



**PEDOMAN TEKNIS**

**KAJIAN KESELAMATAN PENGGUNAAN KEMBALI  
MINERAL IKUTAN RADIOAKTIF**

**TAHUN ANGGARAN 2025**


**BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

**Jl. Gajah Mada No. 8 Jakarta 10120**

**Telp. (62-21) 63858269 – 70, Fax. (62-21) 63858275**



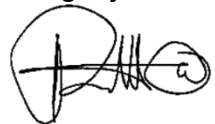
Jl. Gajah Mada No. 8 Jakarta Pusat 10120. Telp. (+62-21) 6385 8269-70, 630 2164, 630 2485. Fax. (+62-21) 6385 8275. Po Box. 4005 Jkt 10040

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 No. 8, Jakarta 10120          Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275          URL : <a href="http://www.bapeten.go.id/">http://www.bapeten.go.id/</a></p>
<p>Jenis Rekaman Judul</p>	<p>Rekaman Unit Kerja Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif</p>


## LEMBAR PENGESAHAN

### PEDOMAN TEKNIS KAJIAN KESELAMATAN PENGGUNAAN KEMBALI MINERAL IKUTAN RADIOAKTIF TAHUN ANGGARAN 2025

<p>Disusun oleh:</p>	<p style="text-align: center;">Penanggung Jawab Kegiatan,</p>  <p style="text-align: center;">Tino Sawaldi Adi Nugroho, S.T., M.Sc. NIP 197908302005011002</p>
	 <p style="text-align: center;">Decky Dendy Dharmaperwira, S.Mat. NIP 199603102020121004</p>
<p>Tanggal</p>	<p style="text-align: center;">30 Desember 2025</p>
<p>Diperiksa oleh:</p>	<p style="text-align: center;">Pengelola Kegiatan KF Pengkajian Instalasi Nuklir Non Reaktor</p>  <p style="text-align: center;">Dr. Petit Wiringgalih, B.Eng., M.Sc. NIP 197805171997021001</p>
<p>Tanggal</p>	<p style="text-align: center;">31 Desember 2025</p>
<p>Disahkan oleh:</p>	<p style="text-align: center;">Kepala P2STPIBN,</p> <p style="text-align: center;">#</p>
<p>Tanggal</p>	<p style="text-align: center;">31 Desember 2025</p>

<p>No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025</p>	<p>Tanggal : 31 Desember 2025</p>
<p>Revisi : 0</p>	<p>Hal : i dari vi</p>

*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 No. 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275            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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif


### DAFTAR KONTRIBUTOR

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1. Dr. Petit Wiringgalih, B.Eng., M.Sc.       | P2STPIBN-BAPETEN |
| 2. Tino Sawaldi Adi Nugroho, S.T., M.Sc.      | P2STPIBN-BAPETEN |
| 3. Decky Dendy Dharmaperwira, S.Mat.          | P2STPIBN-BAPETEN |
| 4. Dr. Lilis Susanti Setianingsih, S.T., M.S. | 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   |

### DAFTAR NARASUMBER

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. Dadong Iskandar | Badan Riset dan Inovasi Nasional |
|--------------------|----------------------------------|

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : ii dari vi


	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275            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 Penggunaan Kembali 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/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : iii dari vi

*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 No. 8, Jakarta 10120          Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275          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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, telah tersusun Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif (MIR) ini. Dokumen ini disusun dalam rangka memberikan pedoman bagi pemegang izin penyimpanan MIR yang berencana untuk menggunakan kembali.

Kajian keselamatan menjadi prasyarat ilmiah yang kritis sebelum persetujuan penggunaan kembali dapat diberikan, mengingat tanpa pengelolaan yang memadai, MIR berpotensi menimbulkan risiko radiologis bagi pekerja, masyarakat, dan lingkungan. Kajian ini bertujuan untuk memastikan bahwa pemanfaatan ulang dilakukan dengan meminimalkan dampak radiologis.

