1 & 2 sebagian besar berasal dari rumah sakit, dan saat ini belum dilakukan dismantling sehingga ZRTTD tersebut masih disimpan di IS 2. Seluruh limbah yang diterima selama tahun 2017 tersimpan dengan aman dan selamat di IS 1, IS 2, dan PSLAT dengan aman dan selamat.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan dan pembahasan di atas dapat diuraikan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penerimaan ZRTTD di PTLR harus sesuai peraturan yang berlaku baik secara teknis maupun administrasi.
2. Penerimaan ZRTTD selama tahun 2017 sudah memenuhi persyaratan administrasi yaitu sudah dilengkapi dengan dokumen Berita Acara Serah Terima Limbah Radioaktif, Formulir Penerimaan Limbah Radioaktif, dan Lembar Isian untuk Limbah Radioaktif/Material Terkontaminasi/Sumber Bekas. Seluruh dokumen sudah didokumentasikan dan didistribusikan sesuai peruntukannya. Secara teknis pun sudah memenuhi persyaratan karena limbah yang diterima sudah dalam keadaan terbungkus dengan aman dan paparannya tidak ada yang melampaui batasan maksimum sehingga aman untuk disimpan di tempat penyimpanan sementara.
3. ZRTTD yang telah diterima oleh PTLR selama tahun 2017 adalah 76 buah, terdiri dari :
  - ZRTTD dengan  $T_{1/2} \leq 150$  hari sebanyak 10 buah (13%).
  - ZRTTD kategori 1 & 2 sebanyak 1 buah (2%).
  - ZRTTD kategori 3 s/d 5 sebanyak 61 buah (80%).
  - ZRTTD berupa sumber netron sebanyak 4 buah (5%).
4. Seluruh ZRTTD yang diterima telah disimpan di IS 1, IS 2, dan PSLAT dalam keadaan aman dan selamat bagi pekerja, instalasi, masyarakat, dan lingkungan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Anonim, “Undang-undang No. 10 Tahun 1997 Tentang Ketenaganukliran”
- [2] Anonim, “Peraturan Kepala BATAN No. 14 Tahun 2013 tentang Organisasi dan Tata Kerja BATAN”
- [3] Anonim, “Peraturan Pemerintah No. 61 Tahun 2013 Tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif”
- [4] Anonim, “Peraturan Pemerintah No. 58 Tahun 2015 Tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif”
- [5] Suparno, Heru S., “WAC Zat Radioaktif Terbungkus Tidak Digunakan”, Tahun 2016