



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL

Eri Hiswara
Suzie Darmawati

Hukum Ketenaganukliran di Indonesia

Kompilasi
dan Analisis



Hukum Ketenaganukliran di Indonesia

**Kompilasi
dan Analisis**

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Eri Hiswara
Suzie Darmawati

Hukum Ketenaganukliran di Indonesia

Kompilasi
dan Analisis

Penerbit BRIN

© 2024 Eri Hiswara & Suzie Darmawati

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Hukum Ketenaganukliran di Indonesia: Kompilasi dan Analisis/Eri Hiswara, Suzie Darmawati–Jakarta: Penerbit BRIN, 2024.

xxiii + 388 hlm.; 14,8 x 21 cm
ISBN 978-602-6303-26-4 (PDF)

- | | |
|------------------|--------------|
| 1. Tenaga Nuklir | 2. Hukum |
| 3. Peraturan | 4. Indonesia |

621.48

Editor Akuisisi & Pendamping : Wijananto
Copy Editor : Emsa Ayudia
Proofreader : Anton Winarko
Penata Isi : S. Imam Setyawan
Desainer Sampul : S. Imam Setyawan

Edisi Pertama : September 2024

Diterbitkan oleh:





Penerbit BRIN, Anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No. 8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat, 10340

Whatsapp: +62 811-1064-6770

e-mail: penerbit@brin.go.id

website: penerbit.brin.go.id

 Penerbit BRIN

 @penerbit_brin

 @penerbit.brin

Daftar Isi

Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Lampiran.....	xv
Pengantar Penerbit.....	xvii
Kata Pengantar	xix
Prakata	xxi
Bab I	Pendahuluan 1
	A. Sekilas Pengembangan Peraturan Ketenaganukliran di Indonesia..... 1
	B. Struktur..... 4
Bab II	Badan Pengawas 7
	A. Peraturan Perundang-undangan 8
	B. Analisis..... 14
Bab III	Perizinan..... 23
	A. Peraturan Perundang-Undangan 25
	B. Analisis..... 71
Bab IV	Pengendalian Impor dan Ekspor..... 77
	A. Peraturan Perundang-Undangan 78
	B. Analisis..... 96

Bab V	Pengecualian dan Klierens	103
	A. Peraturan Perundang-Undangan	104
	B. Analisis.....	116
Bab VI	Keselamatan Radiasi dan Keamanan Zat Radioaktif.....	121
	A. Peraturan Perundang-Undangan	122
	B. Analisis.....	146
Bab VII	Keselamatan Radiasi dalam Aplikasi Medis.....	161
	A. Peraturan Perundang-Undangan	162
	B. Analisis.....	188
Bab VIII	Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir	195
	A. Peraturan Perundang-Undangan	196
	B. Analisis.....	222
Bab IX	Keselamatan dan Keamanan Pertambangan Bahan Galian Nuklir.....	225
	A. Peraturan Perundang-Undangan	226
	B. Analisis.....	239
Bab X	Inspeksi dan Garda-Aman (<i>Safeguards</i>)	243
	A. Peraturan Perundang-undangan	244
	B. Analisis.....	260
Bab XI	Keselamatan Pengangkutan Bahan Radioaktif.....	265
	A. Peraturan Perundang-Undangan	266
	B. Analisis	309
Bab XII	Pengelolaan Limbah Radioaktif dan Bahan Bakar Nuklir Bekas.....	315
	A. Peraturan Perundang-Undangan	316
	B. Analisis.....	326
Bab XIII	Kesiapsiagaan dan Tanggap Darurat Nuklir	329
	A. Peraturan Perundang-Undangan	332
	B. Analisis.....	342
Bab XIV	Pertanggungjawaban Kerugian Nuklir	347
	A. Peraturan Perundang-Undangan	348
	B. Analisis	352
Bab XV	Penutup.....	355

Daftar Pustaka	357
Daftar Lampiran.....	367
Tentang Penulis	379
Indeks	383

Daftar Gambar

Gambar 3.1 Alur Balis BAPETEN	64
Gambar 3.2 Alur Proses Perizinan Fasilitas Industri dan Medis	65
Gambar 11.1 Tanda Radiasi untuk Bungkusan Tipe B(U), Tipe B(M), dan Tipe C.....	291
Gambar 11.2 Label Kategori I-PUTIH.....	292
Gambar 11.3 Label Kategori II-KUNING.....	293
Gambar 11.4 Label kategori III-KUNING	294
Gambar 11.5 Plaket	295

Daftar Tabel

Tabel 3.1	Masa Berlaku Izin Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion ...	29
Tabel 3.2	Masa Berlaku Izin Instalasi Nuklir dan Bahan Nuklir	39
Tabel 3.3	Masa Berlaku Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenaganukliran	48
Tabel 3.4	Masa Berlaku Perizinan Berusaha untuk Menunjang Kegiatan Usaha Sektor Ketenaganukliran	54
Tabel 3.5	Jangka Waktu Pelayanan Perizinan Subsektor Medis.....	66
Tabel 3.6	Jangka Waktu Pelayanan Perizinan Subsektor Industri	66
Tabel 4.1	Barang Konsumen yang Mengandung Zat Radioaktif.....	81
Tabel 4.2	Jenis Barang Konsumen yang Dilarang untuk Diekspor.....	87
Tabel 4.3	Barang Konsumen, Sumber Radiasi Pengion, dan Bahan Nuklir yang Diberlakukan Pembatasan dalam Impor dan Ekspor-Ekstraksi.....	89
Tabel 5.1	Tingkat Pengecualian: Konsentrasi Aktivitas yang Dikecualikan dan Aktivitas Radionuklida yang Dikecualikan (Pembulatan).....	105
Tabel 5.2	Nuklida Induk dan Turunannya dalam Kondisi Keseimbangan	109

Tabel 5.3	Tingkat Pengecualian: Konsentrasi Aktivitas yang Dikecualikan atau Aktivitas Bahan Nuklir yang Dikecualikan (Pembulatan).....	110
Tabel 5.4	Tingkat Klierens untuk Radionuklida Buatan (Tingkat Klierens)	111
Tabel 5.5	Tingkat Klierens untuk Radionuklida Buatan (Radionuklida Induk dan Turunannya	114
Tabel 5.6	Tingkat Klierens untuk Radionuklida Alam.....	115
Tabel 6.1	Nilai Batas Dosis.....	124
Tabel 6.2	Kategori Sumber Radioaktif dan Tingkat Keamanan Sumber Radioaktif untuk Kegiatan Ekspor, Impor, Penggunaan, Produksi radioisotop, dan Pengelolaan Limbah Radioaktif	135
Tabel 6.3	Program Keamanan Sumber Radioaktif.....	138
Tabel 7.1	Tingkat Panduan Diagnostik (CT <i>Scan</i> untuk Kelompok Usia di Atas 15 Tahun).....	170
Tabel 7.2	Tingkat Panduan Diagnostik (Radiografi Umum untuk Kelompok Usia di Atas 15 Tahun)	170
Tabel 7.3	Tingkat Panduan Diagnostik (Kedokteran Nuklir Diagnostik).....	171
Tabel 7.4	Tingkat Panduan Diagnostik (Fluoroskopi Intervensional).....	172
Tabel 7.5	Tingkat Panduan Aktivitas Radionuklida untuk Pasien Diagnostik.....	179
Tabel 7.6	Rekomendasi Jangka Waktu untuk Menunda Kehamilan Setelah Terapi	183
Tabel 7.7	Rekomendasi Penghentian Pemberian Air Susu Ibu setelah Pemberian Radiofarmaka	183
Tabel 7.8	Ukuran Ruang Pemeriksaan pada Pelayanan Radiologi Klinik	190
Tabel 7.9	Perlengkapan Proteksi Radiasi pada Pelayanan Radiologi Klinik	191

Tabel 8.1	Penggolongan Bahan Nuklir.....	216
Tabel 10.1	Objek Pengawasan Berdasarkan Tingkat Risiko	245
Tabel 11.1	Nilai Dasar Radionuklida.....	269
Tabel 11.2	Kategori Bungkus.....	289
Tabel 11.3	Daftar Nomor PBB, Nama, dan Deskripsi Pengiriman	290
Tabel 11.4	Kategorisasi Sumber Radioaktif untuk Pengangkutan	298
Tabel 13.1	Kategori Bahaya Radiologi.....	330
Tabel 13.2	Dosis Panduan Bagi Petugas Penanggulangan	340
Tabel 14.1	Batas Pertanggungjawaban Kerugian Nuklir	350

Daftar Lampiran

Lampiran 1 Daftar Legislasi Nasional Ketenaganukliran.....	367
Lampiran 2 Perjanjian Internasional.....	377

Pengantar Penerbit

Sebagai penerbit ilmiah, Penerbit BRIN mempunyai tanggung jawab untuk terus berupaya menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Upaya tersebut merupakan salah satu perwujudan tugas Penerbit BRIN untuk turut serta membangun sumber daya manusia unggul dan mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam Pembukaan UUD 1945.

Buku yang berjudul *Hukum Ketenaganukliran di Indonesia: Kompilasi dan Analisis* ini di antaranya berisi bahasan tentang penyelenggaraan perizinan berusaha berbasis risiko, khususnya yang berkaitan dengan sektor ketenaganukliran, tentang keselamatan dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir, dan juga tentang keselamatan radiasi pengion dan keamanan zat radioaktif tentunya dengan peraturan perundang-undangan yang terkait didalamnya.

Buku ini secara umum akan sangat bermanfaat bagi para pengguna ketenaganukliran agar aturan yang berlaku dapat seiring dengan aktivitas yang mereka lakukan. Selain itu, harapannya dengan membaca buku ini pembaca akan memiliki ketertarikan terhadap aspek legal dari pemanfaatan ketenaganukliran di Indonesia, serta dapat memetik manfaat dari informasi yang diberikan dalam buku ini.

Terbitnya buku ini dapat memberikan manfaat tidak hanya bagi mereka yang terlibat dalam kegiatan pemanfaatan iptek nuklir atau bagi akademisi hukum, tetapi bagi juga masyarakat secara luas dalam memahami peraturan ketenaganukliran di Indonesia. Harapan lain yang ingin disampaikan adalah bahwa dengan pemahaman ini diharapkan dapat pula membantu dalam mewujudkan sistem dan peraturan ketenaganukliran di Indonesia yang lebih efektif sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan iptek ketenaganukliran yang ada.

Penerbit BRIN

Kata Pengantar

Aplikasi atau pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) nuklir di berbagai bidang—seperti medis, industri, pertanian, dan riset—telah cukup luas beredar di Indonesia, mengingat aplikasi iptek nuklir memberikan manfaat yang besar bagi peningkatan kesejahteraan manusia. Namun, diketahui bahwa aplikasi tersebut juga memiliki risiko dan efek kesehatan yang berbahaya bagi tubuh manusia, yang bahkan bisa menyebabkan terjadinya kematian.

Menyadari adanya risiko tersebut, pihak otoritas kemudian menyusun berbagai peraturan dan ketentuan yang mengatur agar aplikasi tersebut dapat berjalan dengan aman dan selamat tanpa membatasi kegiatan aplikasi itu sendiri. Di Indonesia, peraturan tertinggi terkait iptek nuklir adalah Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran. Ketentuan dalam UU ini kemudian diuraikan lebih lanjut dalam berbagai peraturan pelaksanaannya dalam bentuk peraturan pemerintah, peraturan presiden, dan peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN).

Buku ini memberikan uraian tentang beberapa peraturan perundang-undangan yang dapat dikatakan sebagai inti untuk mendukung aplikasi ketenaganukliran yang aman dan selamat di

Indonesia. Buku ini sebelumnya telah diterbitkan oleh BATAN Press pada tahun 2021, tetapi perlu direvisi karena sejak tahun itu telah terjadi berbagai perkembangan peraturan di tingkat nasional sehingga beberapa peraturan yang ada kemudian dicabut dan digantikan oleh peraturan yang telah mengakomodasi berbagai perkembangan tersebut.

Sebagai pimpinan di Pusat Riset Teknologi Keselamatan, Metrologi, dan Mutu Nuklir (PRTKMMN) yang berada di lingkungan Organisasi Riset Tenaga Nuklir pada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), kami sangat mendukung upaya penulis yang merupakan salah seorang staf periset di PRTKMMN dalam menyusun buku ini. Kegiatan riset yang dilaksanakan oleh PRTKMMN harus selalu dalam koridor peraturan keselamatan dan keamanan radiasi sehingga tidak mengherankan jika penulis buku juga menjadi cukup akrab dengan berbagai peraturan perundang-undangan di bidang ketenaganukliran ini.

Secara umum, buku ini akan sangat bermanfaat bagi para pengguna ketenaganukliran agar aktivitas yang mereka lakukan tetap sejalan dengan aturan yang berlaku. Selain itu, mereka yang memiliki ketertarikan terhadap aspek legal dari pemanfaatan ketenaganukliran di Indonesia diharapkan juga dapat memetik manfaat dari informasi yang diberikan dalam buku ini.

Jakarta, Desember 2023

Dr. Rer. Biol. Hum. Heru Prasetyo, M.Si

Kepala Pusat Riset Teknologi Keselamatan,
Metrologi, dan Mutu Nuklir ORTN BRIN

Prakata

Kegiatan ketenaganukliran di Indonesia barangkali tidak bisa dipisahkan dari pelayanan radiologi yang dilakukan di Centrale Burgerlijke Ziekenhuis (CBZ) sejak awal tahun 1900-an. Setelah kemerdekaan pada tahun 1945, CBZ diubah namanya menjadi Roemah Sakit Oemoem Negeri (SMON). Selanjutnya, pada tahun 1964 namanya diubah menjadi Rumah Sakit Tjipto Mangunkusumo dan dengan statusnya sebagai rumah sakit rujukan nasional saat ini dikenal dengan nama Rumah Sakit Umum Pusat Nasional Cipto Mangunkusumo (RSPUN-CM).

Kegiatan ketenaganukliran di Indonesia makin berkembang sejak dibentuknya Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN) pada tahun 1964. BATAN tidak hanya aktif melakukan penelitian terkait ketenaganukliran di bidang kesehatan, industri, pertanian, dan lain-lain, tetapi juga mempromosikan aplikasi tenaga nuklir untuk maksud-maksud damai ke tengah masyarakat dengan melakukan kerja sama dengan berbagai rumah sakit, perguruan tinggi, pemerintah daerah, dan pihak swasta.

Untuk menjaga agar aplikasi tenaga nuklir berjalan dengan aman dan selamat, BATAN juga membuat berbagai peraturan untuk

mengawasi pelaksanaan aplikasi tersebut. Dengan diserahkannya fungsi pengawasan dari BATAN ke Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) sesuai dengan amanat Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997, tugas penyusunan peraturan perundang-undangan untuk mengawasi aplikasi tenaga nuklir ini juga kemudian menjadi tugas BAPETEN.

Walaupun pemanfaatan tenaga nuklir saat ini sudah cukup berkembang di masyarakat, hukum ketenaganukliran di Indonesia masih belum banyak dikenal orang. Kalau kita menengok ke berbagai perguruan tinggi, mata kuliah khusus tentang hukum ketenaganukliran ini ternyata sama sekali belum ada. Hal ini sangat berbeda dengan—misalnya—mata kuliah tentang hukum lingkungan yang hampir ada di semua perguruan tinggi yang memiliki fakultas hukum atau diajarkan pada program magister studi ilmu lingkungan.

Buku ini merupakan edisi revisi karena sebelumnya telah diterbitkan pada tahun 2021 oleh Penerbit BATAN Press. Setelah penerbitan edisi perdana ini, beberapa peraturan baru telah banyak diundangkan, antara lain PP Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko, khususnya yang berkaitan dengan sektor ketenaganukliran, PP Nomor 52 Tahun 2022 tentang Keselamatan dan Keamanan Pertambangan Bahan Galian Nuklir, dan PP Nomor 45 Tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pengan dan Keamanan Zat radioaktif. Selain itu, beberapa Peraturan BAPETEN yang baru juga telah terbit, dan IAEA juga telah menerbitkan beberapa publikasi baru yang terkait sejak tahun 2021. Bertambahnya peraturan perundang-undangan dan terbitnya publikasi IAEA yang relevan ini membuat adanya kebutuhan untuk merevisi buku sesuai dengan perkembangan tersebut.

Hal lain yang perlu diketahui adalah sejak tahun 2021 BATAN telah diintegrasikan ke dalam Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Sehubungan dengan hal ini, semua kata *BATAN* pada buku ini dapat—atau agar—dibaca sebagai *BRIN*.