Kami menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan pedoman ini atas pemikiran, masukan, data, dan dukungan teknis maupun administratif yang diberikan sehingga pedoman ini dapat tersusun.

Kami berharap pedoman teknis ini dapat menjadi acuan yang jelas dan aplikatif bagi pemegang izin dalam menyusun kajian keselamatan yang komprehensif dan berkualitas. Dengan diimplementasikannya pedoman ini, diharapkan pemanfaatan kembali MIR dapat dilakukan dengan selamat. Kami menyadari pedoman ini memiliki kekurangan, sehingga saran dan masukan yang membangun untuk penyempurnaan di masa mendatang sangat kami nantikan.


Jakarta, 31 Desember 2025

Kepala P2STPIBN,



Dra. Taruniyati Handayani, M.Sc.


No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : iv dari vi

	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275            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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR KONTRIBUTOR</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR DISTRIBUSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	1
1.3 Sasaran dan Manfaat .....	1
1.4 Ruang Lingkup.....	2
1.5 Dasar Hukum.....	2
1.6 Definisi dan Istilah.....	3
<b>BAB II PENGGUNAAN KEMBALI MINERAL IKUTAN RADIOAKTIF</b> .....	<b>5</b>
2.1 Karakterisasi Mineral Ikutan Radioaktif.....	5
2.2 Penentuan Skenario Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif ...	6
2.3 Identifikasi Jalur Paparan .....	7
2.4 Penentuan Metode dan Parameter Perkiraan Dosis.....	8
2.5 Evaluasi .....	9
2.6 Dokumentasi dan Verifikasi .....	10
<b>BAB III PENUTUP</b> .....	<b>11</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>12</b>

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : v dari vi


	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275            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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh penggunaan kembali MIR .....	6
Tabel 2.2 Beberapa jalur paparan dan skenario.....	7
Tabel 2.3 Beberapa parameter yang bisa digunakan .....	8

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : vi dari vi

*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 No. 8, Jakarta 10120          Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275          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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pedoman Teknis Kajian Keselamatan Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif merupakan dokumen pendukung Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir tentang Keselamatan dan Keamanan dalam Pengelolaan Mineral Ikutan Radioaktif. Dalam Peraturan Badan tersebut dinyatakan bahwa pemegang izin (PI) penyimpanan mineral ikutan radioaktif (MIR) yang akan menggunakan MIR selama kegiatan penyimpanan harus menyusun kajian keselamatan terhadap kegiatan penggunaan kembali MIR dan/atau produk yang dihasilkan.

Kajian keselamatan merupakan salah satu persyaratan persetujuan penggunaan kembali MIR selama kegiatan penyimpanan. Kajian keselamatan meliputi perhitungan perkiraan dosis selama proses pengolahan penggunaan kembali MIR, perhitungan perkiraan dosis produk akhir yang dihasilkan, dan peralatan proteksi dan keselamatan radiasi yang digunakan.


### 1.2 Tujuan

Tujuan dari pedoman teknis ini adalah untuk memberikan pedoman tentang pelaksanaan dan dokumentasi kajian keselamatan penggunaan kembali MIR dalam memenuhi persyaratan persetujuan penggunaan kembali MIR. Kajian keselamatan penggunaan kembali MIR diperlukan untuk meminimalisir risiko radiasi yang muncul dari kegiatan penggunaan kembali MIR.

### 1.3 Sasaran dan Manfaat

Tersedianya pedoman teknis bagi pemegang izin penyimpanan MIR dalam menyusun dokumen kajian keselamatan penggunaan kembali MIR untuk

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 1 dari 12

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120          Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275          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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

memastikan bahwa penggunaan kembali MIR dilaksanakan dengan memperhatikan aspek keselamatan sesuai ketentuan yang berlaku.

