



**PEDOMAN TEKNIS**

**KAJIAN KESELAMATAN PEMBUANGAN PERMANEN  
MINERAL IKUTAN RADIOAKTIF**

**TAHUN ANGGARAN 2025**


**BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jalan Gajah Mada Nomor 8 Jakarta 10120



Telepon (62-21) 63858269 - 70, Faksimile (62-21) 63858275

70. Dokumen ini diterbitkan dalam bentuk cetak dan juga tersedia dalam bentuk elektronik yang diterbitkan BSR/E  
Jl. Gajah Mada No. 8 Jakarta Pusat 10120. Telp. (+62-21) 6385 8269-70, 630 2164, 630 2485 Fax. (+62-21) 6385 8275 Po Box. 4005 Jkt 10040

Homepage : [www.bapeten.go.id](http://www.bapeten.go.id), E-mail: [info@bapeten.go.id](mailto:info@bapeten.go.id)


	<p>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PEDOMAN TEKNIS KAJIAN KESELAMATAN PEMBUANGAN PERMANEN**  
**MINERAL IKUTAN RADIOAKTIF**  
**TAHUN ANGGARAN 2025**

Disusun oleh:	<p style="text-align: center;">Tino Sawaldi Adi Nugroho, S.T., M.Sc.</p> <div style="text-align: center;">         NIP 197908302005011002     </div>
Tanggal	<p style="text-align: center;">29 Desember 2025</p>
Diperiksa oleh:	<p style="text-align: center;">Koordinator KF Pengkajian Instalasi Nuklir Non Reaktor          Dr. Petit Wiringgali, B.Eng., M.Sc.</p> <div style="text-align: center;">         NIP 197805171997021001     </div>
Tanggal	<p style="text-align: center;">30 Desember 2025</p>
Disahkan oleh:	<p style="text-align: center;">Kepala P2STPIBN,</p> <p style="text-align: center;">#</p>
Tanggal	<p style="text-align: center;">31 Desember 2025</p>

No. Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : i dari vii

*Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR/E*

	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275            URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a> </p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif


**Kontributor Kegiatan Penyusunan Pedoman Teknis Kajian Keselamatan  
Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif Tahun Anggaran 2025**

1.	Dr. Petit Wiringgali, B.Eng., M.Sc.	P2STPIBN-BAPETEN
2.	Tino Sawaldi Adi Nugroho, S.T., M.Sc.	P2STPIBN-BAPETEN
3.	Dr. Lilis Susanti Setianingsih, S.T., M.S.	P2STPIBN-BAPETEN
4.	Decky Dendy Dharmaperwira, S.Mat.	P2STPIBN-BAPETEN
5.	Dewi Novitasari, S.ST.	P2STPIBN-BAPETEN
6.	Aris Sanyoto, S.K.M., SP.1.	DP2FRZR-BAPETEN
7.	Wita Kustiana, S.Si	DPIBN-BAPETEN
8.	Sinta Tri Habsari, S.T., M.Eng.	DPIBN-BAPETEN
9.	Asystasia S. Cindananti S.H.	DP2IBN-BAPETEN

**Narasumber Kegiatan Penyusunan Pedoman Teknis Kajian Keselamatan  
Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif  
Tahun Anggaran 2025**

1.	Zhiwen Fan	IAEA Dep. of Nuclear Safety & Security
2.	Wahab Yusof	Former Dir. General of Malaysian Nuclear Agency
3.	Keith Baldry	Environment Protection Authority, South Australia
4.	Dadong Iskandar	Badan Riset dan Inovasi Nasional

No. Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : ii dari vii


	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275            URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a> </p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

### LEMBAR DISTRIBUSI

No. Salinan Dokumen	Nama Jabatan
4	Deputi Bidang Pengkajian Keselamatan Nuklir
4.4	Direktur Pengaturan Pengawasan Instalasi dan Bahan Nuklir
3.2	Direktur Perizinan Instalasi dan Bahan Nuklir
3.4	Direktur Inspeksi Instalasi dan Bahan Nuklir
2.1	Kepala Biro Perencanaan
2.4	Kepala Inspektorat
4.2.1	TU Pusat Pengkajian Sistem dan Teknologi Pengawasan Instalasi dan Bahan Nuklir

No. Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : iii dari vii

*Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR/E*

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

## KATA PENGANTAR


Puji dan syukur kami sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Pengasih, yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif ini dengan baik. Penyusunan pedoman ini merupakan bagian dari upaya untuk meningkatkan keselamatan dalam pengelolaan mineral ikutan radioaktif, serta mendukung pelaksanaan pengawasan dan pengelolaan sumber daya alam secara aman dan berkelanjutan.