Penulis bukan seorang ahli hukum dan juga tidak pernah mendapat kuliah ilmu hukum. Penulis hanya seseorang yang

berkecimpung dalam ilmu ketenaganukliran dan tertarik pada hukum ketenaganukliran. Karena itu, konstruksi buku ini barangkali tidak mengikuti kaidah penulisan buku tentang ilmu hukum pada umumnya, tetapi lebih pada hal-hal yang menarik perhatian penulis dari hukum ketenaganukliran yang ada.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan banyak pihak buku ini tidak dapat terwujud seperti sekarang ini. Untuk itu, Penulis juga menyampaikan banyak terima kasih kepada editor buku yang telah meluangkan waktunya untuk menyempurnakan isi buku dan juga kepada Penerbit BRIN yang bersedia menerbitkan edisi revisi ini.

Buku ini diharapkan dapat bermanfaat tidak hanya bagi mereka yang terlibat dalam kegiatan pemanfaatan iptek nuklir atau masyarakat secara luas, tetapi juga bagi akademisi hukum dalam memahami peraturan ketenaganukliran di Indonesia. Pemahaman ini diharapkan dapat pula membantu dalam mewujudkan sistem dan peraturan ketenaganukliran di Indonesia yang lebih efektif sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan iptek ketenaganukliran yang ada.

Jakarta, Desember 2023

Tim Penulis

Bab I

Pendahuluan

A. Sekilas Pengembangan Peraturan Ketenaganukliran di Indonesia

Seperti telah umum diketahui, Perang Dunia II berakhir tidak lama setelah AS menjatuhkan bom atom di Hiroshima dan Nagasaki di Jepang pada awal Agustus tahun 1945. Pasca-Perang Dunia II ini, AS ternyata terus mengembangkan senjata nuklir dan melakukan uji coba senjata nuklir tersebut baik di pegunungan dan gurun pasir di daerah Nevada maupun di atmosfer kawasan Pasifik. Uji coba senjata nuklir di kawasan Pasifik ini ternyata diikuti pula oleh negara sekutunya, seperti Inggris dan Prancis.

Pada awal tahun 1950-an uji coba tersebut berlangsung dalam frekuensi yang cukup tinggi sehingga menimbulkan debu radioaktif yang sangat besar yang dapat menimbulkan kontaminasi radioaktif di daerah yang sangat luas. Kekhawatiran akan kontaminasi ini muncul di negara-negara yang berada di kawasan Pasifik, tidak terkecuali Indonesia yang bagian timurnya berbatasan langsung dengan Samudra Pasifik.

Sehubungan dengan hal tersebut, pemerintah melalui Keputusan Presiden Nomor 230 Tahun 1954 membentuk Panitia Negara Untuk

Penyelidikan Radioaktivitet yang bertugas untuk menyelidiki kemungkinan adanya jatuhnya radioaktif dari uji coba senjata nuklir tersebut di Indonesia. Hasil kerja panitia dilaporkan kepada Presiden pada tahun 1956 dengan kesimpulan bahwa tidak ada bagian wilayah Indonesia yang terkontaminasi radioaktif akibat uji coba senjata nuklir di kawasan Pasifik dan Indonesia aman dari pengaruh radiasi nuklir.

Seiring dengan kegiatan Panitia Negara tersebut timbul kesadaran akan pentingnya tenaga atom tidak saja untuk memelihara perdamaian dunia, tetapi juga dapat meningkatkan kesejahteraan rakyat. Untuk itu, maka tugas Panitia Negara diteruskan oleh Dewan Tenaga Atom (DTA) dan Lembaga Tenaga Atom (LTA) yang dibentuk pada tanggal 5 Desember 1958.

Pada tahun 1964 LTA disempurnakan oleh Undang-Undang Nomor 31 Tahun 1964 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Tenaga Atom menjadi Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN). Selama periode 1964–1997, BATAN berhasil mengembangkan kegiatan ketenaganukliran di Indonesia dengan membangun reaktor atom riset dengan daya 1 MW di Bandung pada tahun 1965, membangun reaktor riset Kartini dengan daya 100 KW di Yogyakarta, dan yang sangat penting adalah membangun kawasan nuklir di Serpong yang memiliki reaktor riset dengan daya 30 MW, instalasi penyimpanan bahan bakar bekas sementara, instalasi pengolahan limbah radioaktif, instalasi elemen bakar eksperimental, instalasi radiometalurgi, instalasi litbang produksi radioisotop dan radiofarmaka, instalasi keselamatan dan keteknikan reaktor, instalasi spektrometri neutron, dan instalasi perekayasa perangkat nuklir. Selain itu, di kawasan nuklir Pasar Jumat juga berhasil dibangun instalasi iradiator sinar gamma, instalasi eksplorasi dan pengolahan bahan galian nuklir, laboratorium aplikasi isotop dan radiasi di bidang pangan, pertanian dan industri, laboratorium keselamatan dan kesehatan radiasi, laboratorium pendidikan dan pelatihan iptek nuklir, serta gedung peragaan sains dan teknologi nuklir.

Selama periode 1964–1997 ini BATAN melalui Biro Pengawasan Tenaga Atom (BPTA) juga telah berhasil membangun kerangka

hukum ketenaganukliran dengan menerbitkan berbagai peraturan terkait pengawasan aplikasi tenaga nuklir di berbagai bidang. Berbagai peraturan tersebut ditetapkan dengan tujuan agar aplikasi tenaga nuklir dapat dilakukan secara aman, selamat, dan tidak membahayakan kesehatan baik bagi para pekerja, pasien, maupun masyarakat secara umum.

Keinginan yang kuat untuk membangun Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) pada pertengahan tahun 1990-an menjadi salah satu alasan diterbitkannya Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran. Untuk menghindari konflik kepentingan, pada UU tersebut, fungsi pengawasan ketenaganukliran diserahkan kepada Badan Pengawas. Sementara itu, fungsi pelaksana diserahkan kepada Badan Pelaksana. Dengan dasar ini pemerintah membentuk Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) sebagai badan pengawas, sementara badan pelaksana tetap dilaksanakan oleh BATAN yang kepanjangannya berubah menjadi Badan Tenaga Nuklir Nasional¹.

Terkait dengan DTA, UU Nomor 10 Tahun 1997 mengubahnya menjadi Majelis Pertimbangan Tenaga Nuklir (MPTN). Berdasarkan Pasal 5 UU Nomor 10 Tahun 1997, MPTN bertugas memberikan saran dan pertimbangan mengenai pemanfaatan tenaga nuklir. Namun, berbeda dengan DTA yang anggotanya semua pejabat pemerintah, MPTN yang merupakan suatu lembaga nonstruktural dan independen beranggotakan para ahli dan tokoh masyarakat.

Pada awal-awal kegiatannya pada tahun 1998, BAPETEN langsung mengadopsi semua peraturan yang disusun oleh BPTA BATAN menjadi peraturan Kepala BAPETEN. Kebijakan ini ternyata tidak terlalu berjalan dengan baik karena beberapa peraturan yang sebenarnya hanya berlaku di BATAN tapi diperluas menjadi berlaku nasional membuat peraturan tersebut sulit dilaksanakan.

1 Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 78 Tahun 2021 tentang Badan Riset dan Inovasi Nasional. kelembagaan, tugas, fungsi, dan kewenangan BATAN dialihkan menjadi tugas, fungsi, dan kewenangan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Dengan demikian, tugas, fungsi, dan kewenangan BATAN yang ditulis dalam buku ini dapat atau agar, dibaca sebagai tugas, fungsi, dan kewenangan BRIN.

UU Nomor 10 Tahun 1997 selanjutnya diatur lebih lanjut oleh berbagai peraturan pemerintah (PP), dengan masing-masing PP juga diatur pelaksanaannya oleh peraturan yang lebih rendah, yaitu peraturan Kepala BAPETEN (hingga tahun 2018), atau peraturan BAPETEN sesuai nomenklatur yang berlaku saat ini.

B. Struktur

Buku ini bertujuan untuk memperkenalkan beberapa peraturan perundang-undangan utama terkait ketenaganukliran yang berlaku saat ini di Indonesia. Oleh karena itu, tidak semua peraturan diuraikan karena banyak yang merupakan pengembangan dari peraturan utama tersebut. Namun, sedikit berbeda dengan kebanyakan buku dengan subjek hukum yang lain, pada setiap akhir bab diberikan analisis yang barangkali bersifat subjektif. Akan tetapi, analisis-analisis tersebut didasarkan pada peraturan nasional lain yang terkait dan juga pada standar internasional yang diberikan oleh Badan Tenaga Atom Internasional (IAEA).

Untuk dapat memahami ketentuan perundang-undangan ketenaganukliran di Indonesia secara komprehensif, terlebih dahulu perlu diketahui institusi yang mengawal pelaksanaan hukum ketenaganukliran tersebut. Untuk itu, Bab II akan memberikan uraian terkait Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) baik dari sisi organisasi maupun tata kerjanya. Selanjutnya, pada Bab III akan diuraikan mengenai proses perizinan pemanfaatan tenaga nuklir yang mengalami perubahan sejak diberlakukannya Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko.

Pada Bab IV diuraikan pengendalian impor dan ekspor. Ketentuan mengenai kegiatan impor dan ekspor ini diatur dalam beberapa peraturan pemerintah dan peraturan Kepala BAPETEN. Ketentuan terkait pengecualian dan klierens yang diuraikan pada bab V juga banyak diatur oleh peraturan pemerintah dan peraturan Kepala BAPETEN yang sama.

Bab VI menguraikan tentang ketentuan terkait keselamatan radiasi dan keamanan sumber radioaktif pada pemanfaatan ketenaganukliran. Subjek keselamatan dan keamanan ini merupakan inti dari tindakan pengawasan yang harus dilakukan agar pemanfaatan ketenaganukliran berlangsung dengan aman dan selamat.

Bab VII memberikan uraian tentang keselamatan radiasi dalam aplikasi medis². Aplikasi di sektor medis diketahui menjadi aplikasi ketenaganukliran terbesar di Indonesia sehingga peraturan terkait aplikasi ini relatif cukup banyak. Demikian pula dengan kegiatan terkait keselamatan dan instalasi nuklir yang cukup besar sehingga pada Bab VIII secara khusus diuraikan peraturan terkait subjek ini.

Salah satu aspek ketenaganukliran yang juga banyak dibahas adalah pertambangan bahan galian nuklir, terlebih dengan adanya wacana pembangunan pembangkit listrik nuklir dengan bahan bakar thorium. Keselamatan dan keamanan dari pertambangan bahan galian nuklir ini akan dibahas pada Bab IX.

Untuk memastikan ditaatinya peraturan perundang-undangan diperlukan inspeksi keselamatan nuklir, sedangkan untuk memastikan bahwa tujuan pemanfaatan bahan nuklir hanya maksud tujuan damai diperlukan kegiatan *safeguards*³. Bab X akan menguraikan peraturan terkait kedua kegiatan ini.

Bab XI akan menguraikan peraturan terkait keselamatan pengangkutan bahan radioaktif. Ketentuan terkait subjek pengangkutan ini makin diperlukan dengan makin meningkatnya

- 2 Kata *medik* digunakan pada Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 45 tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Zat Radioaktif, dan pada beberapa peraturan kepala (perka) BAPETEN, atau peraturan BAPETEN. Berdasarkan KBBI, kata *medik* ternyata berarti 'juru rawat', sedangkan kata yang seharusnya digunakan untuk padanan kata bahasa Inggris, *medical* (yaitu hal-hal yang berkaitan dengan dokter, atau praktik kedokteran) adalah *medis*. Karena itu, dalam buku ini kutipan langsung kata *medik* dari peraturan tetap ditulis "medik", sedangkan kata *medis* digunakan untuk uraian yang diberikan oleh penulis.
- 3 Istilah "*safeguards*" saat ini banyak diterjemahkan menjadi 'garda-aman'. Namun, karena beberapa peraturan perundang-undangan ketenaganukliran masih menggunakan istilah *safeguards* atau *seifgard*, dalam buku ini istilah *safeguards* tersebut tetap dipertahankan.

kegiatan pemanfaatan ketenaganukliran yang membutuhkan mobilisasi bahan radioaktif dari satu lokasi ke lokasi lain dalam waktu yang tidak terlalu lama.

Peningkatan pemanfaatan ketenaganukliran di Indonesia juga mengakibatkan bertambahnya limbah radioaktif yang perlu dikelola. Untuk itu, Bab XII menguraikan ketentuan terkait pengelolaan limbah radioaktif, dan juga bahan bakar nuklir bekas dari suatu kegiatan reaktor nuklir.

Bab XIII menguraikan ketentuan mengenai kesiapsiagaan dan tanggap darurat nuklir yang sangat diperlukan dalam menghadapi kemungkinan terjadinya keadaan yang bisa berlangsung setiap saat. Setelah itu, Bab XIV menguraikan ketentuan mengenai pertanggungjawaban kerugian nuklir sekiranya terjadi suatu kecelakaan nuklir yang tidak diharapkan.

Buku ini diakhiri dengan Bab XV yang memberikan penutup yang berupa ringkasan dari setiap subjek peraturan dalam pemanfaatan ketenaganukliran. Diharapkan agar peraturan ketenaganukliran di Indonesia secara berkala dapat direvisi atau diperbarui sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir itu sendiri, baik di tingkat nasional maupun tingkat internasional.

Bab II

Badan Pengawas

Badan nasional yang diberi mandat untuk melaksanakan pengawasan terhadap pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia adalah BAPETEN. BAPETEN dibentuk berdasarkan Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 dan Pasal 4 UU tersebut menyatakan,

"pemerintah membentuk Badan Pengawas yang berada di bawah dan bertanggung jawab langsung kepada Presiden, yang bertugas melaksanakan pengawasan terhadap segala kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir".

Keberadaan BAPETEN diperkuat dengan Keputusan Presiden No. 103 Tahun 2001. Keppres ini menyatakan bahwa "Lembaga Pemerintah Non Departemen" (LPND) adalah lembaga pemerintah pusat yang dibentuk untuk melaksanakan tugas pemerintahan tertentu dari presiden, dan berada di bawah dan bertanggung jawab kepada presiden. Salah satu LPND yang dibentuk tersebut adalah BAPETEN.

A. Peraturan Perundang-undangan

1. Fungsi dan Wewenang Badan Pengawas

Sesuai dengan Pasal 14 pada UU No. 10 Tahun 1997, pengawasan terhadap pemanfaatan tenaga nuklir dilaksanakan oleh Badan Pengawas melalui peraturan, perizinan, dan inspeksi. Pengawasan ini ditujukan untuk

- 1) terjaminnya kesejahteraan, keamanan, dan ketenteraman masyarakat;
- 2) menjamin keselamatan dan kesehatan pekerja dan anggota masyarakat serta perlindungan terhadap lingkungan hidup;
- 3) memelihara tertib hukum dalam pelaksanaan pemanfaatan tenaga nuklir;
- 4) meningkatkan kesadaran hukum pengguna tenaga nuklir untuk menimbulkan budaya keselamatan di bidang nuklir;
- 5) mencegah terjadinya perubahan tujuan pemanfaatan bahan nuklir; dan
- 6) menjamin terpeliharanya dan ditingkatkannya disiplin petugas dalam pelaksanaan pemanfaatan tenaga nuklir.

Fungsi dan kewenangan BAPETEN selanjutnya diatur dalam Keppres No. 103 tahun 2001. Sesuai dengan Pasal 29 keppres tersebut, BAPETEN menyelenggarakan fungsi sebagai berikut:

- 1) pengkajian dan penyusunan kebijakan nasional di bidang pengawasan tenaga nuklir,
- 2) koordinasi kegiatan fungsional dalam pelaksanaan tugas BAPETEN,
- 3) fasilitasi dan pembinaan terhadap kegiatan instansi pemerintah di bidang pengawasan tenaga nuklir,
- 4) penyelenggaraan pembinaan dan pelayanan administrasi umum di bidang perencanaan umum, ketatausahaan, organisasi dan tatalaksana, kepegawaian, keuangan, kearsipan, hukum, persandian, perlengkapan dan rumah tangga.