#### 1.4 Ruang Lingkup

Pedoman teknis ini ditujukan pada pemegang izin penyimpanan MIR yang akan melakukan penggunaan kembali MIR. Lingkup bahasan pedoman teknis ini dibatasi pada pelaksanaan kajian keselamatan penggunaan kembali MIR. Penggunaan kembali MIR yang dimaksud antara lain untuk tujuan:


- a. pengambilan mineral selain uranium dan torium;
- b. produksi keramik;
- c. produksi bahan bangunan;
- d. bahan campuran jalan; atau
- e. industri atau kegiatan lainnya yang memanfaatkan MIR.

#### 1.5 Dasar Hukum

Penyusunan pedoman ini didasarkan pada peraturan perundang-undangan dan standar internasional yang berlaku, di antaranya:

- a. Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran;
- b. Peraturan Pemerintah Nomor 52 Tahun 2022 tentang Keselamatan dan Keamanan Pertambangan Bahan Galian Nuklir;
- c. Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Zat Radioaktif;
- d. Peraturan BAPETEN Nomor 1 Tahun 2022 tentang Penatalaksanaan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenaganukliran;
- e. Rancangan Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Tentang Keselamatan dan Keamanan dalam Pengelolaan Mineral Ikutan Radioaktif; dan
- f. Standar International Atomic Energy Agency (IAEA) terkait.

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 2 dari 12


	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275            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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

## 1.6 Definisi dan Istilah

Beberapa istilah penting yang digunakan dalam dokumen ini antara lain:


- a. Mineral Ikutan Radioaktif (selanjutnya disingkat MIR): 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;
- b. Penggunaan kembali MIR: penggunaan kembali MIR yang disimpan dengan izin penyimpanan antara lain untuk tujuan pengambilan mineral selain uranium dan torium, produksi keramik, produksi bahan bangunan, bahan campuran jalan, atau industri atau kegiatan lainnya yang memanfaatkan MIR;
- c. Keselamatan radiasi pengion (selanjutnya disebut keselamatan): kondisi dimana manusia dan lingkungan hidup terlindungi dari efek radiasi pengion yang berbahaya melalui tindakan proteksi radiasi;
- d. Proteksi radiasi: tindakan yang dilakukan untuk melindungi manusia dan lingkungan hidup dari akibat negatif paparan radiasi pengion;
- e. Proses pengolahan: kegiatan pengolahan yang dilakukan sehingga MIR dapat digunakan kembali;
- f. Produk akhir: produk yang dihasilkan dari pengolahan MIR yang berbentuk produk, bahan, atau zat, baik yang digunakan sesuai dengan tujuan awalnya maupun tujuan lainnya;
- g. Skenario penggunaan kembali MIR: perencanaan detail dari proses pengolahan sampai bagaimana produk akhir digunakan. Skenario mencakup kasus penggunaan (*use case*), lingkungan penggunaan kembali, dan potensi paparan selama proses pengolahan maupun penggunaan produk akhir;

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 3 dari 12

	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275            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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

- h. Paparan radiasi: proses di mana individu atau lingkungan terkena radiasi pengion;
- i. Jalur paparan: jalur radiasi atau radionuklida dapat mencapai dan menimbulkan dampak pada manusia atau lingkungan;
- j. Dosis radiasi (selanjutnya disebut dosis): jumlah radiasi yang terdapat dalam medan radiasi atau jumlah energi radiasi yang diserap atau diterima oleh materi yang dilaluinya;
- k. Perkiraan dosis: proses perkiraan dosis radiasi yang diterima oleh individu atau populasi, berdasarkan konsentrasi aktivitas, jalur paparan, dan parameter relevan lainnya;
- l. Parameter perhitungan: nilai-nilai kuantitatif yang diperlukan untuk perhitungan dosis;
- m. Faktor okupansi: parameter yang menunjukkan waktu individu berada pada suatu tempat atau lingkungan yang dimodelkan, digunakan untuk menghitung waktu paparan secara realistis;
- n. *Shielding*: penghalang fisik untuk mengurangi paparan radiasi dengan menyerap atau mengurangi tingkat radiasi sebelum radiasi mencapai seseorang; dan
- o. Nilai batas dosis: dosis radiasi akumulatif terbesar yang dapat diterima oleh pekerja radiasi dan anggota masyarakat dalam jangka waktu tertentu tanpa menimbulkan efek genetik dan somatik yang signifikan.