Pedoman ini disusun sesuai dengan alokasi anggaran dan waktu yang tersedia, dengan tetap mengacu pada prinsip-prinsip keselamatan, standar nasional dan internasional yang berlaku, serta praktik terbaik dalam pengelolaan mineral ikutan radioaktif. Kami menyadari bahwa aspek keselamatan dalam kegiatan pembuangan permanen mineral ikutan radioaktif merupakan tahapan yang sangat krusial, sehingga diperlukan panduan teknis yang komprehensif dan aplikatif bagi para pemangku kepentingan.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, seluruh rekan kerja di Pusat Pengkajian Sistem dan Teknologi Pengawasan Instalasi dan Bahan Nuklir (P2STPIBN) dan Unit Kerja terkait di Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) serta narasumber dari luar BAPETEN yang telah berkontribusi dalam penyusunan pedoman ini, baik melalui sumbangan pemikiran, data, maupun masukan teknis.

Harapan kami pedoman ini dapat menjadi acuan yang bermanfaat bagi internal BAPETEN, pengusaha pertambangan dan industri penghasil mineral ikutan radioaktif, dan semua pihak yang terlibat dalam kegiatan pembuangan permanen mineral ikutan radioaktif, walaupun kami menyadari masih terdapat kekurangan dalam pelaksanaannya. Kami juga terbuka terhadap segala bentuk

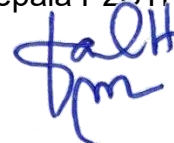
No. Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : iv dari vii

	<p>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

saran dan masukan untuk penyempurnaan pedoman ini di masa yang akan datang.

Jakarta, 31 Desember 2025


Kepala P2STPIBN,



Dra. Taruniyati Handayani, M.Sc.

No. Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : v dari vii


*Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR/E*

	<b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b> Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120 Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275 URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	i
<b>KONTRIBUTOR DAN NARASUMBER .....</b>	ii
<b>LEMBAR DISTRIBUSI.....</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	iv
<b>DAFTAR ISI.....</b>	vi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	1
<b>1.2 Tujuan.....</b>	2
<b>1.3 Ruang Lingkup .....</b>	2
<b>1.4 Dasar Hukum .....</b>	2
<b>1.5 Definisi dan Istilah .....</b>	3
<b>BAB II KLASIFIKASI PEMBUANGAN PERMANEN MIR</b>	5
<b>BAB III KRITERIA LOKASI PEMBUANGAN PERMANEN MIR</b>	8
<b>BAB IV PARAMETER FASILITAS PEMBUANGAN PERMANEN MIR</b>	12
<b>4.1 Persyaratan Tanah Dasar dan Pondasi.....</b>	12
<b>4.2 Persyaratan Desain dan Konstruksi.....</b>	13
<b>4.2.1 Sistem Penghalang Dasar dan Dinding.....</b>	13
<b>4.2.2 Sistem Drainase dan Pengelolaan Lindi.....</b>	14
<b>4.2.3 Penempatan dan Bentuk MIR yang Disimpan.....</b>	14
<b>4.2.4 Backfill dan Penutup Antara.....</b>	15
<b>4.2.5 Sistem Penutup Akhir.....</b>	15
<b>4.2.6 Ketentuan Khusus.....</b>	15
<b>4.3 Sistem Pemantauan dan Instrumentasi.....</b>	16
<b>4.4 Pengendalian Konstruksi dan Jaminan Mutu.....</b>	16
<b>4.5 Penutupan dan PascaPenutupan.....</b>	16
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	18
<b>5.1 Simpulan.....</b>	18
<b>5.2 Rekomendasi.....</b>	18


No. Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : vi dari vii

	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 63858269 – 70, Faksimile (021) 63858275            URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a> </p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

<b>5.3 Tindak Lanjut.....</b>	<b>19</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>20</b>

No. Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : vii dari vii

*Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR/E*

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

## BAB I PENDAHULUAN


### 1.1 Latar Belakang

Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif merupakan dokumen pendukung Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir tentang Keselamatan dan Keamanan dalam Pengelolaan Mineral Ikutan Radioaktif. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 52 Tahun 2022 tentang Keselamatan dan Keamanan Pertambangan Bahan Galian Nuklir dan Rancangan Peraturan BAPETEN tentang Keselamatan dan Keamanan dalam Pengelolaan MIR, Pemegang Izin yang tidak lagi menyimpan dan mengolah MIR harus melaksanakan pembuangan permanen. Dalam melaksanakan pembuangan permanen, Pemegang Izin wajib memperoleh persetujuan dari BAPETEN.

Sebagai lembaga pengawas tenaga nuklir, BAPETEN memiliki mandat untuk memastikan bahwa seluruh kegiatan pembuangan permanen mineral ikutan radioaktif dilaksanakan sesuai ketentuan keselamatan nuklir dan radiasi. Untuk itu, diperlukan suatu pedoman teknis yang memberikan arahan praktis bagi pelaku usaha, konsultan, penyedia fasilitas pembuangan MIR, dan instansi terkait dalam melaksanakan pembuangan permanen. Pedoman ini juga menjadi acuan bagi BAPETEN dalam proses evaluasi dokumen analisis keselamatan, penilaian perizinan, serta pelaksanaan pengawasan berkelanjutan terhadap fasilitas pembuangan permanen.