Selanjutnya, berdasarkan Pasal 30 Perpres 103 Tahun 2001, untuk menyelenggarakan fungsinya, BAPETEN diberikan kewenangan dalam hal berikut:

- 1) penyusunan rencana nasional secara makro di bidangnya,
- 2) perumusan kebijakan di bidangnya untuk mendukung pembangunan secara makro,
- 3) penetapan persyaratan akreditasi dan sertifikasi di bidangnya,
- 4) kewenangan lain sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku, yaitu
 - a) perumusan dan pelaksanaan kebijakan tertentu di bidang pengawasan tenaga nuklir,
 - b) perumusan kebijakan pengawasan pemanfaatan teknologi tinggi yang strategis di bidangnya,
 - c) penetapan pedoman pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir,
 - d) penjaminan kesejahteraan, keamanan, dan ketenteraman masyarakat dari bahaya nuklir,
 - e) penjaminan keselamatan dan kesehatan pekerja dan anggota masyarakat serta perlindungan lingkungan hidup dari bahaya nuklir,
 - f) pencegahan terjadinya perubahan tujuan pemanfaatan bahan nuklir.

Peraturan lain yang terkait dengan tugas, fungsi, dan wewenang BAPETEN adalah sebagai berikut.

- 1) Keputusan Presiden No. 3 Tahun 2002 (Keppres No.3, 2002a), antara lain menyatakan bahwa dalam melaksanakan tugasnya BAPETEN dikoordinasikan oleh Menteri Negara Riset dan Teknologi;
- 2) Keputusan Presiden No. 46 Tahun 2002 (Keppres No.46, 2002b), antara lain menyatakan bahwa koordinasi yang dimaksud meliputi koordinasi dalam perumusan kebijakan yang berkaitan dengan instansi pemerintah lainnya serta penyelesaian permasalahan yang timbul dalam pelaksanaan kebijakan dimaksud;

- 3) Peraturan Presiden No. 145 Tahun 2015 (Perpres No.145, 2015), antara lain menyatakan bahwa Kepala BAPETEN dapat dijabat oleh bukan pegawai negeri sipil.

2. Pelaksanaan Pengawasan

Beberapa ketetapan lain pada UU No. 10 Tahun 1997 yang berkaitan dengan kegiatan pelaksanaan pengawasan, di antaranya sebagai berikut.

- 1) Berkaitan dengan keselamatan dan keamanan: Pasal 16,

"Setiap kegiatan yang berkaitan dengan pemanfaatan tenaga nuklir wajib memperhatikan keselamatan, keamanan dan ketenteraman, kesehatan pekerja dan anggota masyarakat, serta perlindungan terhadap lingkungan hidup".

- 2) Berkaitan dengan perizinan: Pasal 17 dan 18,

"Setiap pemanfaatan tenaga nuklir wajib memiliki izin, kecuali dalam hal-hal tertentu yang diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah",

"Pembangunan dan pengoperasian reaktor nuklir dan instalasi nuklir lainnya serta dekomisioning reaktor nuklir wajib memiliki izin", dan "setiap izin dikenakan biaya".

- 3) Berkaitan dengan izin bekerja bagi petugas: Pasal 19,

"Setiap petugas yang mengoperasikan reaktor nuklir dan petugas tertentu di dalam instalasi nuklir lainnya dan di dalam instalasi yang memanfaatkan sumber radiasi pengion wajib memiliki izin".

- 4) Berkaitan dengan inspeksi: Pasal 20,

"Inspeksi terhadap instalasi nuklir dan instalasi yang memanfaatkan radiasi pengion dilaksanakan oleh Badan Pengawas dalam rangka pengawasan terhadap ditaatinya syarat-syarat dalam perizinan dan peraturan perundang-undangan di bidang keselamatan nuklir, dilaksanakan oleh inspektur yang diangkat dan diberhentikan oleh

Badan Pengawas, dan dilaksanakan secara berkala dan sewaktu-waktu".

5) Berkaitan pembinaan: Pasal 21,

"Badan pengawas melakukan pembinaan berupa bimbingan dan penyuluhan mengenai pelaksanaan upaya yang menyangkut keselamatan dan kesehatan pekerja, dan anggota masyarakat serta perlindungan terhadap lingkungan hidup".

3. Sistem Manajemen Badan Pengawas

Dalam rangka meningkatkan fungsi dan kualitas penyelenggaraan pemerintahan serta dalam rangka mencapai sasaran terwujudnya sistem manajemen pengawasan ketenaganukliran yang sesuai dengan rekomendasi internasional dan mendukung pencapaian visi dan misinya, Badan Pengawas Tenaga Nuklir telah menetapkan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 14 Tahun 2014 tentang Sistem Manajemen Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Perka BAPETEN yang merupakan revisi dari Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 10 Tahun 2011 tentang hal yang sama.

Ruang lingkup sistem manajemen meliputi penetapan dan penerapan persyaratan manajemen secara menyeluruh dan terintegrasi pada proses pengawasan tenaga nuklir di BAPETEN melalui pemenuhan persyaratan yang mengintegrasikan unsur keselamatan, kesehatan, lingkungan, keamanan, mutu dan ekonomi. Untuk itu, Perka BAPETEN Nomor 10 Tahun 2011 (yang diubah dengan Perka BAPETEN No.14 Tahun 2014) disusun dengan mengintegrasikan persyaratan dari IAEA GSR-3, ISO 9001:2008, dan ISO 9004:2009.

Dalam Perka ini dinyatakan pula mengenai visi dan misi BAPETEN sebagai berikut.

- 1) Visi: menjadi badan pengawas ketenaganukliran yang berkelas dunia.
- 2) Misi:
 - a) melaksanakan pengawasan ketenaganukliran terhadap aspek keselamatan, keamanan dan *safeguards* sesuai dengan standar internasional;
 - b) mengembangkan dan memperkuat infrastruktur keamanan nuklir dan kesiapsiagaan nuklir nasional.

4. Inspeksi Pemanfaatan Tenaga Nuklir

Dalam rangka pengawasan terhadap ketaatan kepada persyaratan perizinan dan peraturan perundang-perundangan dalam pemanfaatan tenaga nuklir perlu dilaksanakan inspeksi terhadap instalasi nuklir dan instalasi yang memanfaatkan sumber radiasi pengion. Ketentuan mengenai inspeksi ini dituangkan dalam Perka BAPETEN No.1 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Inspeksi dalam Pengawasan Pemanfaatan Tenaga Nuklir, yang merupakan perubahan dari Perka BAPETEN Nomor 18 Tahun 2012 tentang Inspektur Keselamatan Nuklir Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Uraian lebih lanjut mengenai inspeksi dijelaskan pada Bab IX.

Berdasar Perka BAPETEN No.1 Tahun 2017, objek pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir terdiri atas fasilitas radiasi dan zat radioaktif (FRZR) dan instalasi dan bahan nuklir (IBN). Objek pengawasan dikelompokkan berdasarkan analisis risiko yang meliputi aspek keselamatan nuklir, keselamatan radiasi, dan/atau keamanan sumber radioaktif dan bahan nuklir. Kelompok objek pengawasan berdasarkan analisis risiko tersebut terdiri atas risiko tinggi, risiko sedang, dan risiko rendah.

5. Penerimaan Negara Bukan Pajak

Biaya izin seperti yang ditetapkan pada Pasal 18 UU No. 10 Tahun 1997 saat ini ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah setelah usulan besar izin yang diusulkan BAPETEN disetujui oleh Menteri Keuangan. Biaya izin ini merupakan salah satu penerimaan negara bukan pajak (PNBP) yang dikelola oleh BAPETEN.

Jenis dan tarif atas jenis PNBP yang berlaku pada BAPETEN saat ini adalah yang ditetapkan pada Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2022 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Bukan Pajak yang berlaku pada Badan Pengawas Tenaga Nuklir. PP ini mencabut dan menyatakan PP No. 56 Tahun 2014 tidak berlaku lagi. Selain itu, Menteri Keuangan juga telah menerbitkan Peraturan Menteri Keuangan Nomor 137/PMK.02/2021 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Bersifat Volatil dan Kebutuhan Mendesak pada Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Permenkeu, 2021).

Sesuai dengan PP 42 Tahun 2022, jenis PNBP yang berlaku pada BAPETEN meliputi penerimaan berikut:

- 1) Perizinan:
 - a) pemanfaatan sumber radiasi pengion,
 - b) pendukung sektor ketenaganukliran;
- 2) Penerbitan ketetapan selain perizinan:
 - a) pernyataan pembebasan untuk kegiatan pada fasilitas pemanfaatan sumber radiasi pengion,
 - b) pernyataan pembebasan fasilitas pengelolaan limbah radioaktif,
 - c) pernyataan pembebasan reaktor nuklir,
 - d) pernyataan pembebasan fasilitas penyimpanan sementara bahan bakar nuklir bekas,
 - e) pernyataan pembebasan fasilitas yang digunakan untuk pemurnian, konversi, pengayaan bahan nuklir, fabrikasi bahan bakar nuklir, dan/atau pengolahan ulang bahan bakar nuklir bekas termasuk instalasi radiometalurgi,
 - f) pernyataan pembebasan fasilitas penambangan bahan galian nuklir, dan

- g) persetujuan [untuk] evaluasi tapak instalasi nuklir, desain instalasi nuklir, modifikasi/perubahan desain fasilitas sumber radiasi pengion, perubahan desain instalasi nuklir, modifikasi instalasi nuklir, utilisasi instalasi nuklir, desain radioaktif, dan desain bungkusan zat radioaktif;
- 3) Penyelenggaraan ujian lisensi bagi personel yang akan bekerja sebagai petugas tertentu pada instalasi yang memanfaatkan sumber radiasi pengion untuk memperoleh surat izin bekerja;
- 4) Penyelenggaraan sertifikasi kompetensi bagi petugas keamanan sumber/zat radioaktif; dan
- 5) Penyelenggaraan pelatihan pejabat fungsional pengawas radiasi.

Sementara itu, Peraturan Menteri Keuangan (Permenkeu) Nomor 137/PMK.02/2021 disusun sesuai dengan ketentuan Pasal ayat (1) dan (2) PP Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko, yang salah satunya adalah sektor ketenaganukliran. Dalam Permenkeu ini diberikan nilai PNBP penerimaan yang bersifat volatil dan kebutuhan mendesak yang bersifat penyelenggaraan pelatihan penyegaran petugas proteksi radiasi (PPR) yang bekerja pada instalasi yang memanfaatkan sumber radiasi pengion, pelatihan di sektor ketenaganukliran, dan kebutuhan mendesak dari perizinan dan penerbitan penetapan selain perizinan.

B. Analisis

Standar kerja yang harus dimiliki oleh badan pengawas ketenaganukliran telah direkomendasikan oleh IAEA (Badan Tenaga Atom Internasional), sebuah organisasi yang menangani isu ketenaganukliran di tingkat internasional. Pada publikasi yang berjudul "Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety" (IAEA, 2016), IAEA telah menyusun tanggung jawab dan fungsi badan pengawas, yaitu sebagai berikut.

- 1) Badan pengawas harus menyusun organisasi dan mengelola sumber dayanya dalam melaksanakan tanggung jawabnya dan melakukan fungsinya secara efektif. Hal ini dapat dicapai dengan

cara yang sesuai dengan risiko radiasi yang terkait dengan fasilitas dan kegiatannya.

- 2) Badan pengawas harus melakukan fungsinya dengan cara yang tidak memberikan kompromi terhadap independensinya.
- 3) Badan pengawas harus memiliki pekerja dengan kualifikasi dan kompetensi yang cukup, sesuai dengan sifat dan jumlah fasilitas dan kegiatan yang diatur untuk melakukan fungsinya dan melaksanakan tanggung jawabnya.
- 4) Badan pengawas harus menetapkan, menerapkan, dan mengkaji serta menyempurnakan sistem manajemennya yang sejalan dengan tujuan keselamatan dan memberikan sumbangan bagi pencapaiannya.
- 5) Badan pengawas harus memperoleh saran teknis atau layanan profesional dari pakar yang lain dalam mendukung fungsi pengawasannya, tetapi hal ini tidak membebaskan badan pengawas dari tanggung jawabnya.
- 6) Badan pengawas harus menetapkan mekanisme formal dan informal dalam komunikasi dengan pihak berwenang yang lain dalam setiap isu terkait keselamatan, melakukan hubungan yang profesional dan konstruktif.
- 7) Badan pengawas harus menjamin bahwa pengendalian pengawasan berjalan dengan stabil dan konsisten.
- 8) Otorisasi oleh badan pengawas, termasuk spesifikasi kondisi yang diperlukan untuk keselamatan, harus menjadi prasyarat bagi semua fasilitas dan kegiatan yang secara eksplisit tidak dikecualikan atau disetujui dengan proses notifikasi.
- 9) Pemohon izin harus menyerahkan bukti kepeduliannya terhadap keselamatan dalam mendukung permohonan untuk otorisasi fasilitas atau kegiatan.
- 10) Badan pengawas harus meninjau ulang dan mengkaji informasi yang relevan—baik yang diserahkan oleh pihak yang diberi kewenangan atau penjual, yang dikumpulkan oleh badan pengawas, maupun yang diperoleh dari mana pun juga—untuk

menentukan apakah fasilitas atau kegiatan telah memenuhi persyaratan pengawasan dan kondisi yang ditetapkan dalam otorisasi. Tinjauan dan kajian informasi ini harus dilakukan sebelum otorisasi dan kemudian selama masa operasi fasilitas atau kegiatan, seperti yang ditentukan dalam peraturan yang ditetapkan badan pengawas atau dalam otorisasi.

- 11) Peninjauan dan pengkajian fasilitas atau kegiatan harus sesuai dengan risiko radiasi yang terkait dengan fasilitas atau kegiatan tersebut, sesuai dengan pendekatan bertingkat (*graded approach*).
- 12) Badan pengawas harus melakukan inspeksi fasilitas dan kegiatan untuk memverifikasi bahwa pihak yang diberi kewenangan memenuhi persyaratan pengawasan dengan dan kondisi yang ditetapkan dalam otorisasi.
- 13) Inspeksi fasilitas dan kegiatan harus meliputi inspeksi berkala dan sewaktu-waktu, baik yang diberitahukan maupun yang tidak diberitahukan sebelumnya.
- 14) Inspeksi fasilitas dan kegiatan harus sesuai dengan risiko radiasi yang terkait dengan fasilitas atau kegiatan tersebut, sesuai dengan pendekatan bertingkat.
- 15) Badan pengawas harus menetapkan dan menerapkan kebijakan penegakan hukum dalam kerangka legal dalam merespons ketidakpatuhan pihak yang diberi kewenangan terhadap persyaratan pengawasan atau terhadap kondisi yang ditentukan dalam otorisasi.
- 16) Dalam kejadian ketika risiko teridentifikasi—termasuk risiko yang tidak terlihat saat proses otorisasi—badan pengawas harus meminta pihak yang diberi kewenangan untuk melakukan tindakan korektif.
- 17) Badan pengawas harus menetapkan atau mengadopsi peraturan dan pedoman untuk menentukan prinsip, persyaratan, dan kriteria yang terkait untuk keselamatan yang menjadi dasar dalam melakukan penilaian, pengambilan keputusan, dan tindakan dalam pengawasan.

- 18) Peraturan dan pedoman harus ditinjau ulang dan direvisi jika perlu agar selalu mutakhir, dengan perhatian harus diberikan pada standar keselamatan dan standar teknis internasional yang relevan, juga pada pengalaman yang telah dimiliki.
- 19) Badan pengawas harus memberitahukan pihak yang berkepentingan dan masyarakat mengenai prinsip dan kriteria keselamatan yang terkait yang ditetapkan dalam peraturan dan pedomannya. Peraturan serta pedoman tersebut harus tersedia dan mudah diperoleh.
- 20) Badan pengawas harus membuat ketentuan untuk menetapkan, memelihara, dan mengambil kembali rekaman yang terkait dengan keselamatan fasilitas dan kegiatan.
- 21) Badan pengawas harus mempromosikan penetapan cara yang tepat dalam memberikan informasi dan melakukan konsultasi dengan pihak yang berkepentingan dan masyarakat tentang kemungkinan risiko radiasi yang terkait dengan fasilitas dan kegiatan serta tentang proses dan keputusan badan pengawas.

Secara umum, tanggung jawab dan fungsi badan pengawas seperti yang direkomendasikan oleh IAEA tersebut telah dipenuhi oleh BAPETEN sebagai badan pengawas ketenaganukliran di Indonesia. Secara khusus, beberapa tanggung jawab dan fungsi tersebut dapat dibahas sebagai berikut.

1. Organisasi

Sesuai dengan UU No. 10 Tahun 1997, BAPETEN saat ini merupakan badan yang independen, berada di bawah dan bertanggung jawab langsung kepada presiden dalam melaksanakan pengawasan terhadap segala kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir. Struktur organisasinya juga telah disusun sejak awal pembentukannya pada tahun 1998.