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 4 dari 12

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120          Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275          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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

## BAB II

### PENGGUNAAN KEMBALI MINERAL IKUTAN RADIOAKTIF

Sebelum penggunaan kembali MIR dilaksanakan, kajian keselamatan perlu dilakukan. Beberapa tahap kajian keselamatan antara lain:


- a. karakterisasi MIR;
- b. penentuan skenario penggunaan kembali MIR;
- c. identifikasi jalur paparan berdasarkan skenario penggunaan kembali MIR;
- d. penentuan metode dan parameter perkiraan dosis yang sesuai;
- e. evaluasi hasil analisis; dan
- f. dokumentasi; dan verifikasi.

Skenario penggunaan kembali MIR menentukan jalur paparan yang mungkin terjadi dalam penggunaan kembali MIR, dan metode maupun parameter perkiraan dosis bergantung pada jalur paparan yang diidentifikasi.

#### 2.1 Karakterisasi Mineral Ikutan Radioaktif

Karakterisasi MIR yang akan digunakan kembali perlu dilakukan dalam kajian keselamatan. Karakterisasi yang dimaksud meliputi wujud MIR, radionuklida yang terdapat dalam MIR beserta konsentrasi aktivitasnya, dan volume MIR yang akan digunakan kembali. Karakterisasi MIR menentukan produk akhir yang dapat dihasilkan dan juga skenario penggunaan kembali MIR.

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 5 dari 12

	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275            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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif


## 2.2 Penentuan Skenario Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

Skenario penggunaan kembali MIR bergantung pada jenis dan karakteristik MIR yang akan digunakan kembali dan juga produk akhir yang direncanakan. Selain itu, karakteristik MIR dan skenario penggunaan kembali MIR juga menentukan jalur paparan radiasi yang mungkin terjadi. Beberapa contoh penggunaan kembali ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Contoh penggunaan kembali MIR

Jenis MIR	Penggunaan Kembali
<i>Furnace slag</i>	Bahan konstruksi (bata, beton, campuran semen, dasar jalan, dll.)
Phosphogypsum	Tambahan tanah
<i>Tailing</i> pemrosesan bauksit	Bahan konstruksi (bata, beton, campuran semen, dasar jalan, dll.)  Bahan industri (Keramik, karet, PVC, katalis)
Peralatan (seperti pipa dan tangki) terkontaminasi permukaan	Penggunaan kembali setelah dekontaminasi
Logam terkontaminasi permukaan	Daur ulang <i>scrap metal</i>

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 6 dari 12

	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275            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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

### 2.3 Identifikasi Jalur Paparan

Untuk melakukan perkiraan dosis, semua jalur paparan penggunaan kembali MIR yang memungkinkan perlu diidentifikasi terlebih dahulu. Langkah ini perlu dilakukan untuk memastikan bahwa kajian keselamatan telah mencakup semua jalur paparan yang memungkinkan. Identifikasi jalur paparan dan perkiraan dosis perlu dilakukan pada proses pengolahan penggunaan kembali MIR, dan pada produk akhir yang dihasilkan. Hal-hal yang dapat memengaruhi jalur paparan antara lain:


- a. karakteristik MIR dan produk akhir;
- b. lokasi: dalam ruangan (bahan bangunan), luar ruangan (bahan konstruksi jalan), ladang perkebunan;
- c. populasi berisiko: pekerja (selama proses pengolahan MIR dan selama konstruksi), pengguna produk, penghuni, publik secara umum;
- d. durasi dan frekuensi paparan: sementara (pekerja dan publik selama proses pengolahan MIR), berkelanjutan (penghuni bangunan berbahan mengandung MIR).