Dengan tersusunnya pedoman teknis ini, diharapkan pelaksanaan kajian keselamatan pembuangan permanen dapat dilakukan secara konsisten, terukur, dan transparan, serta menghasilkan keluaran yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perizinan dan pengawasan. Pedoman ini juga menjadi bagian dari upaya memperkuat budaya keselamatan dalam pembuangan permanen MIR,

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 1 dari 20

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

meningkatkan kesadaran akan pentingnya perlindungan radiasi, serta mendukung komitmen nasional terhadap pengelolaan sumber daya alam yang bertanggung jawab dan berkelanjutan.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari pedoman teknis ini adalah untuk memberikan pedoman tentang pelaksanaan dan dokumentasi kajian keselamatan pembuangan permanen MIR dalam rangka persetujuan pembuangan permanen MIR. Kajian keselamatan pembuangan permanen MIR diperlukan untuk meminimalisir risiko radiasi yang muncul dari kegiatan pembuangan permanen MIR.

## 1.3 Ruang Lingkup


Pedoman ini disusun dengan merujuk pada ketentuan pada Rancangan Peraturan BAPETEN tentang Keselamatan dan Keamanan dalam Pengelolaan MIR yang menyatakan bahwa Pemegang Izin yang tidak lagi menyimpan dan mengolah MIR harus melaksanakan pembuangan permanen. Yang dimaksud dengan pembuangan permanen adalah penimbunan akhir, sumur injeksi, penempatan kembali di area bekas tambang, dam tailing, dan/atau fasilitas penimbunan lain sesuai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

## 1.4 Dasar Hukum

Penyusunan pedoman ini didasarkan pada peraturan perundang-undangan nasional yang berlaku sebagai berikut.

- a. Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran;

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 2 dari 20

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif


- b. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup;
- c. Peraturan Pemerintah Nomor 52 Tahun 2022 tentang Keselamatan dan Keamanan Pertambangan Bahan Galian Nuklir;
- d. Peraturan BAPETEN Nomor 5 Tahun 2025 tentang Standar Kegiatan Usaha dan/atau Standar Produk/Jasa pada Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenaganukliran; dan
- e. Rancangan Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir tentang Keselamatan dan Keamanan dalam Pengelolaan Mineral Ikutan Radioaktif.

### 1.5 Definisi dan Istilah

Beberapa istilah penting yang digunakan dalam pedoman ini sebagai berikut.

1. Mineral Ikutan Radioaktif (MIR) adalah mineral ikutan dengan konsentrasi aktivitas paling sedikit 1 Bq/g (satu becquerel per gram) pada salah satu unsur radioaktif anggota deret uranium dan torium atau 10 Bq/g (sepuluh becquerel per gram) pada unsur kalium yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan mineral dan batubara, minyak dan gas bumi, dan industri lainnya.
2. Badan Pengawas Tenaga Nuklir yang selanjutnya disebut Badan adalah lembaga pemerintah nonkementerian yang melaksanakan tugas pemerintahan di bidang pengawasan tenaga nuklir.
3. Proteksi Radiasi adalah tindakan yang dilakukan untuk melindungi manusia dan lingkungan hidup dari akibat paparan radiasi pengion.
4. Analisis Keselamatan adalah proses sistematis untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan mengevaluasi risiko terkait


No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 3 dari 20

	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120            Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275            URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a> </p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

dengan kegiatan tertentu, serta menentukan langkah-langkah mitigasi yang diperlukan.

5. Paparan Radiasi adalah proses yang individu atau lingkungan terkena radiasi ionisasi, baik dari sumber eksternal maupun internal.
6. Penyedia Fasilitas Pembuangan MIR adalah pelaku usaha yang memiliki izin penyimpanan MIR dan mendapatkan persetujuan untuk pembuatan tempat pembuangan permanen MIR dari Kepala Badan.

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 4 dari 20

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif


## BAB II KLASIFIKASI PEMBUANGAN PERMANEN MIR

Keselamatan fasilitas dan kegiatan untuk pengelolaan Mineral Ikutan Radioaktif diterapkan pada pelaksanaan pembuangan permanen. Pemegang Izin yang tidak lagi menyimpan dan mengolah MIR harus melaksanakan pembuangan permanen. Dalam melaksanakan pembuangan permanen, Pemegang Izin wajib memperoleh persetujuan dari Kepala Badan. Dalam melaksanakan pembuangan permanen, Pemegang Izin wajib membuat, mengimplementasikan, dan memutakhirkan rencana tempat pembuangan permanen untuk akhir dari kegiatan penyimpanan MIR.