Sesuai dengan Keppres No.3 Tahun 2002, dalam melaksanakan tugasnya BAPETEN dikoordinasikan oleh Menteri Negara Riset dan Teknologi. Hal ini juga ditegaskan oleh Peraturan BAPETEN Nomor 9 Tahun 2020 (PerBAPETEN No.9, 2020d), yang menyatakan

bahwa dalam melaksanakan tugasnya BAPETEN dikoordinasikan oleh menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi.

Suatu perubahan yang signifikan pada organisasi pemerintahan terjadi pada tahun 2021 dengan diterbitkannya Keputusan Presiden Nomor 72/P Tahun 2021 tentang Pembentukan dan Pengubahan Kementerian serta Pengangkatan Beberapa Menteri Negara Kabinet Indonesia Maju Periode Tahun 2019–2024. Dengan dasar ini, telah dibentuk Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, dan Kementerian Investasi/Badan Koordinasi Penanaman Modal. Pada saat yang bersamaan juga dibentuk Badan Riset dan Inovasi Nasional sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 78 Tahun 2021 tentang Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Dengan dasar Keppres Nomor 72/P Tahun 2021 juga telah ditetapkan Peraturan Presiden Nomor 31 Tahun 2021 tentang Penataan Tugas dan Fungsi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi dan Kementerian Investasi/Badan Koordinasi Penanaman Modal pada Kabinet Indonesia Maju periode Tahun 2019–2024.

Pasal 1 Perpres Nomor 31 Tahun 2021 menyatakan, antara lain bahwa menteri pendidikan, kebudayaan, riset, dan teknologi memimpin dan mengoordinasikan penyelenggaraan urusan pemerintahan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi yang dilaksanakan oleh Kementerian Riset dan Teknologi sebagaimana dimaksud dalam Peraturan Presiden Nomor 50 Tahun 2020 tentang Kementerian Riset dan Teknologi.

Dengan dasar Peraturan BAPETEN Nomor 9 Tahun 2020 dan Perpres Nomor 31 Tahun 2021, koordinasi tugas BAPETEN sepertinya akan menjadi tugas Kemendikbudristek. Namun apakah demikian yang terjadi? Sampai saat ini hal tersebut masih belum jelas karena belum ada peraturan resminya.

Selanjutnya, fungsi BAPETEN dalam menyelenggarakan peraturan, perizinan, dan inspeksi perlu dianalisis. Hal ini dilaksanakan setelah BAPETEN menyusun peraturan dan memberikan perizinan, selayaknya pengawasan terhadap pelaksanaan dari peraturan tersebut

yang dilakukan melalui inspeksi diselenggarakan oleh instansi lain untuk meminimalkan konflik kepentingan. Alternatif lain, jika BAPETEN tetap akan menyelenggarakan inspeksi, tugas menyusun peraturan dan pemberian izin sebaiknya dilakukan oleh kementerian teknis yang membidangi isu terkait. Patut diingat bahwa gagasan dasar pemisahan fungsi promosi yang dilaksanakan BATAN dengan fungsi pengawasan yang dilaksanakan BAPETEN adalah juga untuk menghilangkan konflik kepentingan seperti itu.

Pandangan sebagaimana telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya untuk memisahkan fungsi penyusunan peraturan dan pemberian perizinan dengan fungsi inspeksi dapat dikatakan merupakan pandangan yang sangat idealis, tetapi juga dilatarbelakangi oleh realita yang sering terjadi di lapangan untuk bidang kegiatan yang lain. Namun demikian, fungsi BAPETEN ini tidak mendapat komentar dari IAEA yang salah satu tugasnya juga adalah memberikan saran terkait tugas badan pengawas di berbagai negara. Dengan kenyataan ini, tugas BAPETEN tersebut tidak masalah dan masih memenuhi kriteria IAEA.

Berdasarkan Persyaratan 20 pada publikasi GSR Part 1-nya, IAEA menyatakan bahwa badan pengawas harus memperoleh saran dan layanan profesional teknis atau keahlian lainnya jika diperlukan untuk mendukung fungsi pengaturannya, tetapi hal ini tidak membebaskan badan pengawas dari tanggung jawab yang diberikan kepadanya (IAEA, 2016a). Saran tersebut dapat diberikan oleh suatu organisasi pendukung teknis (*TSO, technical support organization*) yang dapat bersifat internal ataupun eksternal (IAEA, 2018c). Tugas TSO internal di BAPETEN dilaksanakan oleh dua pusat pengkajian yang berada di bawah Deputy Bidang Pengkajian Keselamatan Nuklir. Unit kerja yang melakukan tugas pengaturan juga berada di bawah deputy yang sama.

Pemberian nama Deputy Bidang Pengkajian Keselamatan Nuklir ini dapat dikritisi karena menyiratkan bahwa tugas TSO ternyata lebih penting dibandingkan dengan tugas pengaturan. Padahal, tugas utama BAPETEN meliputi peraturan, perizinan, dan inspeksi. Jika satu deputy yang lain diberi nama Deputy Bidang Perizinan dan Inspeksi—nama

yang mencerminkan dua tugas utama BAPETEN—Deputi Bidang Pengkajian Keselamatan Nuklir akan lebih baik jika diberi nama seperti Deputi Bidang Peraturan yang mencerminkan tugas utama BAPETEN yang lain.

Tidak kompromi terhadap independensinya dalam melaksanakan tugas pengawasan pemanfaatan ketenaganukliran merupakan hal yang sulit untuk dapat dibuktikan apakah berjalan dengan baik. Namun, sampai saat ini tidak terdengar ada kasus terkait independensi yang sampai menyeruak ke masyarakat luas sehingga dapat dikatakan bahwa independensi tersebut dapat dijaga dengan baik oleh seluruh pimpinan dan staf BAPETEN.

Terkait dengan kualifikasi dan kompetensi pekerja, pimpinan BAPETEN diharapkan dapat terus mendukung stafnya untuk mengikuti pendidikan formal yang lebih tinggi agar wawasan berpikir mereka menjadi lebih luas. Demikian pula pelatihan harus terus menerus diberikan kepada para staf—terutama staf muda—agar keterampilan mereka dapat terus meningkat.

2. Sistem Manajemen

Sistem manajemen di BAPETEN telah tertata dengan baik. Seperti yang telah diuraikan, BAPETEN telah menetapkan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 14 Tahun 2014 tentang Sistem Manajemen Badan Pengawas Tenaga Nuklir yang disusun dengan mengintegrasikan persyaratan dari ISO 9001, ISO 9004, dan IAEA GS-R-3.

Walaupun demikian, pada tahun 2016 IAEA telah menerbitkan publikasi IAEA GSR Part 2 (IAEA, 2016b) yang menggantikan IAEA GS-R-3. Mengingat acuannya telah diganti, maka sudah selayaknya Perka BAPETEN Nomor 10 Tahun 2011 tersebut direvisi sesuai dengan perkembangan yang ada.

Pada tahun 2016 BAPETEN menerbitkan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2016 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan di Lingkungan Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Selanjutnya, pada tahun 2020 BAPETEN juga menerbitkan Peraturan BAPETEN Nomor 8 Tahun

2020 tentang Sistem Manajemen Keamanan Informasi di Lingkungan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (PerBAPETEN No.8, 2020c).

Kedua Peraturan BAPETEN tersebut cukup membingungkan karena seharusnya hanya ada satu sistem manajemen untuk seluruh kegiatan di suatu instansi. Tindakan yang lebih tepat barangkali merevisi Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 14 Tahun 2014 dengan mengintegrasikan aspek keselamatan dan kesehatan kerja dan lingkungan, dan aspek keamanan informasi, sekaligus memutakhirkan acuan dari publikasi IAEA seperti yang disebutkan terdahulu.

3. Kerja Sama dan Komunikasi

BAPETEN telah melakukan kerja sama dan komunikasi yang baik dengan seluruh pemangku kepentingannya. Dalam menyusun berbagai peraturan ketenaganukliran, BAPETEN telah mengundang sebanyak mungkin pemangku kepentingan untuk secara bersama-sama merumuskan peraturan tersebut sehingga semua pandangan dan kepentingan dapat diakomodasi. Demikian pula dalam menyusun kewenangan yang bisa bersinggungan dengan kewenangan kementerian atau lembaga pemerintahan yang lain, BAPETEN telah melakukan komunikasi agar kewenangan masing-masing dapat dirumuskan dengan baik. Rumusan ini misalnya yang terkait dengan kewenangan inspeksi di fasilitas atau instalasi ketenaganukliran di rumah sakit dengan Kementerian Kesehatan, atau kewenangan yang terkait dengan kedaruratan nuklir dalam skala nasional dengan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).

4. Penyusunan peraturan dan penegakannya

Sebelum dibentuknya BAPETEN pada tahun 1998, tugas inspeksi pemanfaatan tenaga nuklir serta promosi ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir dilaksanakan oleh BATAN (saat itu kepanjangannya masih Badan Tenaga Atom Nasional). Hal ini didasarkan pada Pasal 3 UU No. 31, 1964 tentang Ketentuan Pokok Tenaga Atom,

"Presiden membentuk suatu Badan Tenaga Atom Nasional yang melaksanakan, mengatur, dan mengawasi penelitian serta penggunaan tenaga atom di Indonesia demi keselamatan, kesehatan dan kesejahteraan rakyat Indonesia".

Walaupun demikian, seiring dengan berjalannya waktu, disadari bahwa fungsi pelaksanaan dan pengaturan perlu dipisah untuk menghindari tumpang tindih kegiatan pemanfaatan dan pengawasan, sekaligus untuk mengoptimalkan pengawasan yang ditujukan untuk lebih meningkatkan keselamatan nuklir. Untuk itu, pada Pasal 4 UU Nomor 10 Tahun 1997 ditetapkan,

"Pemerintah membentuk Badan Pengawas yang berada di bawah dan bertanggung jawab langsung kepada Presiden, yang bertugas melaksanakan pengawasan terhadap segala kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir".

Sejak ditetapkannya UU Nomor 10 Tahun 1997 ini, secara resmi fungsi pengawasan dilaksanakan oleh Badan Pengawas yang dalam hal ini adalah Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), sementara fungsi promosi dilaksanakan oleh Badan Pelaksana yang dalam hal ini adalah Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN).

Bab III

Perizinan

Berdasarkan Pasal 17 Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997, setiap pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia wajib memiliki izin. Izin juga diwajibkan dalam pembangunan dan pengoperasian reaktor nuklir dan instalasi nuklir lainnya serta dekomisioning reaktor nuklir.

Ketentuan Pasal 17 UU tersebut dilaksanakan oleh PP Nomor 29 Tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir (PP No.29, 2008) dan PP Nomor 2 Tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir. (PP No.2, 2014). Dengan adanya PP Nomor 2 Tahun 2014, ketentuan mengenai perizinan pemanfaatan bahan nuklir dalam PP Nomor 29 Tahun 2008 dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Pada tahun 2020 terbit Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja. Namun, Mahkamah Konsitusi (MK) dengan putusan Nomor 91/PUU-XVIII/2020 menyatakan bahwa UU Cipta Kerja tersebut inkonstitusional bersyarat. Menindaklanjuti putusan MK ini, pemerintah menerbitkan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang (Perppu) Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja. Perppu ini selanjutnya ditetapkan menjadi UU oleh UU Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti

Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja Menjadi Undang-Undang.

Pada tahun 2021, terbit Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko yang merupakan peraturan pelaksana ketentuan Pasal 12 Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja. Walaupun UU No. 11 Tahun 2020 telah dicabut dan diganti dengan Perppu No. 2 Tahun 2022, PP No. 5 Tahun 2021 tetap dinyatakan berlaku karena tidak bertentangan dengan Perppu No.2 Tahun 2022 tersebut.

Untuk melaksanakan PP Nomor 5 Tahun 2021, kemudian diterbitkan Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Per BAPETEN) Nomor 3 Tahun 2021 tentang Standar Kegiatan Usaha dan Standar Produk Pada Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenaganukliran dan Peraturan BAPETEN Nomor 1 Tahun 2022 tentang Penatalaksanaan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenaganukliran.

Mengingat pemanfaatan tenaga nuklir dilakukan tidak hanya oleh pelaku usaha, tetapi juga oleh nonpelaku usaha, PP Nomor 5 Tahun 2021 kemudian dinyatakan hanya diberlakukan kepada pelaku usaha. Sesuai Peraturan Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM) No. 4 tahun 2021 tentang Pedoman dan Tata Cara Pelayanan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko dan Fasilitas Penanaman Modal (PerBPKM No.4, 2021), pelaku usaha terdiri atas

- 1) orang perseorangan,
- 2) badan usaha (yang terdiri atas perseroan terbatas, persekutuan komanditer, persekutuan firma, persekutuan perdata, koperasi, yayasan, perusahaan umum, perusahaan umum daerah, badan hukum lainnya yang dimiliki oleh negara, dan lembaga penyinaran),
- 3) kantor perwakilan, dan
- 4) badan usaha luar negeri.

Sementara itu, nonpelaku usaha adalah entitas selain yang telah ditetapkan sebagai pelaku usaha sebagaimana yang diatur dalam peraturan BKPM, seperti rumah sakit yang dikelola oleh pemerintah yang tidak berbentuk badan layanan umum (BLU) atau Badan Layanan Umum Daerah (BLUD).

A. Peraturan Perundang-Undangan

1. Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion oleh Nonpelaku Usaha

Perizinan pemanfaatan sumber radiasi pengion untuk nonpelaku usaha diatur dalam PP Nomor 29 Tahun 2008. PP ini mengatur persyaratan dan tata cara perizinan pemanfaatan sumber radiasi pengion dan bahan nuklir (subjek bahan nuklir kemudian dicabut dari PP ini dan diatur dalam PP Nomor 2 Tahun 2014), serta pengecualian dari kewajiban memiliki izin pemanfaatan sumber radiasi pengion.

a. Pengelompokan Pemanfaatan

Berdasarkan risiko radiasi yang dapat ditimbulkannya, pemanfaatan sumber radiasi pengion dikelompokkan atas kelompok A, kelompok B, dan kelompok C. Kegiatan yang termasuk dalam masing-masing kelompok dapat dilihat pada Tabel 3.1 yang memberikan masa berlaku izin pemanfaatan.

b. Persyaratan Izin

Setiap orang atau badan yang akan melaksanakan pemanfaatan sumber radiasi pengion dan bahan nuklir wajib memiliki izin dari Kepala BAPETEN, meski dalam hal tertentu kewajiban ini dapat dikecualikan⁴. Untuk memperoleh izin, pemohon harus memenuhi persyaratan administratif, teknis, dan/atau khusus.

Persyaratan administratif untuk memperoleh izin terdiri atas identitas pemohon izin, akta pendirian badan hukum atau badan usaha, izin dan/atau persyaratan yang ditetapkan oleh instansi lain yang berwenang sesuai dengan peraturan perundang-undangan, dan

4 Ketentuan mengenai pengecualian diuraikan pada Bab V.

lokasi pemanfaatan sumber radiasi pengion. Berikut persyaratan teknisnya:

- 1) prosedur operasi,
- 2) spesifikasi teknis sumber radiasi pengion yang digunakan, sesuai dengan standar keselamatan radiasi,
- 3) perlengkapan proteksi radiasi dan/atau peralatan keamanan sumber radioaktif,
- 4) program proteksi dan keselamatan radiasi dan/atau program keamanan sumber radioaktif,
- 5) laporan verifikasi keselamatan radiasi dan/atau keamanan sumber radioaktif,
- 6) hasil pemeriksaan kesehatan pekerja radiasi yang dilakukan oleh dokter yang memiliki kompetensi, yang ditunjuk pemohon izin, dan disetujui oleh instansi yang berwenang di bidang ketenagakerjaan,
- 7) data kualifikasi personel yang meliputi
 - a) petugas proteksi radiasi dan personel lain yang memiliki kompetensi,
 - b) personel yang menangani sumber radiasi pengion, dan/atau
 - c) petugas keamanan sumber radioaktif.

Sementara itu, persyaratan khusus berlaku untuk pemanfaatan sumber radiasi pengion kelompok A tertentu, yang meliputi

- 1) penggunaan dan/atau penelitian dan pengembangan sumber radiasi pengion:
 - a) radioterapi,
 - b) fasilitas kalibrasi,
 - c) radiografi industri fasilitas tertutup,
 - d) fotofluorografi dengan zat radioaktif aktivitas tinggi atau pembangkit radiasi pengion dengan energi tinggi,
 - e) iradiator kategori II dan III dengan zat radioaktif terbungkus,
 - f) iradiator kategori II dengan pembangkit radiasi pengion,
 - g) iradiator kategori IV dengan zat radioaktif terbungkus,
 - h) kedokteran nuklir diagnostik in vivo, dan
 - i) kedokteran nuklir terapi;

- 2) produksi radioisotop;
- 3) pengelolaan limbah radioaktif.