Identifikasi jalur paparan perlu mempertimbangkan paparan pekerja dan paparan publik. Pekerja bisa menerima paparan lebih besar pada saat proses pengolahan penggunaan kembali MIR, dan publik bisa menerima paparan dari penggunaan produk hasil maupun dari lepasan radionuklida ke lingkungan selama pengolahan. Secara umum, beberapa jalur paparan dan contohnya ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Beberapa jalur paparan dan skenario

Jalur Paparan	Contoh Skenario
Radiasi gamma eksterna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruksi jalan (paparan gamma langsung dari jalan berbahan mengandung MIR):               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ pekerja konstruksi (proses pengolahan)</li> <li>○ publik (produk hasil)</li> </ul> </li> </ul>

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 7 dari 12

	<p>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120          Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275          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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

Jalur Paparan	Contoh Skenario
Inhalasi/penghirupan gas/debu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruksi jalan (potensi terhirupnya debu bahan tercampur MIR):               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ pekerja konstruksi (proses pengolahan)</li> <li>○ publik (produk hasil)</li> </ul> </li> <li>• <i>Smelting</i> logam terkontaminasi MIR (gas efluen hasil <i>smelting</i>):               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ pekerja dan masyarakat sekitar (proses pengolahan)</li> </ul> </li> </ul>
Inhalasi gas radon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penggunaan dalam bahan bangunan:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ penghuni bangunan (produk hasil)</li> </ul> </li> </ul>
Ingesti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan tambahan tanah (radionuklida terserap tanaman bahan makanan):               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ publik konsumen bahan makanan (produk hasil)</li> </ul> </li> </ul>


## 2.4 Penentuan Metode dan Parameter Perkiraan Dosis

Dalam melakukan perkiraan dosis, beberapa metode atau model dapat digunakan. Metode atau model yang digunakan perlu disesuaikan dengan jalur paparan yang diperhitungkan. Perkiraan dosis dilakukan dengan mempertimbangkan parameter-parameter tertentu berdasarkan jalur paparan yang teridentifikasi. Jika memungkinkan, nilai parameter sebaiknya menggunakan nilai hasil pengukuran, namun nilai estimasi dapat juga digunakan selama dapat terjustifikasi. Penggunaan parameter yang sesuai dapat menghasilkan perkiraan dosis yang lebih akurat dan meyakinkan. Secara umum, beberapa contoh parameter yang bisa digunakan dalam penghitungan ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Beberapa parameter yang bisa digunakan

Parameter	Keterangan
Konsentrasi aktivitas MIR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memengaruhi besar radiasi yang dihasilkan</li> </ul>
Faktor okupansi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memengaruhi besar radiasi yang diterima oleh</li> </ul>

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 8 dari 12

	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275            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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

Parameter	Keterangan
	publik atau pekerja sekitar
Jarak dan <i>shielding</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memengaruhi paparan gamma eksternal</li> </ul>
Laju respirasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memengaruhi banyak inhalasi debu/radon</li> </ul>
Laju ventilasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memengaruhi banyak inhalasi radon dalam ruangan</li> </ul>
Hidrologi dan Jenis tanah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memengaruhi penyebaran radionuklida ke tanah sekitar</li> </ul>


Ketidakpastian yang timbul dari perkiraan dosis perlu dipertimbangkan dalam kajian keselamatan. Ketidakpastian tersebut perlu dikarakterisasi berdasarkan sumber, sifat, dan besarnya. Karakterisasi tersebut dapat dilakukan menggunakan metode kuantitatif, penilaian ahli, atau keduanya. Analisis sensitivitas dan analisis ketidakpastian perlu dilakukan untuk mengatasi ketidakpastian tersebut.