Jenis fasilitas untuk pembuangan permanen MIR berdasarkan peraturan antara lain:

1. Fasilitas penimbunan akhir (*landfill/near-surface disposal*)  
 Fasilitas buatan di permukaan atau kedalaman dangkal yang direkayasa dengan lapisan pereduksi kebocoran (liner tanah liat/*geomembrane*), saluran drainase, sistem penampungan lindi, dan penutup akhir.
2. Penempatan kembali di area bekas tambang (*mine backfill*)  
 Fasilitas ini mengembalikan MIR ke dalam lubang tambang yang telah selesai diolah (lubang tambang terbuka atau terowongan bawah tanah), kemudian ditutup. Fasilitas ini diperuntukkan bagi MIR yang khusus yang berasal dari peleburan bijih mineral dan/atau pengolahan dan/atau pemurnian bijih mineral. Metode ini memanfaatkan volume kosong tambang dan menambah isolasi geologis.
3. Bendungan penampung limbah tambang (*tailings dam*)  
 Tailing radioaktif disimpan dalam waduk khusus. Bendungan ini dilengkapi lapisan kedap dan sistem penampungan lindi, fasilitas ini hanya untuk limbah tailing.

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 5 dari 20

	<p>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

#### 4. Sumur injeksi (*borehole disposal*)

Limbah cair atau padat (terkapsulasi) dimasukkan ke dalam sumur bor dalam ke formasi geologis, kemudian disegel. Desain sumur harus mempertimbangkan kedalaman, formasi batuan, isolasi hidrogeologi, dan mekanisme pemantauan tekanan. Sumur injeksi dapat berada di darat atau laut.


#### 5. Fasilitas penimbunan lain sesuai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi

Fasilitas penimbunan lain termasuk teknologi baru seperti kapsulasi beton, formasi geologi dalam (*geological disposal*) untuk kasus khusus, atau inovasi lain sejalan perkembangan ilmu. Semua fasilitas ini harus sesuai prinsip isolasi dan pengungkungan.

Kriteria MIR yang dapat disimpan di masing-masing jenis fasilitas pembuangan permanen berdasarkan radioaktivitas, rentang konsentrasi aktivitas, karakteristik material, dan batasan spesifik lainnya dapat dilihat pada Tabel 1.


Tabel 1. Kriteria MIR pada Fasilitas Pembuangan Permanen

Jenis Fasilitas Pembuangan Permanen	Klasifikasi MIR	Konsentrasi Aktivitas	Karakteristik MIR	Keterangan
Landfill Berlapis ( <i>Engineered Surface Landfill</i> )	<i>Very Low Level Waste</i> (VLLW)	$\leq 100$ Bq/g	Padat, tidak reaktif, volume besar	Tidak untuk limbah mudah larut / berdebu tinggi
<i>Near Surface Disposal Facility</i> (NSDF)	<i>Low Level Waste</i> (LLW)	100 – 400 Bq/g	Padat atau terstabilisasi	Memerlukan isolasi hingga ratusan tahun
Backfilling Tambang Bekas ( <i>Open Pit / Underground</i> )	VLLW – LLW	$\leq 400$ Bq/g	Tailing, residu padat, bulk	Lokasi harus stabil & terisolasi hidrogeologis
Bendungan Tailing ( <i>Tailings Disposal Facility</i> )	LLW (khusus tailing)	$\leq 400$ Bq/g (rata-rata massa)	Lumpur / slurry / tailing	Hanya untuk limbah sejenis tailing
<i>Borehole</i>	LLW	$\leq 1.000$ Bq/g*	Volume kecil,	Bukan untuk
No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025			
Revisi : 0	Hal : 6 dari 20			

	<b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b> Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120 Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275 URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

Jenis Fasilitas Pembuangan Permanen	Klasifikasi MIR	Konsentrasi Aktivitas	Karakteristik MIR	Keterangan
<i>Disposal</i> (Sumur Bor)	terbatas		terkapsulasi	limbah massal
Repository Geologi Dangkal–Menengah	LLW – ILW rendah	$\leq 1.000 \text{ Bq/g}^*$	Padat, stabil	Perlu justifikasi <i>safety case</i> khusus

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 7 dari 20

	<p><b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

### **BAB III KRITERIA LOKASI PEMBUANGAN PERMANEN MIR**

Pemilihan lokasi merupakan tahapan yang krusial dalam penentuan pembuangan permanen MIR. Lokasi pembuangan permanen MIR harus memenuhi syarat teknis dan lingkungan untuk menjamin keselamatan masyarakat dan lingkungan hidup. Secara umum pemilihan lokasi pembuangan MIR harus memenuhi prinsip berikut :

1. Proteksi manusia dan lingkungan sebagai tujuan utama
2. Isolasi radionuklida secara pasif (tidak bergantung pada sistem aktif jangka panjang)
3. Meminimalkan potensi migrasi radionuklida
4. Menghindari ketergantungan pada intervensi manusia di masa depan
5. Kompatibel dengan tata guna lahan jangka panjang

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 52 Tahun 2022, lokasi pembuangan permanen harus dibuat dengan memenuhi kriteria berikut:


1. berlokasi jauh dari masyarakat;
2. dapat menahan pelindian radionuklida ke air tanah dan air permukaan;
3. dilengkapi dengan peralatan pemantau radiasi;
4. dirancang agar dosis radiasi yang diterima masyarakat tidak melebihi 1 mSv (satu milisievert) per tahun; dan
5. menggunakan teknologi dan/atau rancang bangun sesuai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Tahapan awal dari pemilihan lokasi adalah melakukan penyaringan terhadap kriteria lokasi berikut:

1. Kriteria Tata Ruang dan Sosial

Lokasi harus mematuhi rencana tata ruang wilayah setempat. Lokasi tidak boleh berada di kawasan pemukiman eksisting atau rencana pengembangan pemukiman, kawasan industri sensitif, dan kawasan fasilitas umum vital. Lokasi juga tidak boleh berada dalam kawasan

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 8 dari 20

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

lindung nasional, hutan konservasi, cagar biosfer, dan kawasan resapan air utama.

## 2. Kriteria Bahaya Hidrologi

Lokasi berada di luar area rawan banjir periodik yang terjadi sekali dalam 100 tahun dan bukan merupakan daerah genangan air permanen. Selain itu, pada lokasi tidak terdapat sistem akuifer produktif, bukan merupakan sumber air minum utama, serta tidak memiliki ketinggian muka air tanah yang sangat dangkal. Persyaratan ini tidak berlaku untuk fasilitas pembuangan permanen MIR berupa sumur injeksi di laut.

## 3. Kriteria Bahaya Geologi

Lokasi tidak berada pada patahan aktif, daerah rawan gempa yang signifikan, daerah rawan tsunami, kawasan rawan bencana gunung api, dan daerah rawan bahaya geologi lainnya seperti longsor, sink hole, amblesan, mud volcano, dan likuifaksi.

Lokasi yang tidak memenuhi kriteria pada tahap penyaringan awal akan ditolak. Sedangkan, lokasi yang memenuhi kriteria perlu dilakukan penyaringan teknis lebih lanjut sebagai berikut:


### 1. Kriteria Geologi dan Geoteknik

Batuan dasar di lokasi harus stabil, tidak terfragmentasi, dan tidak mengalami deformasi aktif. Pada lokasi juga tidak boleh terdapat rekahan terbuka dan zona lemah geoteknik yang signifikan. Permukaan tanah di lokasi harus tidak mudah permeabel untuk menghindari aliran air cepat ke bawah sehingga menghambat migrasi radionuklida secara difusif, bukan konvektif;

### 2. Kriteria Hidrogeologi

Kedalaman muka air tanah harus cukup dalam sehingga tidak bersinggungan langsung dengan zona limbah dan memiliki zona tidak jenuh (*unsaturated zone*) yang memadai. Arah aliran air tanah harus

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 9 dari 20

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

menjauhi pemukiman dan kecepatan aliran air tanahnya lambat. Air tanah di lokasi juga tidak boleh berada pada zona recharge utama akuifer. Jarak dari lokasi ke badan air harus memenuhi jarak minimum, yaitu berjarak  $\geq 500$  m dari sungai/danau dan/atau berjarak  $\geq 2.500$  m dari pantai (jarak ini bisa disesuaikan untuk sumber spesifik). Jarak ini mengurangi risiko terpaparnya air minum dan udara masyarakat;

### 3. Kriteria Lingkungan dan Ekologi

Lokasi tidak berada pada habitat yang sensitif maupun kawasan konservasi flora/fauna, tidak menimbulkan akumulasi radionuklida pada rantai makanan. Selain itu, lingkungan sekitar harus memungkinkan untuk pemasangan sistem pemantauan jangka panjang (sumur pantau, stasiun pengukuran) untuk dosis/deteksi kebocoran dan juga akses untuk dilakukannya inspeksi secara reguler;

### 4. Kriteria Meteorologi dan Iklim

Lokasi tidak memiliki curah hujan yang ekstrim dan curah hujan tidak akan menyebabkan infiltrasi berlebih. Risiko erosi pada lokasi termasuk kategori rendah hingga sedang. Selain itu, lokasi tidak berada pada zona badai ekstrim yang berulang dan erosi angin tinggi, untuk MIR yang memiliki karakteristik berdebu;


### 5. Kriteria Teknik dan Operasional

Lokasi harus memiliki akses transportasi yang aman dan tidak melalui kawasan padat penduduk. Ketersediaan lahan di lokasi harus cukup untuk operasi, zona penyangga, dan pemantauan jangka panjang. Zona penyangga (*buffer zone*) yang merupakan zona terbatas aktivitas manusia luas wilayahnya ditetapkan berdasarkan jenis fasilitas dan konsentrasi aktivitas MIR yang disimpan;

### 6. Kriteria Keselamatan Radiologis

Lokasi harus memungkinkan pemenuhan dosis penduduk sekitar tidak melebihi 1 mSv/tahun untuk semua skenario, baik kondisi normal

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 10 dari 20


	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120            Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275            URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a> </p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

maupun darurat. Lokasi yang baik harus secara alamiah dapat diterima bahkan tanpa rekayasa tambahan;

#### 7. Kriteria Sosial dan Kelembagaan

Lokasi harus mendapat penerimaan dari semua pemangku kepentingan dan memiliki kejelasan terkait status lahannya. Penyedia fasilitas pembuangan MIR harus mampu melakukan pengawasan, pemeliharaan, dan pemantauan jangka panjang.