Persyaratan khusus yang dimaksud berlaku untuk kegiatan penentuan tapak, konstruksi, komisioning, operasi, dan/atau dekomisioning (penutupan). Untuk kegiatan penggunaan dan/atau penelitian dan pengembangan sumber radiasi pengion, persyaratan khusus terdiri atas

- 1) konstruksi, meliputi desain fasilitas yang sesuai dengan standar keselamatan radiasi dan/atau keamanan sumber radioaktif,
- 2) operasi, meliputi program jaminan mutu operasi dan/atau dokumen mengenai uraian teknik sumber radiasi pengion, serta
- 3) penutupan, meliputi laporan mengenai kondisi terakhir fasilitas.

Untuk kegiatan produksi radioisotop, persyaratan khusus terdiri atas

- 1) konstruksi, meliputi keputusan kelayakan lingkungan hidup dari instansi yang bertanggung jawab di bidang lingkungan hidup, dan/atau program konstruksi;
- 2) komisioning, meliputi program komisioning, laporan pelaksanaan konstruksi, laporan pelaksanaan pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup selama konstruksi, protokol pembuatan dan pengujian, dan/atau program jaminan mutu komisioning fasilitas produksi radioisotop.
- 3) operasi, meliputi laporan pelaksanaan pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup selama komisioning, program jaminan mutu operasi fasilitas produksi radioisotop, dan/atau laporan pelaksanaan komisioning; serta
- 4) penutupan, meliputi laporan mengenai kondisi akhir fasilitas.

Untuk kegiatan pengelolaan limbah radioaktif, persyaratan khusus terdiri atas

- 1) penentuan tapak, meliputi laporan evaluasi tapak, data utama fasilitas, dan rekaman pelaksanaan program jaminan mutu evaluasi tapak;

- 2) konstruksi, meliputi keputusan kelayakan lingkungan hidup dari instansi yang bertanggung jawab di bidang lingkungan hidup, dan/atau program konstruksi;
- 3) komisioning, meliputi laporan pelaksanaan konstruksi, program komisioning, dan/atau program jaminan mutu komisioning fasilitas pengelolaan limbah radioaktif;
- 4) operasi, meliputi laporan pelaksanaan komisioning, laporan pelaksanaan pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup selama komisioning, program jaminan mutu operasi fasilitas pengelolaan limbah radioaktif, kriteria bungkus limbah radioaktif yang dapat diterima, rencana penutupan pendahuluan, bukti kerja sama dengan atau penunjukan oleh BATAN, dan/atau bukti jaminan finansial untuk penutupan; serta
- 5) penutupan, meliputi rencana penutupan akhir.

Dengan adanya persyaratan khusus untuk beberapa kegiatan seperti yang diuraikan di atas maka untuk kegiatan ini pemohon harus mengajukan izin pemanfaatan sumber radiasi pengion yang harus memenuhi persyaratan administratif dan persyaratan teknis serta izin untuk masing-masing persyaratan khusus. Untuk kegiatan yang tidak memerlukan persyaratan khusus, pemohon hanya perlu mengajukan izin pemanfaatan sumber radiasi pengion.

c. Masa Berlaku dan Perpanjangan Izin

Masa berlaku izin pemanfaatan sumber radiasi pengion adalah sebagaimana yang tercantum pada Tabel 3.1. Izin tersebut dapat diperpanjang sesuai dengan jangka waktu berlakunya izin. Pemegang izin yang bermaksud memperpanjang izin harus mengajukan permohonan perpanjangan izin secara tertulis kepada Kepala BAPETEN paling lambat 30 hari kerja sebelum jangka waktu izin berakhir.

Tabel 3.1 Masa Berlaku Izin Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion

Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir	Masa Berlaku Izin
Kelompok A:	
Sumber radiasi pengion:	
1. Ekspor zat radioaktif	1 (satu) tahun
2. Impor dan pengalihan zat radioaktif dan/ atau pembangkit radiasi pengion untuk keperluan medis	1 (satu) tahun
3. Impor zat radioaktif untuk keperluan selain medis	1 (satu) tahun
4. Pengalihan zat radioaktif dan/atau pembangkit radiasi pengion untuk keperluan medis	1 (satu) tahun
5. Pengalihan zat radioaktif dan/atau pembangkit radiasi pengion untuk keperluan selain medis	1 (satu) tahun
6. Produksi pembangkit radiasi pengion	2 (dua) tahun
7. Produksi barang konsumen yang mengandung zat radioaktif	2 (dua) tahun
8. Penggunaan dan/atau penelitian dan pengembangan dalam:	
a. Radiologi diagnostik dan intervensional	2 (dua) sampai 3 (tiga) tahun
b. Irradiator kategori I dengan zat radioaktif terbungkus	5 (lima) tahun
c. Irradiator kategori I dengan pembangkit radiasi pengion	5 (lima) tahun
d. Gauging industri dengan zat radioaktif aktivitas tinggi	2 (dua) tahun
e. Radiografi industri fasilitas terbuka	1 (satu) sampai 2 (dua) tahun
f. Well logging	2 (dua) tahun
g. Perunut	1 (satu) tahun
h. Fotofluorografi dengan zat radioaktif aktivitas sedang atau pembangkit radiasi pengion dengan energi sedang	2 (dua) tahun
i. Radioterapi:	
1) Izin konstruksi	1 (satu) tahun
2) Izin operasi	1 (satu) sampai 2 (dua) tahun

Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir	Masa Berlaku Izin
j. Fasilitas kalibrasi:	
1) Izin konstruksi	1 (satu) tahun
2) Izin operasi	2 (dua) tahun
k. Radiografi industri fasilitas tertutup:	
1) Izin konstruksi	1 (satu) tahun
2) Izin operasi	1 (satu) sampai 2 (dua) tahun
l. Fotofluorografi dengan zat radioaktif aktivitas tinggi atau pembangkit radiasi pengion dengan energi tinggi:	
1) Izin konstruksi	1 (satu) tahun
2) Izin operasi	2 (dua) tahun
m. Iradiator kategori II dan III dengan zat radioaktif terbungkus:	
1) Izin konstruksi	1 (satu) tahun
2) Izin operasi	2 (dua) sampai 4 (empat) tahun
n. Iradiator kategori II dengan pembangkit radiasi pengion:	
1) Izin konstruksi	1 (satu) tahun
2) Izin operasi	2 (dua) sampai 4 (empat) tahun
o. Iradiator kategori IV dengan zat radioaktif terbungkus:	
1) Izin konstruksi	2 (dua) tahun
2) Izin operasi	2 (dua) tahun
p. Kedokteran nuklir diagnostik in vivo:	
1) Izin konstruksi	2 (dua) tahun
2) Izin operasi	1 (satu) tahun
q. Kedokteran nuklir terapi:	
1) Izin konstruksi	2 (dua) tahun
2) Izin operasi	1 (satu) tahun
9. Produksi radioisotop:	
a. Izin konstruksi	2 (dua) tahun
b. Izin komisioning	1 (satu) tahun
c. Izin operasi	2 (dua) tahun
10. Pengelolaan limbah radioaktif:	
a. Izin konstruksi	2 (dua) tahun

Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir	Masa Berlaku Izin
b. Izin komisioning	1 (satu) tahun
c. Izin operasi	5 (lima) tahun
Kelompok B:	
1. Impor, ekspor, dan/atau pengalihan peralatan yang mengandung zat radioaktif untuk barang konsumen	2 (dua) tahun
2. Penyimpanan zat radioaktif	5 (lima) tahun
3. Penggunaan dan/atau penelitian dan pengembangan dalam	
a. Kedokteran nuklir diagnostik in vitro	2 (dua) tahun
b. Fluoroskopi bagasi	5 (lima) tahun
c. Gauging industri dengan zat radioaktif aktivitas rendah atau pembangkit radiasi pengion dengan energi rendah	3 (tiga) tahun
Kelompok C:	
1. Ekspor pembangkit radiasi pengion	3 (tiga) tahun
2. Impor pembangkit radiasi pengion untuk keperluan medis	3 (tiga) tahun
3. Impor pembangkit radiasi pengion untuk keperluan selain medis	3 (tiga) tahun
4. Penggunaan dan/atau penelitian dan pengembangan:	
a. Zat radioaktif terbuka atau terbungkus untuk tujuan pendidikan, penelitian dan pengembangan	5 (lima) tahun
b. Check sources	5 (lima) tahun
c. Zat radioaktif untuk kalibrasi	5 (lima) tahun
d. Zat radioaktif untuk standardisasi	5 (lima) tahun
5. Detektor bahan peledak	5 (lima) tahun

Sumber: PP No. 29 (2008)

Permohonan perpanjangan izin tersebut harus dilampiri dengan dokumen persyaratan administratif dan teknis. Jika terdapat perubahan fasilitas dan/atau sumber radiasi pengion, penerbitan perpanjangan izin diproses sebagaimana layaknya permohonan izin baru. Jika tidak terdapat perubahan fasilitas dan/atau sumber radiasi

pengion, Kepala BAPETEN melakukan penilaian dan penerbitan perpanjangan izin dalam jangka waktu berikut:

- 1) 8 (delapan) hari kerja, untuk izin pemanfaatan sumber radiasi pengion kelompok A;
- 2) 6 (enam) hari kerja, untuk izin pemanfaatan sumber radiasi pengion kelompok B; dan
- 3) 4 (empat) hari kerja, untuk izin pemanfaatan sumber radiasi pengion kelompok C.

Jangka waktu penilaian dan penerbitan perpanjangan izin dihitung sejak dokumen persyaratan administratif dan teknis dinyatakan lengkap oleh Kepala BAPETEN.

d. Penetapan Penghentian

Pemegang izin harus mengajukan permohonan penetapan penghentian kegiatan jika bermaksud untuk menghentikan pemanfaatan sumber radiasi pengion. Permohonan penetapan penghentian kegiatan ini diajukan secara tertulis kepada Kepala BAPETEN paling lama 60 hari sebelum masa berlaku izin berakhir dengan melampirkan laporan mengenai

- 1) data sumber radiasi pengion,
- 2) hasil pengukuran paparan radiasi di fasilitas,
- 3) penanganan akhir pembangkit radiasi pengion, dan/atau
- 4) penanganan akhir zat radioaktif.

Penanganan akhir zat radioaktif yang dimaksud meliputi pengiriman kembali zat radioaktif ke negara asal, atau penyerahan zat radioaktif sebagai limbah radioaktif kepada BATAN (atau sekarang BRIN).

e. Perubahan Izin

Pemegang izin wajib mengajukan permohonan perubahan izin pemanfaatan sumber radiasi pengion jika terdapat perubahan data mengenai identitas pemegang izin, personel yang bekerja di fasilitas, perpindahan lokasi pemanfaatan, atau perlengkapan proteksi radiasi.

Permohonan ini diajukan secara tertulis kepada Kepala BAPETEN sebelum terjadinya perubahan data.

Dalam hal terjadi perubahan badan hukum pemegang izin atau perubahan fasilitas dan/atau sumber radiasi pengion, pemegang izin wajib mengajukan permohonan izin baru. Selama proses permohonan dan penerbitan izin, Pemegang izin dilarang memanfaatkan sumber radiasi pengion hingga izin baru diperoleh.

f. Berakhirnya Izin

Izin pemanfaatan sumber radiasi pengion berakhir jika terjadi setidaknya salah satu dari hal-hal berikut.

- 1) Izin telah habis masa berlakunya.
- 2) Izin dicabut oleh Kepala BAPETEN.
- 3) Badan pemegang izin bubar atau dibubarkan.
- 4) Terjadi pengalihan sumber radiasi pengion.
- 5) Pemegang izin perorangan meninggal dunia.

Dalam hal berakhirnya izin yang habis masa berlakunya dan dicabut oleh Kepala BAPETEN, pemegang izin semula dilarang untuk menggunakan kembali fasilitas dan/atau sumber radiasi pengion hingga memperoleh izin baru. Yang dimaksud dengan pemegang izin semula adalah orang atau badan yang pada awalnya telah menerima izin pemanfaatan sumber radiasi pengion.

Jika berkehendak untuk menghentikan secara tetap pemanfaatan sumber radiasi pengion, pemegang izin semula wajib melakukan penanganan akhir zat radioaktif. Penanganan akhir wajib dilakukan paling lama tiga hari kerja terhitung sejak tanggal habis masa berlaku izin, atau diterbitkannya keputusan pencabutan izin dari Kepala BAPETEN. Bukti penanganan akhir wajib diserahkan kepada Kepala BAPETEN paling lama lima hari kerja terhitung sejak tanggal pelaksanaan penanganan akhir zat radioaktif.

Dalam hal berakhirnya izin karena badan pemegang izin bubar atau dibubarkan, pihak yang diberi tanggung jawab atau diberi kuasa

untuk melakukan perbuatan hukum untuk dan atas nama badan hukum yang bubar atau dibubarkan harus

- 1) melakukan penanganan akhir zat radioaktif dan
- 2) mengajukan permohonan penetapan penghentian kegiatan kepada Kepala BAPETEN.

Dalam hal berakhirnya izin karena terjadi pengalihan sumber radiasi pengion, orang atau badan hukum yang menerima pengalihan sumber radiasi pengion wajib mengajukan permohonan izin kepada Kepala BAPETEN paling lama dua hari kerja terhitung sejak tanggal terjadinya pengalihan. Selama proses permohonan dan penerbitan izin, orang atau badan yang menerima pengalihan dilarang melakukan pemanfaatan hingga izin baru diperoleh.

Dalam hal berakhirnya izin karena pemegang izin perorangan meninggal dunia, orang atau badan lain dilarang memanfaatkan fasilitas dan/atau sumber radiasi pengion yang dimiliki pemegang izin semula hingga memperoleh izin baru.

g. Kewajiban Pemegang izin

Pemegang izin berkewajiban untuk

- 1) memberikan kesempatan untuk pemeriksaan yang dilakukan oleh Kepala BAPETEN terhadap fasilitas pemanfaatan sumber radiasi pengion;
- 2) melaksanakan pemantauan kesehatan pekerja radiasi;
- 3) memberikan kesempatan untuk pemeriksaan kesehatan terhadap pekerja yang dilakukan oleh Kepala BAPETEN yang bekerja sama dengan instansi yang berwenang di bidang penelitian dan pengembangan ketenaganukliran, kesehatan, dan ketenagakerjaan untuk menilai dampak radiasi terhadap kesehatan;
- 4) menyelenggarakan dokumentasi mengenai segala sesuatu yang bersangkutan dengan pemanfaatan sumber radiasi pengion;
- 5) melakukan tindakan yang diperlukan untuk mencegah atau memperkecil bahaya yang timbul akibat pemanfaatan sumber radiasi pengion terhadap keselamatan pekerja, anggota masyarakat dan perlindungan terhadap lingkungan hidup;

- 6) melakukan tindakan yang diperlukan untuk mencegah pemindahan tidak sah, pencurian, dan sabotase sumber radioaktif;
- 7) memanfaatkan sumber radiasi pengion sesuai tujuan yang tercantum dalam izin;
- 8) menyampaikan laporan secara tertulis kepada Kepala BAPETEN jika terjadi kegagalan fungsi peralatan yang mengarah pada insiden, dan/atau kecelakaan radiasi;
- 9) menyampaikan laporan mengenai pemantauan dosis radiasi pekerja;
- 10) menyampaikan laporan secara tertulis hasil pemantauan daerah kerja dan lingkungan hidup di sekitar fasilitas kepada Kepala BAPETEN; dan
- 11) melaksanakan Rencana Pengelolaan Lingkungan dan Rencana Pemantauan Lingkungan.

2. Perizinan Instalasi Nuklir oleh Nonpelaku Usaha

Perizinan instalasi nuklir dan pemanfaatan bahan nuklir diatur dalam PP No. 2, 2014. PP ini mengatur perizinan reaktor nuklir, perizinan instalasi nuklir lainnya (yaitu instalasi nuklir nonreaktor atau INNRR), dan perizinan pemanfaatan bahan nuklir.

a. Klasifikasi Reaktor Nuklir

Dalam PP Nomor 2 Tahun 2014 reaktor nuklir dibedakan atas

- 1) reaktor daya, yang terdiri atas reaktor daya komersial dan reaktor daya nonkomersial serta
- 2) reaktor nondaya, yang terdiri atas reaktor nondaya komersial dan reaktor nondaya nonkomersial.