## 2.5 Evaluasi

Hasil perkiraan dosis dievaluasi dan dibandingkan dengan ketentuan-ketentuan berlaku. Paparan radiasi yang diterima oleh setiap orang pekerja maupun publik selama proses pengolahan maupun penggunaan produk akhir tidak boleh melebihi 1 mSv dalam satu tahun. Dalam hal hasil perkiraan menunjukkan bahwa dosis melebihi ketentuan, maka skenario penggunaan kembali MIR perlu disesuaikan, atau tindakan khusus terkait proteksi dan keselamatan radiasi perlu dilakukan. Tindakan yang dimaksud antara lain:

- a. pengendalian sistem, seperti ventilasi dan *shielding*;
- b. pengendalian administratif, seperti rotasi pekerja, pembatasan akses, dsb.;
- c. penggunaan peralatan proteksi dan keselamatan radiasi personal, seperti masker, dsb; dan

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 9 dari 12

	<p style="text-align: center;">BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)          Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120          Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275          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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif


- d. penggunaan alat pemantau radiasi dan/atau kontaminasi untuk memantau adanya lepasan ke lingkungan.

## 2.6 Dokumentasi dan Verifikasi

Dokumentasi yang memadai diperlukan untuk proses review, verifikasi, dan kajian ulang. Dokumentasi memuat karakterisasi MIR, deskripsi skenario penggunaan kembali, jalur paparan yang dipertimbangkan, metode atau model yang digunakan, juga parameter dan asumsi yang digunakan dalam perkiraan dosis.

Verifikasi independen terhadap hasil kajian keselamatan penggunaan kembali MIR perlu dilakukan. Verifikasi dilakukan oleh tim kompeten yang berbeda dari tim yang melakukan kajian. Verifikasi bertujuan untuk meningkatkan keyakinan terhadap hasil kajian. Verifikasi independen mencakup reuiv secara keseluruhan untuk memastikan bahwa kajian keselamatan yang dilakukan cukup komprehensif, dan juga secara detail pada aspek yang menunjukkan risiko radiasi terbesar. Verifikasi independen juga dapat menunjukkan ada atau tidaknya risiko radiasi yang belum dipertimbangkan dalam kajian.

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 10 dari 12


	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275            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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

## BAB III

### PENUTUP

Kajian keselamatan penggunaan kembali MIR, yang merupakan upaya merupakan proses banyak tahap yang terdiri dari karakterisasi MIR, penentuan skenario, identifikasi jalur paparan, penentuan metode dan parameter perkiraan dosis, dan evaluasi. Dengan dilaksanakannya kajian keselamatan penggunaan kembali MIR, risiko radiasi yang timbul dari penggunaan kembali MIR dapat diidentifikasi dan diatasi dengan sesuai. Pedoman teknis kajian keselamatan penggunaan kembali MIR diharapkan dapat membantu pemegang izin penyimpanan MIR dalam melakukan kajian keselamatan yang menjadi salah satu persyaratan persetujuan penggunaan kembali MIR.

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 11 dari 12

	<p style="text-align: center;"> <b>BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR (BAPETEN)</b>            Jalan Gajah Mada No. 8, Jakarta 10120            Telepon (021) 6385-8269/70, Faksimile (021) 6385-8275            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 Penggunaan Kembali Mineral Ikutan Radioaktif

## DAFTAR PUSTAKA

Rogers & Associates Engineering Corporation dan Sandy Cohen & Associates, Inc., "A Risk Assessment of the Use and Reuse of Norm-Contaminated Waste", untuk U.S. Environmental Protection Agency, RAE-8964/13-4, September 1992.

International Atomic Energy Agency, "Safety Assessment for Facilities and Activities", General Safety Requirements No. GSR Part 4 (Rev. 1), Vienna, 2016.

International Atomic Energy Agency, "Management of NORM Residues", IAEA-TECDOC-1712, Vienna, 2013.

International Atomic Energy Agency, "Management of Residues Containing Naturally Occurring Radioactive Material from Uranium Production and Other Activities", Specific Safety Guide No. SSG-60, Vienna, 2013.

No Rek : LT/STI/KN 00/P2STPIBN/13/2025	Tanggal : 31 Desember 2025
Revisi : 0	Hal : 12 dari 12