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 11 dari 20

	<p><b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

## **BAB IV PARAMETER FASILITAS PEMBUANGAN PERMANEN**

Desain fasilitas pembuangan permanen MIR harus memenuhi prinsip isolasi radionuklida secara pasif, yaitu menjamin keselamatan tanpa ketergantungan pada sistem aktif atau intervensi manusia jangka panjang. Desain harus mampu mengendalikan pelindian, migrasi radionuklida, emisi radiasi, serta potensi intrusi manusia selama umur keselamatan fasilitas.

Setiap fasilitas wajib menerapkan sistem penghalang berlapis yang terdiri atas penghalang alami dan penghalang rekayasa, dengan konfigurasi yang disesuaikan dengan klasifikasi dan aktivitas limbah yang dibuang. Desain harus bersifat sederhana, kuat, mudah diaudit, serta memungkinkan pengawasan dan pemantauan jangka panjang.


Fasilitas pembuangan permanen MIR harus dirancang berada di atas muka air tanah dengan jarak vertikal yang memadai untuk mencegah kontak langsung antara limbah dan air tanah. Dasar fasilitas harus memiliki kemiringan yang cukup untuk mengarahkan aliran lindi menuju sistem pengumpulan, tanpa menimbulkan erosi atau instabilitas struktur.

Tata letak fasilitas harus menyediakan zona operasi, zona penyangga, area pemantauan, serta ruang yang cukup untuk penutupan akhir dan pengawasan pasca-penutupan. Ketinggian timbunan limbah dan dimensi sel harus ditentukan berdasarkan analisis stabilitas geoteknik dan hasil kajian keselamatan.

### **4.1 Persyaratan Tanah Dasar dan Pondasi**

Tanah dasar fasilitas harus memiliki daya dukung yang memadai, stabil secara geoteknik, serta permeabilitas rendah. Persyaratan permeabilitas rendah hanya berlaku untuk fasilitas pembuangan

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 12 dari 20


	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

permanen MIR berupa penimbunan akhir. Persyaratan permeabilitas rendah adalah sebagai berikut::

1. permeabilitas tanah yang diukur sebagai konduktivitas hidraulik paling besar 10<sup>-7</sup> cm/detik (sepuluh pangkat minus tujuh sentimeter per detik), untuk fasilitas penimbunan akhir kelas II yang digunakan untuk menimbun MIR yang diwajibkan ditimbun di fasilitas penimbunan akhir kelas II;
2. permeabilitas tanah yang diukur sebagai konduktivitas hidraulik paling besar 10<sup>-5</sup> cm/detik (sepuluh pangkat minus lima sentimeter per detik), untuk fasilitas penimbunan akhir kelas III yang digunakan untuk menimbun MIR yang diwajibkan ditimbun di fasilitas penimbunan akhir kelas III; atau
3. permeabilitas tanah yang tidak memenuhi ketentuan persyaratan sebagaimana dimaksud pada huruf b dapat dilakukan rekayasa teknologi sehingga mencapai permeabilitas tanah yang diukur sebagai konduktivitas hidraulik paling besar 10<sup>-5</sup> cm/detik (sepuluh pangkat minus lima sentimeter per detik), untuk fasilitas penimbunan akhir kelas III.

Sebelum konstruksi, tanah dasar wajib dipadatkan hingga mencapai tingkat kepadatan yang dipersyaratkan untuk mencegah penurunan diferensial dan rembesan air. Apabila kondisi tanah alami tidak memenuhi persyaratan teknis, harus diterapkan perbaikan tanah atau lapisan tanah liat rekayasa sebagai fondasi tambahan untuk memastikan fungsi isolasi dan kestabilan jangka panjang.

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 13 dari 20

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

## 4.2 Persyaratan Desain dan Konstruksi

### 4.2.1 Sistem Penghalang Dasar dan Dinding

Setiap fasilitas pembuangan permanen MIR wajib dilengkapi dengan sistem penghalang dasar yang berfungsi mencegah migrasi radionuklida ke tanah dan air tanah. Sistem ini sekurang-kurangnya terdiri atas lapisan tanah liat rekayasa dan geomembran sintesis yang memiliki permeabilitas sangat rendah.


Untuk fasilitas yang menerima MIR dengan klasifikasi *low level waste*, sistem penghalang ganda direkomendasikan, dilengkapi dengan lapisan deteksi kebocoran di antara kedua penghalang tersebut. Dinding samping fasilitas harus memiliki karakteristik teknis yang setara dengan penghalang dasar guna mencegah rembesan lateral.