Pembangunan, pengoperasian, dan dekomisioning reaktor daya nonkomersial atau reaktor nondaya nonkomersial dilaksanakan oleh BATAN, sementara pembangunan, pengoperasian, dan dekomisioning reaktor daya komersial atau reaktor nondaya komersial dilaksanakan oleh badan usaha milik negara, koperasi, dan/atau badan usaha yang berbadan hukum. Adapun reaktor daya komersial yang berupa

pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) ditetapkan oleh menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang ketenagalistrikan setelah berkonsultasi dengan Dewan Perwakilan Rakyat (DPR) RI.

b. Persyaratan Izin

Untuk memperoleh izin pembangunan dan pengoperasian reaktor nuklir serta dekomisioning, pemohon harus menyampaikan permohonan secara tertulis kepada Kepala BAPETEN. Pemohon juga harus memenuhi persyaratan izin yang meliputi persyaratan administratif, teknis, dan finansial.

Persyaratan finansial berlaku untuk badan usaha milik negara, koperasi, dan/atau badan usaha yang berbentuk badan hukum yang mengajukan permohonan izin konstruksi dan komisioning reaktor daya komersial atau reaktor nondaya komersial. Dalam hal pembangunan reaktor daya komersial atau PLTN, selain tiga persyaratan izin tersebut, kriteria berikut juga harus dipenuhi.

- 1) Semua struktur, sistem, dan komponen yang penting untuk keselamatan dalam reaktor nuklir telah teruji pada lingkungan yang relevan atau sesuai dengan kondisi operasi, dan diterapkan dalam purwarupa.
- 2) Pemohon telah diberikan izin operasi secara komersial oleh badan pengawas dari negara yang telah membangun reaktor daya komersial.

Persyaratan administratif untuk memperoleh izin meliputi

- 1) bukti pendirian badan hukum;
- 2) persyaratan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, meliputi
 - a) bukti hak atas tanah dari kepala badan yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pertanahan atau dalam hal pembangunan dilakukan dalam kawasan hutan diperlukan izin pinjam pakai kawasan hutan atau persetujuan perubahan peruntukan kawasan hutan dari menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang kehutanan,

- b) izin mendirikan bangunan gedung fungsi khusus dari menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pekerjaan umum,
 - c) sertifikat penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja dari menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang ketenagakerjaan, dan
 - d) izin usaha;
- 3) kesesuaian dengan penataan ruang, dan
 - 4) bukti pembayaran biaya permohonan izin pembangunan dan pengoperasian reaktor nuklir serta dekomisioning.

Adapun persyaratan teknis dibedakan lagi atas izin yang ingin diperoleh, yaitu izin tapak (T), izin konstruksi (K), izin komisioning (Km), izin operasi (O), dan izin dekomisioning (D). Persyaratan teknis yang harus dipenuhi meliputi

- 1) laporan pelaksanaan evaluasi tapak (T);
- 2) laporan pelaksanaan sistem manajemen evaluasi tapak (T);
- 3) Daftar Informasi Desain (DID), yaitu dokumen yang memuat informasi tentang bahan nuklir meliputi bentuk, jumlah, lokasi dan alur bahan nuklir yang digunakan, fitur fasilitas yang mencakup uraian fasilitas, tata letak fasilitas dan pengungkung, dan prosedur pengendalian bahan nuklir (T, K);
- 4) dokumen yang memuat data utama reaktor nuklir (T);
- 5) laporan analisis keselamatan (K, Km, O);
- 6) dokumen batasan dan kondisi operasi (K, Km, O);
- 7) dokumen sistem manajemen (K, Km, O, D);
- 8) program komisioning (Km);
- 9) program perawatan (Km, O);
- 10) program proteksi dan keselamatan radiasi (K, Km, O, D);
- 11) dokumen sistem siefgard (K, Km, O);
- 12) dokumen rencana proteksi fisik (K, Km, O);
- 13) program manajemen penuaan (K, Km);
- 14) program dekomisioning (K, Km, O, D);
- 15) program kesiapsiagaan nuklir (K, Km, O, D);
- 16) program konstruksi (K);

- 17) izin lingkungan dari menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup (K, Km, O);
- 18) laporan hasil kegiatan konstruksi (Km); dan
- 19) gambar teknis reaktor nuklir terbangun (Km).

Untuk konstruksi reaktor daya komersial, selain persyaratan teknis konstruksi yang telah disebutkan, pemohon juga harus menyampaikan laporan analisis keselamatan probabilistik.

Persyaratan finansial juga dibedakan atas persyaratan finansial untuk memperoleh izin konstruksi (K) dan persyaratan finansial untuk memperoleh izin komisioning (Km). Persyaratan finansial yang harus dipenuhi meliputi

- 1) deposito berjangka pada bank pemerintah (K),
- 2) surat jaminan bank garansi pada bank pemerintah atau bank swasta nasional (K),
- 3) cadangan akuntansi (K),
- 4) bukti kemampuan finansial pertanggungjawaban kerugian nuklir yang berupa asuransi atau jaminan keuangan lainnya (Km), dan
- 5) bukti jaminan finansial pelaksanaan dekomisioning (Km).

Dalam hal persyaratan finansial untuk memperoleh izin konstruksi, hal ini merupakan bukti kemampuan finansial untuk menjamin pelaksanaan konstruksi sampai dengan pelaksanaan operasi. Bukti ini dimuat dalam rencana anggaran konstruksi. Untuk jaminan finansial pelaksanaan dekomisioning, hal ini hanya dapat digunakan untuk keperluan dekomisioning dengan persetujuan Kepala BAPETEN.

c. Masa berlaku dan perpanjangan izin

Masa berlaku izin pemanfaatan instalasi nuklir adalah sebagaimana yang tercantum pada Tabel 3.2. Pemegang izin dapat mengajukan perpanjangan izin dengan mengajukan permohonan secara tertulis kepada Kepala BAPETEN paling lambat 30 hari kerja sebelum jangka waktu izin berakhir.

Tabel 3.2 Masa Berlaku Izin Instalasi Nuklir dan Bahan Nuklir

Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir	Masa Berlaku Izin
Reaktor Nuklir:	
1. Izin tapak reaktor nuklir	Sampai diterbitkannya persetujuan pernyataan pembebasan
2. Izin konstruksi reaktor nuklir	8 tahun
3. Izin komisioning reaktor nuklir	2 tahun
4. Izin operasi reaktor nuklir	40 tahun
5. Izin dekomisioning reaktor nuklir	Sampai diterbitkannya persetujuan pernyataan pembebasan
Instalasi Nuklir Nonreaktor (INNR):	
1. Izin tapak INNR	Sampai diterbitkannya persetujuan pernyataan pembebasan
2. Izin konstruksi INNR selain instalasi penyimpanan lestari untuk bahan bakar nuklir bekas	5 tahun
3. Izin konstruksi instalasi penyimpanan lestari untuk bahan bakar nuklir bekas	8 tahun
4. Izin komisioning INNR	2 tahun
5. Izin operasi INNR selain instalasi penyimpanan lestari untuk bahan bakar nuklir bekas	10 tahun
6. Izin operasi instalasi penyimpanan lestari untuk bahan bakar nuklir bekas	50 tahun
7. Izin dekomisioning INNR	Sampai diterbitkannya persetujuan pernyataan pembebasan
Bahan nuklir:	
1. Penelitian dan pengembangan	3 tahun
2. Pembuatan	2 tahun
3. Produksi	2 tahun
4. Penyimpanan	5 tahun
5. Pengalihan	1 tahun
6. Ekspor	1 tahun
7. Impor	1 tahun
8. Pengguna	5 tahun

Sumber: PP No. 2 (2014)

d. Perubahan Izin

Jika terjadi perubahan data yang meliputi perubahan nama badan hukum pemegang izin, alamat instalasi nuklir, dan nama pekerja radiasi, PPR, pengurus inventori bahan nuklir, pengawas inventori bahan nuklir, atau petugas proteksi fisik, atau kuantitas bahan nuklir, pemegang izin wajib mengajukan permohonan perubahan izin secara tertulis kepada Kepala BAPETEN paling lama 14 hari setelah terjadi perubahan data dengan melampirkan dokumen perubahan. Proses pemeriksaan terhadap perubahan izin pemanfaatan paling lama 10 hari sejak tanggal permohonan perubahan izin diterima.

e. Berakhirnya Izin

Izin konstruksi, izin komisioning, dan izin operasi reaktor nuklir berakhir jika

- 1) masa berlaku izin habis;
- 2) badan hukum bubar atau dibubarkan;
- 3) pemegang izin mengajukan permohonan penghentian izin; atau
- 4) dicabut oleh Kepala BAPETEN.

3. Perizinan Instalasi Nuklir Nonreaktor (INNR) oleh Nonpelaku Usaha

a. Klasifikasi INNR

Instalasi Nuklir Nonreaktor (INNR) meliputi:

- 1) fasilitas yang digunakan untuk pemurnian, konversi, pengayaan bahan nuklir, fabrikasi bahan bakar nuklir, dan/atau pengolahan ulang bahan bakar nuklir bekas serta
- 2) fasilitas yang digunakan untuk menyimpan bahan bakar nuklir dan bahan bakar nuklir bekas, meliputi instalasi penyimpanan sementara bahan bakar nuklir dan bahan bakar nuklir bekas serta instalasi penyimpanan lestari untuk bahan bakar nuklir bekas.

Kegiatan terkait INNR yang wajib memiliki izin terdiri atas pembangunan (meliputi izin tapak dan izin konstruksi), pengoperasian (meliputi izin komisioning dan izin operasi), dan dekomisioning (meliputi izin dekomisioning INNR selain instalasi penyimpanan

lestari untuk bahan bakar nuklir bekas, dan izin penutupan instalasi penyimpanan lestari untuk bahan bakar nuklir bekas).

b. Persyaratan Izin

Untuk memperoleh izin pembangunan, pengoperasian, dan dekomisioning INNR, pemohon harus menyampaikan permohonan secara tertulis kepada Kepala BAPETEN. Pemohon juga harus memenuhi persyaratan izin yang meliputi persyaratan administratif, teknis, dan finansial.

Persyaratan finansial berlaku untuk badan usaha milik negara, koperasi, dan/atau badan usaha yang berbentuk badan hukum yang mengajukan permohonan izin komisioning INNR.

Persyaratan administratif untuk memperoleh izin meliputi

- 1) bukti pendirian badan hukum;
- 2) persyaratan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, meliputi
 - a) bukti hak atas tanah dari kepala badan yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pertanahan atau dalam hal pembangunan dilakukan dalam kawasan hutan diperlukan izin pinjam pakai kawasan hutan atau persetujuan perubahan peruntukan kawasan hutan dari menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang kehutanan,
 - b) izin mendirikan bangunan gedung fungsi khusus dari menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pekerjaan umum,
 - c) sertifikat penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja dari menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang ketenagakerjaan,
 - d) izin usaha, jasa konstruksi dari menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pekerjaan umum,

- e) izin terkait penanaman modal asing dari kepala badan yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang koordinasi penanaman modal, dan/atau
 - f) sertifikat laik fungsi dari kepala daerah;
- 3) kesesuaian dengan penataan ruang; dan
 - 4) bukti pembayaran biaya permohonan izin pembangunan, pengoperasian, dan dekomisioning INNR.

Sementara itu, persyaratan teknis dibedakan lagi atas izin yang ingin diperoleh, yaitu izin tapak (T), izin konstruksi (K), izin komisioning (Km), izin operasi (O), dan izin dekomisioning (D). Persyaratan teknis yang harus dipenuhi meliputi

- 1) laporan pelaksanaan evaluasi tapak (T);
- 2) laporan pelaksanaan sistem manajemen evaluasi tapak (T);
- 3) Daftar Informasi Desain (DID), yaitu dokumen yang memuat informasi tentang bahan nuklir meliputi bentuk, jumlah, lokasi dan alur bahan nuklir yang digunakan, fitur fasilitas yang mencakup uraian fasilitas, tata letak fasilitas dan pengungkung, dan prosedur pengendalian bahan nuklir (T, K);
- 4) Dokumen yang memuat data utama INNR (T);
- 5) laporan analisis keselamatan (K, Km, O);
- 6) dokumen batasan dan kondisi operasi (K, Km, O);
- 7) dokumen sistem manajemen (K, Km, O, D);
- 8) program proteksi dan keselamatan radiasi (K, Km, O, D);
- 9) dokumen sistem *safeguards* (K, Km, O);
- 10) dokumen rencana proteksi fisik (K, Km, O);
- 11) program manajemen penuaan (K, Km);
- 12) program dekomisioning INNR (K, Km, O, D);
- 13) program kesiapsiagaan nuklir (K, Km, O, D);
- 14) program konstruksi (K);
- 15) izin lingkungan dari menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup (K, Km, O);
- 16) program komisioning (Km);
- 17) program perawatan (Km, O);

- 18) program dekomisioning (K, Km, O, D);
- 19) laporan hasil kegiatan konstruksi (Km);
- 20) gambar teknis INNR terbangun (Km).

Khusus untuk izin penutupan instalasi penyimpanan lestari, persyaratan teknis meliputi program penutupan instalasi penyimpanan lestari, dan dokumen sistem manajemen.

Dalam hal persyaratan finansial untuk memperoleh izin komisioning, hal tersebut meliputi

- 1) bukti kemampuan finansial untuk menjamin pelaksanaan komisioning sampai pelaksanaan operasi,
- 2) bukti jaminan finansial pelaksanaan dekomisioning INNR, dan
- 3) bukti kemampuan finansial pertanggungjawaban kerugian nuklir yang berupa asuransi atau jaminan keuangan lainnya.

Bukti kemampuan finansial untuk menjamin pelaksanaan komisioning sampai pelaksanaan operasi dimuat dalam rencana anggaran komisioning, yang dapat berupa

- 1) deposito berjangka pada bank pemerintah,
- 2) surat jaminan bank garansi pada bank pemerintah atau bank swasta nasional, atau
- 3) cadangan akuntansi.

Bukti jaminan finansial pelaksanaan dekomisioning INNR hanya dapat digunakan untuk keperluan dekomisioning INNR dengan persetujuan Kepala BAPETEN. Bukti ini dapat berupa

- 1) simpanan (*trust*),
- 2) deposito berjangka pada bank pemerintah,
- 3) asuransi, dan/atau
- 4) jaminan keuangan lainnya.

c. Masa Berlaku dan Perpanjangan Izin

Masa berlaku izin pemanfaatan INNR adalah sebagaimana yang tercantum pada Tabel 3.2. Perpanjangan izin dapat diberikan untuk beberapa kegiatan dengan ketentuan sebagai berikut.

- 1) Apabila konstruksi belum dapat diselesaikan dalam 5 tahun, pemegang izin konstruksi wajib mengajukan perpanjangan izin konstruksi kepada Kepala BAPETEN paling singkat 6 bulan sebelum berakhirnya izin konstruksi;
- 2) Apabila komisioning belum dapat diselesaikan dalam 2 tahun, pemegang izin komisioning wajib mengajukan perpanjangan izin komisioning kepada Kepala BAPETEN paling singkat 3 bulan sebelum berakhirnya izin komisioning;
- 3) Dalam hal pemegang izin operasi bermaksud memperpanjang izin operasi, pemegang izin wajib mengajukan perpanjangan izin operasi kepada Kepala BAPETEN paling singkat 3 tahun sebelum berakhirnya izin operasi;
- 4) Dalam hal Pemegang izin operasi instalasi penyimpanan lestari bahan bakar nuklir bekas bermaksud memperpanjang izin operasi instalasi, pemegang izin wajib mengajukan perpanjangan izin operasi kepada Kepala BAPETEN paling singkat 3 tahun sebelum berakhirnya izin operasi.

d. Perubahan izin

Jika terjadi perubahan data yang meliputi perubahan nama badan hukum pemegang izin pembangunan dan pengoperasian INNR atau alamat INNR, pemegang izin wajib mengajukan permohonan perubahan izin. Jika perubahan terjadi pada data batasan dan kondisi operasi pada saat pelaksanaan operasi INNR, pemegang izin operasi wajib mengajukan permohonan izin baru.

e. Berakhirnya izin

Izin konstruksi, izin komisioning, dan izin operasi INNR berakhir jika memenuhi setidaknya salah satu dari kondisi-kondisi berikut.

- 1) Masa berlaku izin habis.
- 2) Badan hukum bubar atau dibubarkan.
- 3) Pemegang izin mengajukan permohonan penghentian izin.
- 4) Izin dicabut oleh Kepala BAPETEN.

Dalam hal izin komisioning dan izin operasi reaktor nuklir telah berakhir, pemegang izin tetap wajib bertanggung jawab atas pengelolaan INNR, bahan nuklir, limbah radioaktif, dan pelaksanaan dekomisioning INNR.

4. Perizinan Pemanfaatan Bahan Nuklir oleh Nonpelaku Usaha

a. Kegiatan Pemanfaatan Bahan Nuklir

Pemanfaatan bahan nuklir wajib memiliki izin. Kegiatan yang melibatkan bahan nuklir dan termasuk dalam pemanfaatan bahan nuklir adalah penelitian dan pengembangan, pembuatan, produksi, penyimpanan, pengalihan, ekspor, impor, dan/atau penggunaan. Beberapa bahan nuklir dengan konsentrasi aktivitas dan aktivitas tertentu dapat dikecualikan dari kewajiban memiliki izin⁵. Untuk memperoleh izin, pemohon harus memenuhi persyaratan administratif dan persyaratan teknis.

b. Persyaratan Izin

Persyaratan administratif untuk memperoleh izin pemanfaatan bahan nuklir meliputi bukti pendirian badan hukum dan bukti pembayaran biaya permohonan izin pemanfaatan bahan nuklir. Selain persyaratan administratif tersebut, untuk kegiatan penelitian dan pengembangan, pembuatan, produksi, penyimpanan, dan penggunaan bahan nuklir, pemohon juga wajib memiliki izin konstruksi, komisioning, operasi, atau dekomisioning instalasi nuklir. Dalam hal persyaratan teknis, hal ini meliputi

- 1) dokumen spesifikasi teknis bahan nuklir,
- 2) prosedur yang terkait dengan pemanfaatan bahan nuklir,
- 3) sertifikat kalibrasi alat ukur proteksi radiasi,
- 4) pernyataan perencanaan penanganan bahan bakar nuklir bekas dan limbah radioaktif,
- 5) program proteksi dan keselamatan radiasi,
- 6) dokumen rencana proteksi fisik, dan
- 7) dokumen sistem *safeguards*.

5 Ketentuan mengenai pengecualian diuraikan pada Bab V.

c. Pengiriman Kembali Bahan Bakar Nuklir Bekas

Pemegang izin pemanfaatan bahan nuklir yang akan melaksanakan pengiriman kembali bahan bakar nuklir bekas ke negara asalnya wajib mendapat persetujuan pengiriman kembali dan persetujuan pengiriman dari Kepala BAPETEN. Permohonan persetujuan secara tertulis kepada Kepala BAPETEN harus dilampiri dengan dokumen berikut:

- 1) spesifikasi teknis bahan bakar nuklir bekas yang akan dikirim kembali,
- 2) dokumen yang mencantumkan informasi mengenai
 - a) identitas penerima di negara asal dan pengirim, dan
 - b) pengangkut dan moda angkutan dari pelabuhan muat ke pelabuhan bongkar di negara asal,
- 3) sistem proteksi fisik bahan nuklir, dan
- 4) sistem *safeguards* yang meliputi dokumen perubahan inventori-pemindahan bahan nuklir (*inventory change document-material transfer*) dan laporan perubahan inventori (*inventory change report*).

Dalam hal dokumen persetujuan pengiriman kembali memenuhi penilaian persyaratan persetujuan pengiriman kembali, Kepala BAPETEN menerbitkan persetujuan pengiriman kembali bahan bakar nuklir bekas. Jika dokumen tidak memenuhi penilaian persyaratan persetujuan pengiriman kembali, Kepala BAPETEN menolak permohonan persetujuan pengiriman kembali tersebut. Terhadap penolakan ini, pemegang izin wajib mengajukan permohonan baru persetujuan pengiriman kembali. Bukti pelaksanaan pengiriman kembali bahan bakar nuklir bekas wajib disampaikan oleh pemegang izin kepada Kepala BAPETEN paling lama 14 hari terhitung sejak tanggal pelaksanaan pengiriman kembali.

d. Masa Berlaku dan Perpanjangan Izin

Masa berlaku izin pemanfaatan bahan nuklir adalah sebagaimana yang tercantum pada Tabel 3.2. Pemegang izin dapat mengajukan perpanjangan izin dengan mengajukan permohonan secara tertulis

kepada Kepala BAPETEN paling lambat 30 hari kerja sebelum jangka waktu izin berakhir.

e. Perubahan Izin

Pemegang izin pemanfaatan bahan nuklir wajib mengajukan permohonan perubahan izin jika terdapat perubahan

- 1) nama badan hukum pemegang izin;
- 2) alamat instalasi nuklir;
- 3) nama pekerja radiasi, petugas proteksi radiasi, pengurus inventori bahan nuklir, pengawas inventori bahan nuklir, atau petugas proteksi fisik; atau
- 4) kuantitas bahan nuklir.

Permohonan perubahan izin pemanfaatan diajukan secara tertulis kepada Kepala BAPETEN paling lama 14 hari setelah terjadi perubahan data dengan melampirkan dokumen perubahan. Jika pemeriksaan terhadap permohonan oleh Kepala BAPETEN yang dilakukan dalam jangka waktu 10 hari sejak permohonan diterima menunjukkan kesesuaian dokumen perubahan, Kepala BAPETEN menerbitkan perubahan izin pemanfaatan.

Jika pemeriksaan menunjukkan ketidaksesuaian dokumen perubahan, Kepala BAPETEN menolak permohonan perubahan izin pemanfaatan. Terhadap penolakan ini, Pemegang izin wajib mengajukan permohonan baru izin pemanfaatan bahan nuklir.

f. Berakhirnya Izin

Izin pemanfaatan bahan nuklir berakhir jika setidaknya salah satu dari kondisi-kondisi berikut terjadi.

- 1) Masa berlaku izin habis.
- 2) Badan hukum bubar atau dibubarkan.
- 3) Pemegang izin mengajukan permohonan penghentian izin.
- 4) Izin dicabut oleh Kepala BAPETEN.

5. Perizinan untuk Pelaku Usaha

a. Jenis Perizinan Berusaha

Perizinan berusaha untuk sektor ketenaganukliran diatur oleh PP No. 5, 2021. Perizinan berusaha dalam hal ini terdiri atas subsektor pemanfaatan sumber radiasi pengion, instalasi nuklir dan bahan nuklir, pertambangan bahan galian nuklir, dan pendukung sektor ketenaganukliran. Perizinan berusaha ini diterbitkan sesuai tahapan kegiatan, yaitu tahap kegiatan konstruksi, tahap kegiatan operasi, dan tahap kegiatan dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion.

Khusus untuk pengelolaan limbah radioaktif, tahapan yang berlaku adalah tahap kegiatan penentuan tapak, tahap kegiatan konstruksi, tahap kegiatan operasi, dan tahap kegiatan dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion. Kegiatan pengelolaan limbah radioaktif ini juga hanya dapat dilakukan oleh badan pelaksana sebagaimana dimaksud dalam undang-undang mengenai ketenaganukliran.

Perizinan berusaha untuk menunjang kegiatan usaha pada sektor ketenaganukliran meliputi 31 jenis izin. Kode KBLI/KBLI terkait, judul KBLI, tingkat risiko, syarat perizinan berusaha, jangka waktu, masa berlaku untuk perizinan berusaha diberikan pada Tabel 3.3, sementara Tabel 3.4 memberikan jenis perizinan berusaha, kode KBLI terkait, jangka waktu, dan masa berlaku untuk perizinan berusaha untuk menunjang kegiatan usaha. Sebagai catatan, Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 tersebut disederhanakan dari Lampiran PP No. 5, 2021.

Tabel 3.3 Masa Berlaku Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenaganukliran

Ruang Lingkup Kegiatan	Tingkat Risiko	Perizinan Berusaha	Jangka Waktu	Masa Berlaku
Kode KBLI: 43294				
Judul KBLI: Instalasi Nuklir				
Tapak reaktor nuklir	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan
Konstruksi reaktor nuklir	Tinggi	NIB dan izin	2 tahun	8 Tahun

Ruang Lingkup Kegiatan	Tingkat Risiko	Perizinan Berusaha	Jangka Waktu	Masa Berlaku
Komisioning reaktor nuklir	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	2 tahun
Operasi reaktor nuklir	Tinggi	NIB dan izin	2 tahun	40 tahun
Dekomisioning reaktor nuklir	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan
Tapak instalasi nuklir nonreaktor (INNR) fasilitas pemurnian	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan
Konstruksi INNR fasilitas pemurnian	Tinggi	NIB dan izin	2 tahun	5 tahun
Komisioning INNR fasilitas pemurnian	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	2 tahun
Operasi INNR fasilitas pemurnian	Tinggi	NIB dan izin	2 tahun	10 tahun
Dekomisioning INNR fasilitas pemurnian	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan
Tapak INNR fasilitas konversi	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan
Komisioning INNR fasilitas konversi	Tinggi	NIB dan izin	2 tahun	2 tahun
Konstruksi INNR fasilitas konversi	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	5 tahun
Operasi INNR fasilitas konversi	Tinggi	NIB dan izin	2 tahun	10 tahun
Dekomisioning INNR fasilitas konversi	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan
Tapak INNR fasilitas pengayaan	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan

Ruang Lingkup Kegiatan	Tingkat Risiko	Perizinan Berusaha	Jangka Waktu	Masa Berlaku
Konstruksi INNR fasilitas pengayaan	Tinggi	NIB dan izin	2 tahun	5 tahun
Komisioning INNR fasilitas pengayaan	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	2 tahun
Operasi INNR fasilitas pengayaan	Tinggi	NIB dan izin	2 tahun	10 tahun
Dekomisioning INNR fasilitas pengayaan	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan
Tapak INNR fasilitas fabrikasi	Tinggi	NAB dan izin	1 tahun	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan
Konstruksi INNR fasilitas fabrikasi	Tinggi	NIB dan izin	2 tahun	5 tahun
Komisioning INNR fasilitas fabrikasi	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	2 tahun
Operasi INNR fasilitas fabrikasi	Tinggi	NIB dan izin	2 tahun	10 tahun
Dekomisioning INNR fasilitas fabrikasi	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan
Tapak INNR fasilitas penyimpanan	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan
Konstruksi INNR fasilitas penyimpanan	Tinggi	NIB dan izin	2 tahun	8 tahun
Komisioning INNR fasilitas penyimpanan	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	2 tahun
Operasi INNR fasilitas penyimpanan	Tinggi	NIB dan izin	2 tahun	50 tahun
Dekomisioning INNR fasilitas penyimpanan	Tinggi	NIB dan izin	1 tahun	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan

Ruang Lingkup Kegiatan	Tingkat Risiko	Perizinan Berusaha	Jangka Waktu	Masa Berlaku
Kode KBLI: 72107				
Judul KBLI: Instalasi nuklir				
Pemanfaatan bahan nuklir untuk kegiatan penelitian dan pengembangan	Tinggi	NIB dan izin	10 hari	5 tahun
Kode KBLI: 07210				
Judul KBLI: Pertambangan bijih uranium dan torium				
Konstruksi dan penambangan mineral radioaktif	Tinggi	NIB, izin dan sertifikat standar	60 hari	20 tahun
Pengolahan mineral radioaktif	Tinggi	NIB, izin dan sertifikat standar	60 hari	10 tahun
Pengolahan mineral ikutan radioaktif	Tinggi	NIB, izin dan sertifikat standar	60 hari	10 tahun
Kode KBLI: 52107				
Judul KBLI: Penyimpanan yang termasuk dalam <i>Naturally Occurring Radioactive Material (NORM)</i>				
Penyimpanan mineral ikutan radioaktif	Tinggi	NIB, izin dan sertifikat standar	60 hari	5 tahun
Kode KBLI: 32906				
Judul KBLI: Industri Produksi Radioisotop				
Izin konstruksi fasilitas produksi radioisotop	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun
Izin operasi fasilitas produksi radioisotop	Tinggi	NIB dan izin	30 hari	5 tahun
Izin dekominising fasilitas sumber radiasi pengion	Tinggi	NIB dan izin	30 hari	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan dari pengawasan
Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion	Tinggi	NIB dan izin	30 hari	-

Ruang Lingkup Kegiatan	Tingkat Risiko	Perizinan Berusaha	Jangka Waktu	Masa Berlaku
Kode KBLI: 26601				
Judul KBLI: Industri Peralatan Iradiasi/Sinar-X, Perlengkapan, dan Sejenisnya				
Izin konstruksi fasilitas produksi peralatan yang menggunakan zat radioaktif	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun
Izin operasi fasilitas produksi peralatan yang menggunakan zat radioaktif	Tinggi	NIB dan izin	30 hari	5 tahun
Izin dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion	Tinggi	NIB dan izin	30 hari	Sampai diterbitkannya pernyataan pembebasan dari pengawasan
Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion	Tinggi	NIB dan izin	30 hari	
Kode KBLI: 26601				
Judul KBLI: Industri Peralatan Iradiasi/Sinar-X, Perlengkapan, dan Sejenisnya				
Izin produksi pembangkit radiasi pengion	Tinggi	NIB dan izin	15 hari	5 tahun
Kode KBLI: 43293				
Judul KBLI: Instalasi Fasilitas Sumber Radiasi Pengion				
Izin konstruksi kalibrasi yang menggunakan sumber radiasi pengion	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun
Izin konstruksi produksi peralatan yang menggunakan zat radioaktif	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun
Izin konstruksi untuk radioisotop dan radiofarmaka	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun
Izin konstruksi untuk produksi radioisotop	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun
Izin produksi untuk produksi radiofarmaka	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun
Izin konstruksi untuk iradiator kategori II, III dan IV	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun

Ruang Lingkup Kegiatan	Tingkat Risiko	Perizinan Berusaha	Jangka Waktu	Masa Berlaku
Izin konstruksi untuk fasilitas radioterapi	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun
Izin konstruksi untuk produksi barang konsumen	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun
Izin konstruksi untuk kedokteran nuklir terapi	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun
Izin konstruksi untuk kedokteran nuklir diagnostik in vivo	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun
Izin konstruksi untuk pengelolaan limbah radioaktif	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	2 tahun

Kode KBLI: 71202

Judul KBLI: Jasa Pengujian Laboratorium

Laboratorium dosimetri	Menengah tinggi	NIB dan sertifikat standar (Peraturan Bapeten)	30 hari	3 tahun
Lembaga uji kesesuaian pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan intervensional	Menengah tinggi	NIB dan sertifikat standar (Peraturan Bapeten)	30 hari	3 tahun
Laboratorium uji bungkus zat radioaktif	Menengah tinggi	NIB dan sertifikat standar (Peraturan Bapeten)	30 hari	3 tahun
Laboratorium uji peralatan radiografi industri	Menengah tinggi	NIB dan sertifikat standar (Peraturan Bapeten)	30 hari	3 tahun
Laboratorium uji radioaktivitas lingkungan	Menengah tinggi	NIB dan sertifikat standar (Peraturan Bapeten)	30 hari	3 tahun

Ruang Lingkup Kegiatan	Tingkat Risiko	Perizinan Berusaha	Jangka Waktu	Masa Berlaku
Kode KBLI: 78419				
Judul KBLI: Pelatihan Kerja Pemerintah Lainnya				
KBLI ini meliputi kegiatan lembaga pelatihan ketenaganukliran	Menengah tinggi	NIB dan sertifikat standar (Peraturan Bapeten)	30 hari	3 tahun
Kode KBLI: 78429				
Judul KBLI: Pelatihan Kerja Swasta Lainnya				
KBLI ini meliputi kegiatan lembaga pelatihan ketenaganukliran	Menengah tinggi	NIB dan sertifikat standar (Peraturan Bapeten)	30 hari	3 tahun
Kode KBLI: 72107				
Judul KBLI: Penelitian Dan Pengembangan Ketenaganukliran				
Perizinan berusaha pemanfaatan sumber radiasi pengion untuk kegiatan penelitian dan pengembangan	Tinggi	NIB dan izin	45 hari	5 tahun

Sumber: PP No. 5 (2021)

Tabel 3.4 Masa Berlaku Perizinan Berusaha untuk Menunjang Kegiatan Usaha Sektor Ketenaganukliran