### 4.2.2 Sistem Drainase dan Pengelolaan Lindi

Fasilitas pembuangan permanen MIR harus dilengkapi dengan sistem drainase internal yang mampu mengumpulkan dan mengalirkan lindi secara terkendali. Sistem ini mencakup lapisan drainase berpermeabilitas tinggi, pipa kolektor, serta akses inspeksi untuk pemantauan dan pemeliharaan.

Lindi yang terkumpul harus dialirkan ke tangki atau fasilitas penampungan yang dirancang tahan bocor dan tahan korosi. Setiap sistem pengelolaan lindi harus memungkinkan pengambilan sampel dan pemantauan radioaktivitas secara berkala. Pembuangan langsung lindi ke lingkungan tanpa pengendalian tidak boleh dilakukan.

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 14 dari 20

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

#### 4.2.3 Penempatan dan Bentuk MIR yang Disimpan

Hanya MIR dalam bentuk padat atau yang telah distabilisasi yang dapat ditempatkan di fasilitas pembuangan permanen. MIR dalam bentuk cair, MIR yang reaktif secara kimia, atau MIR yang berpotensi menghasilkan gas secara signifikan tidak diperbolehkan.

Penempatan MIR harus dilakukan secara berlapis dan terkendali untuk mencegah kerusakan sistem penghalang. Setiap tahap penempatan harus disertai pemadatan yang memadai dan pengendalian debu, serta dilakukan dengan metode yang tidak menimbulkan paparan radiasi yang tidak perlu.


#### 4.2.4 *Backfill* dan Penutup Antara

Ruang kosong di antara lapisan MIR harus diisi dengan material *backfill* yang memiliki permeabilitas rendah dan stabilitas mekanik yang memadai. *Backfill* berfungsi untuk meningkatkan stabilitas struktur, mengurangi pergerakan air, serta membatasi migrasi radionuklida. Apabila operasi dilakukan secara bertahap, harus diterapkan penutup antara untuk mengurangi infiltrasi air hujan, emisi radon, dan pembentukan debu selama masa operasi.

#### 4.2.5 Sistem Penutup Akhir

Setelah fasilitas mencapai kapasitas desain atau dihentikan operasinya, harus dipasang sistem penutup akhir yang berfungsi sebagai penghalang utama terhadap infiltrasi air, emisi radiasi, dan intrusi manusia. Sistem penutup akhir terdiri atas lapisan kedap, lapisan drainase, dan lapisan pelindung permukaan yang dirancang untuk menahan erosi.

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 15 dari 20

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

Penutup akhir harus dirancang untuk berfungsi secara efektif selama umur keselamatan fasilitas dan disesuaikan dengan kondisi iklim serta karakteristik lokasi.

#### 4.2.6 Ketentuan Khusus


Untuk fasilitas pembuangan dekat permukaan, desain harus menjamin isolasi limbah selama ratusan tahun melalui kombinasi penghalang rekayasa dan kondisi geologi setempat. Landfill MIR dengan aktivitas sangat rendah dapat menggunakan sistem penghalang tunggal, dengan fokus utama pada pengendalian lindi.

Penempatan MIR pada tambang bekas harus memastikan tidak adanya koneksi hidrogeologis aktif dan MIR harus distabilisasi sebelum ditempatkan. Bendungan tailing MIR wajib memenuhi persyaratan tambahan terkait stabilitas tanggul, pengendalian air permukaan, dan keselamatan struktur. Fasilitas sumur bor hanya diperuntukkan bagi MIR dengan volume terbatas dan harus dilengkapi sistem penyegelan permanen berbasis bentonit dan semen.

#### 4.3 Sistem Pemantauan dan Instrumentasi

Fasilitas pembuangan permanen MIR harus dilengkapi dengan sistem pemantauan lingkungan yang mencakup pemantauan air tanah, air permukaan, radiasi lingkungan, dan parameter struktural. Sumur pantau harus ditempatkan secara strategis di hulu dan hilir hidrologi fasilitas. Data pemantauan harus dicatat, dievaluasi secara berkala, dan digunakan untuk menilai kinerja fasilitas terhadap asumsi desain dan kajian keselamatan.

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 16 dari 20

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif


#### 4.4 Pengendalian Konstruksi dan Jaminan Mutu

Seluruh tahapan konstruksi fasilitas harus dilaksanakan sesuai rencana desain yang telah disetujui dan berada di bawah sistem jaminan mutu. Pengujian material, inspeksi lapangan, serta dokumentasi kondisi *as-built* merupakan persyaratan wajib sebelum fasilitas dinyatakan siap beroperasi.

#### 4.5 Penutupan dan Pasca-Penutupan

Rencana penutupan dan pengelolaan pasca-penutupan harus disusun sejak tahap desain. Rencana ini mencakup pemasangan penutup akhir, pembatasan penggunaan lahan, pemeliharaan penanda lokasi, serta program pemantauan jangka panjang. Seluruh parameter desain dan konstruksi sebagaimana diatur dalam bab ini harus menjamin bahwa dosis radiasi yang diterima masyarakat tidak melebihi batas yang ditetapkan dan bahwa keselamatan fasilitas tetap terjaga sepanjang umur keselamatannya.

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 17 dari 20

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Simpulan

Kajian keselamatan pembuangan permanen MIR merupakan sarana untuk memastikan bahwa potensi bahaya radiasi yang ada tidak akan berdampak buruk pada pekerja, masyarakat, dan lingkungan. Dengan pemenuhan persyaratan lokasi fasilitas pembuangan permanen MIR, fasilitas pembuangan permanen MIR, dan operasional pembuangan permanen MIR dapat dipastikan bahwa risiko radiasi dapat ditekan pada tingkat yang dapat diterima.


Pedoman ini perlu segera untuk direvisi lebih lanjut setelah Rancangan Peraturan BAPETEN tentang Keselamatan dan Keamanan dalam Pengelolaan Mineral Ikutan Radioaktif diterbitkan.

### 5.2 Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis, pedoman ini merekomendasikan beberapa hal sebagai berikut.

1. Perlu disusun mekanisme kerja sama yang tepat antara BAPETEN dengan Kementerian Lingkungan Hidup terkait material yang berpotensi merupakan MIR yang akan dilimbahkan atau disimpan untuk;
2. Perlu adanya *awareness* dari Pelaku Usaha maupun unit pengawasan BAPETEN terhadap jenis fasilitas pembuangan permanen MIR berikut kriteria MIR yang boleh disimpan didalamnya; dan
3. Perlu disusun mekanisme kerja sama yang tepat antara BAPETEN dengan Pelaku Usaha maupun pemerintah daerah untuk

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 18 dari 20

	<p>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120          Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

pembangunan dan pengoperasian fasilitas pembuangan permanen perintis di Indonesia.


### 5.3 Tindak Lanjut

Untuk menjamin efektivitas implementasi pedoman, diperlukan tindak lanjut sebagai berikut.

1. Pelaku Usaha/Pemegang Izin dapat melakukan kajian keselamatan pembuangan permanen dengan menggunakan ketentuan yang sesuai persyaratan serta melaporkan hasil analisisnya kepada BAPETEN;
2. BAPETEN melaksanakan evaluasi teknis atas dokumen analisis potensi bahaya radiasi terhadap material yang berpotensi MIR dan analisis dosis terhadap MIR, melakukan diseminasi *awareness* kepada Pelaku Usaha dari kegiatan yang berpotensi menghasilkan MIR, melakukan survey baseline data radiasi dan inventori terhadap seluruh kegiatan yang berpotensi menghasilkan MIR di Indonesia, serta menjalin kerja sama dengan Kementerian/Lembaga pengampu utama kegiatan yang berpotensi menghasilkan MIR dalam pengawasan MIR.
3. Lembaga dan instansi terkait diharapkan dapat mendukung pembangunan dan pengoperasian fasilitas pembuangan permanen sebagai sarana penyimpanan jangka panjang MIR yang ada di Indonesia, baik material yang berupa residu maupun material yang berpotensi untuk digunakan kembali di masa depan.

Dengan tindak lanjut tersebut, diharapkan pedoman ini dapat menjadi acuan komprehensif yang mendukung penerapan standar keselamatan tinggi untuk pembuangan permanen mineral ikutan radioaktif di Indonesia.

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 19 dari 20

	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada Nomor 8, Jakarta 10120            Telepon. (021) 63858269 – 70, Faksimile. (021) 63858275            URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a> </p>
Jenis Rekaman : Judul :	Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Pembuangan Permanen Mineral Ikutan Radioaktif

### DAFTAR PUSTAKA

Department of Atomic Energy Malaysia, Technical Guidelines: Criteria for Siting of Disposal Facility for Waste Containing Naturally Occurring Radioactive Material (NORM), LEM/TEK/76. Rev.1 Amend.1, 23 Desember 2022

Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahun 2013 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif

Peraturan Pemerintah Nomor 52 Tahun 2022 tentang Keselamatan dan Keamanan Pertambangan Bahan Galian Nuklir

Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Zat Radioaktif

Peraturan BAPETEN Nomor 5 Tahun 2025 tentang Standar Kegiatan Usaha dan/atau Standar Produk/Jasa pada Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenaganukliran

Rancangan Peraturan BAPETEN tentang Keselamatan dan Keamanan dalam Pengelolaan Mineral Ikutan Radioaktif

Specific Safety Guide No. SSG-60 Management of Residues Containing Naturally Occurring Radioactive Material from Uranium Production and Other Activities

Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

No Rek : LT/STI/KN00/P2STPIBN/12/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 20 dari 20