No.	Perizinan Berusaha	Kode KBLI Terkait	Jangka Waktu	Masa Berlaku
1.	Izin pemanfaatan bahan nuklir untuk setiap kegiatan:	32907		
	Pembuatan		10 hari	5 tahun
	Produksi		10 hari	5 tahun
	Penggunaan		10 hari	5 tahun
2.	Izin pemanfaatan bahan nuklir untuk setiap kegiatan:	46100, 46643		
	Pengalihan		10 hari	5 tahun
	Ekspor		10 hari	5 tahun
	Impor		10 hari	5 tahun
3.	Pemanfaatan bahan nuklir untuk kegiatan penyimpanan	43294, 32907	10 hari	5 tahun

No.	Perizinan Berusaha	Kode KBLI Terkait	Jangka Waktu	Masa Berlaku
4.	Izin produksi radioisotop dan radiofarmaka untuk setiap kegiatan:	21012, 86101		
	Izin konstruksi fasilitas produksi radioisotop dan radiofarmaka	86103	45 hari	2 tahun
	Operasi produksi radioisotop dan radiofarmaka		30 hari	5 tahun
	Dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	
5.	Izin produksi radiofarmaka untuk setiap kegiatan:	21012, 86101		
	Konstruksi fasilitas radiofarmaka	86103	45 hari	2 tahun
	Operasi produksi radiofarmaka		30 hari	5 tahun
	Dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	
6.	Izin produksi barang konsumen yang mengandung zat radioaktif (dengan nilai total aktivitas atau nilai konsentrasi aktivitas lebih kecil atau sama dengan nilai pengecualian) untuk setiap kegiatan:	26520, 27401, 27409		
	Konstruksi fasilitas produksi konsumen yang mengandung zat radioaktif		45 hari	2 tahun
	Operasi produksi barang konsumen yang mengandung zat radioaktif		30 hari	5 tahun

No.	Perizinan Berusaha	Kode KBLI Terkait	Jangka Waktu	Masa Berlaku
	Dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	
7.	Izin kalibrasi yang menggunakan sumber radiasi pengion untuk setiap kegiatan:	71205, 71209		
	Konstruksi fasilitas kalibrasi yang menggunakan sumber radiasi pengion		45 hari	2 tahun
	Operasi kalibrasi yang menggunakan sumber radiasi pengion		30 hari	5 tahun
	Dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	
8.	Izin kedokteran nuklir terapi untuk setiap kegiatan:	86101, 86103,		
	Konstruksi fasilitas kedokteran nuklir terapi	86104	45 hari	2 tahun
	Operasi kedokteran nuklir terapi		30 hari	5 tahun
	Dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	
9.	Izin kedokteran nuklir diagnostik in vivo untuk setiap kegiatan:	86101, 86103,		
	Konstruksi fasilitas kedokteran nuklir in vivo	86104	45 hari	2 tahun

No.	Perizinan Berusaha	Kode KBLI Terkait	Jangka Waktu	Masa Berlaku
	Operasi kedokteran nuklir in vivo		30 hari	5 tahun
	Dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	
10.	Izin fasilitas radioterapi untuk setiap kegiatan:	86101, 86103		
	Konstruksi fasilitas radioterapi		45 hari	2 tahun
	Operasi radioterapi		30 hari	5 tahun
	Dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	
11.	Izin iradiator kategori II menggunakan sumber radioaktif untuk setiap kegiatan:	10130, 10219,		
	Konstruksi fasilitas iradiator kategori II menggunakan sumber radioaktif	22111, 27320	45 hari	2 tahun
	Operasi fasilitas iradiator kategori II menggunakan sumber radioaktif		30 hari	5 tahun
	Dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	
12.	Izin iradiator kategori II menggunakan pembangkit radiasi pengion untuk setiap kegiatan:	10130, 10219, 22111,		

No.	Perizinan Berusaha	Kode KBLI Terkait	Jangka Waktu	Masa Berlaku
	Konstruksi fasilitas iradiator kategori II menggunakan pembangkit radiasi pengion	27320	45 hari	2 tahun
	Operasi fasilitas iradiator kategori II menggunakan pembangkit radiasi pengion		30 hari	5 tahun
	Dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	
13.	Izin iradiator kategori III menggunakan sumber radioaktif untuk setiap kegiatan:	10130, 10219,		
	Konstruksi fasilitas iradiator kategori III menggunakan sumber radioaktif	22111, 27320	45 hari	2 tahun
	Operasi fasilitas iradiator kategori III menggunakan sumber radioaktif		30 hari	5 tahun
	Dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	
14.	Izin iradiator kategori IV menggunakan sumber radioaktif untuk setiap kegiatan:	10130, 10219,		
	Konstruksi fasilitas iradiator kategori IV menggunakan sumber radioaktif	22111,	45 hari	2 tahun
	Operasi fasilitas iradiator kategori IV menggunakan sumber radioaktif	27320	30 hari	5 tahun

No.	Perizinan Berusaha	Kode KBLI Terkait	Jangka Waktu	Masa Berlaku
	Dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	
15.	Izin pengelolaan limbah radioaktif untuk setiap kegiatan: Persetujuan tapak	38220	180 hari	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Konstruksi fasilitas pengelolaan limbah radioaktif menggunakan sumber radioaktif		90 hari	2 tahun
	Operasi pengelolaan limbah radioaktif atau		90 hari	5 tahun
	Dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion		90 tahun	Sampai terbitnya pernyataan pembebasan dari pengawasan
	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion		30 hari	
16.	Izin pemanfaatan sumber radiasi pengion untuk tujuan pendidikan	78429, 78419, 85311, 85312, 85321, 85322	10 hari	5 tahun
17.	Izin ekspor zat radioaktif	46100, 46643	10 hari	5 tahun
18.	Izin impor dan/atau pengalihan zat radioaktif	46100, 46643	10 hari	5 tahun
19.	Izin pengalihan pembangkit radiasi pengion	46100, 46643	10 hari	5 tahun

No.	Perizinan Berusaha	Kode KBLI Terkait	Jangka Waktu	Masa Berlaku
20.	Izin radiologi diagnostik dan/atau intervensional	86101, 86103, 86104, 86105	10 hari	5 tahun
21.	Izin iradiator kategori I menggunakan sumber radioaktif	10130, 10219, 22111, 27320	10 hari	5 tahun
22.	Izin iradiator kategori I menggunakan pembangkit radiasi pengion	10130, 10219, 22111, 27320	10 hari	5 tahun
23.	Izin uji tak rusak terpasang tetap/ <i>mobile</i>	71209	10 hari	5 tahun
24.	Izin perekaman data dalam sumur pengeboran (<i>well logging</i>)	09100, 71209	10 hari	5 tahun
25.	Izin penanda dan/atau perunut	09100, 71209	10 hari	5 tahun
26.	Izin pengukuran (<i>gauging</i>)	71209	10 hari	5 tahun
27.	Izin pemindaian bagasi menggunakan pembangkit radiasi pengion portabel	52221, 52222, 52223, 52231, 80200	10 hari	5 tahun
28.	Izin pemeriksaan nonmedis pada manusia dengan pembangkit radiasi pengion	52221, 52222, 52223, 52231, 80200	10 hari	5 tahun
29.	Izin pemeriksaan kargo dan/atau peti kemas menggunakan sumber radiasi pengion	52221, 52222, 52223, 52231, 80200	10 hari	5 tahun
30.	Izin fasilitas penyimpanan sumber radioaktif	52106	10 hari	5 tahun
31.	Izin menyimpan sementara zat radioaktif	52106	10 hari	5 tahun
32.	Izin impor atau ekspor pembangkit radiasi pengion	46100, 46643	5 hari	5 tahun

No.	Perizinan Berusaha	Kode KBLI Terkait	Jangka Waktu	Masa Berlaku
33.	Izin ekspor barang konsumen yang mengandung zat radioaktif (dengan nilai total aktivitas atau nilai konsentrasi aktivitas lebih kecil atau sama dengan nilai pengecualian)	46100, 46643	5 hari	5 tahun
34.	Izin ekspor dan/atau pengalihan barang konsumen yang mengandung zat radioaktif (dengan nilai total aktivitas atau nilai konsentrasi aktivitas lebih kecil atau sama dengan nilai pengecualian)	46100, 46643	5 hari	5 tahun
35.	Izin radiologi diagnostik gigi	86101, 86103, 86104, 86105	5 hari	5 tahun
36.	Izin radiologi diagnostik untuk pengukuran densitas tulang	86101, 86103, 86104, 86105	5 hari	5 tahun
37.	Izin kedokteran nuklir diagnostik in vivo	86101, 86103, 86104	5 hari	5 tahun
38.	Izin pemeriksaan unjuk kerja peralatan dengan zat radioaktif	71202, 71205	5 hari	5 tahun
39.	Izin analisis menggunakan sumber radiasi pengion	71206	5 hari	5 tahun
40.	Izin pemindaian bagasi dengan pembangkit radiasi pengion terpasang tetap	52221, 52222, 52223, 52231, 80200	5 hari	5 tahun
41.	Izin menyimpan sementara pembangkit radiasi pengion	52106	5 hari	5 tahun

Sumber: PP No. 5 (2021)

KBLI (Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia) adalah kode klasifikasi yang diatur oleh lembaga pemerintahan nonkementerian yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang statistik, sedangkan kode NIB (nomor induk berusaha) adalah bukti registrasi/pendaftaran pelaku usaha untuk melakukan kegiatan usaha dan sebagai identitas bagi pelaku usaha dalam pelaksanaan kegiatan usahanya.

Seperti terlihat pada Tabel 3.3, setiap kegiatan memiliki tingkat risiko masing-masing yang memiliki implikasi pada persyaratan perizinannya. Untuk kegiatan dengan risiko tinggi, perizinan berusaha memerlukan NIB dan izin pemanfaatan dari Kepala BAPETEN, sementara kegiatan dengan risiko menengah tinggi perizinan berusaha memerlukan NIB dan sertifikat standar yang didasarkan pada peraturan BAPETEN. Selain itu, Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 juga memberikan jangka waktu untuk memproses perizinan masing-masing kegiatan.

Pada Lampiran II PP Nomor 5 Tahun 2021 diberikan daftar persyaratan dan/atau kewajiban perizinan berusaha sektor perizinan, termasuk sektor ketenaganukliran. Lampiran II ini cukup tebal—yaitu 257 halaman—dan dapat diakses pada berbagai JDIH yang tersedia.

b. Pengawasan

Pengawasan dilakukan oleh Kepala BAPETEN dan dilakukan selama proses penilaian kesesuaian perizinan berusaha yang dilakukan dalam bentuk verifikasi lapangan dan selama masa berlaku perizinan berusaha yang dilakukan dalam bentuk surveilans. Pengawasan dilakukan oleh inspektur keselamatan nuklir dan dilaksanakan secara rutin dan insidental.

c. Sanksi

Kepala BAPETEN akan menjatuhkan sanksi administratif secara bertahap apabila ditemukan pelanggaran terhadap ketentuan berizinan berusaha, berupa peringatan tertulis, pembekuan perizinan berusaha, dan/atau pencabutan perizinan berusaha. Peringatan tertulis

diberikan sebanyak tiga kali untuk pemegang perizinan berusaha yang melanggar ketentuan perizinan berusaha subsektor instalasi nuklir dan bahan nuklir.

Peringatan tertulis wajib ditindaklanjuti dalam jangka waktu 10 hari sejak ditetapkannya peringatan tertulis. Jika peringatan tertulis tidak dipatuhi, Kepala BAPETEN membekukan perizinan berusaha konstruksi, komisioning, operasi instalasi nuklir, atau pemanfaatan bahan nuklir. Pembekuan perizinan berlaku sampai dengan dipenuhinya ketentuan perizinan berusaha untuk subsektor instalasi nuklir dan bahan nuklir ini. Apabila pemegang perizinan tetap melaksanakan kegiatannya selama pembekuan perizinan, Kepala BAPETEN mencabut perizinan berusaha tersebut.

Proses pembekuan dan pencabutan yang sama, tetapi dengan jangka waktu yang berbeda diberlakukan untuk perizinan subsektor dekomisioning reaktor nuklir dan/atau program dekomisioning instalasi nuklir nonreaktor (INNR), subsektor pertambangan bahan galian nuklir, dan subsektor kegiatan pendukung.

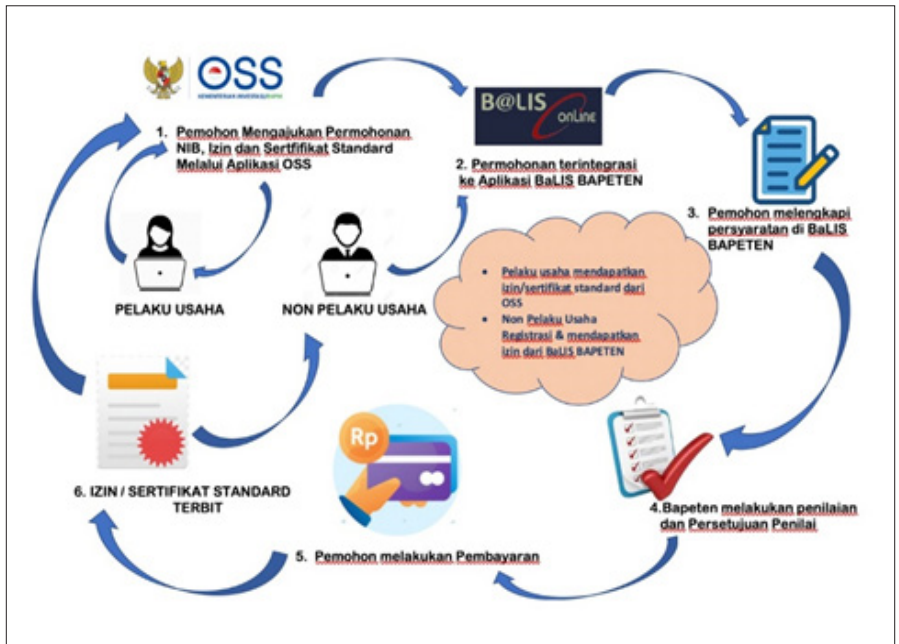
6. Proses Perizinan Dalam Praktik

Secara umum pengajuan permohonan izin baru dilaksanakan melalui aplikasi Balis Online versi 2.5 BAPETEN yang telah terintegrasi dengan *online single submission riskbased approach* (OSS-RBA). Balis Online adalah aplikasi sistem informasi berbasis web yang dibangun dengan perangkat lunak berbasis sumber terbuka untuk mendukung kegiatan pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir. Aplikasi ini juga terintegrasi secara waktu nyata (*real time online*) dengan portal Indonesia Nasional Single Window (INSW) Bea Cukai dan Sistem Pembayaran PNPB Online (SIMPONI) Ditjen Anggaran di Kementerian Keuangan RI.

Untuk pelaku usaha, permohonan perizinan berusaha KBLI atau Perizinan Berusaha Untuk Menunjang Kegiatan Usaha (PB-UMKU) diajukan melalui sistem aplikasi OSS. Apabila akun Balis 2.5 dan akun OSS-RBA sudah terhubung (sinkron) dan ketika pelaku usaha melakukan pemenuhan persyaratan pada sistem aplikasi OSS, tampilan

layar akan berpindah ke Balis 2.5 untuk dilakukan pengisian data dan mengunggah dokumen-dokumen persyaratan yang dipersyaratkan.

Untuk nonpelaku usaha, permohonan perizinan berusaha diajukan langsung melalui sistem aplikasi Balis 2.5 untuk dilakukan pengisian data dan mengunggah dokumen-dokumen persyaratan yang dipersyaratkan. Untuk memudahkan pemohon dalam memahami proses perizinan, BAPETEN telah memberikan info grafis pelayanan seperti yang diberikan pada Gambar 3.1, dan alur proses perizinan fasilitas industri dan medis seperti yang diberikan pada Gambar 3.2.



Sumber: BAPETEN (t.t.-a)

Gambar 3.1 Alur Balis BAPETEN



Sumber: BAPETEN (t.t.-b)

Gambar 3.2 Alur Proses Perizinan Fasilitas Industri dan Medis

Kegiatan berusaha di sektor ketenaganukliran secara umum dibedakan atas subsektor medis dan industri. Setelah pemegang izin mengajukan permohonan perizinan, proses pelayanan perizinan selanjutnya adalah dilakukan evaluasi terhadap permohonan tersebut, termasuk pemeriksaan terhadap pemenuhan persyaratannya, dilanjutkan dengan batas perbaikan jika diperlukan, dan penerbitan izin. Tabel 3.5 dan Tabel 3.6 masing-masing memberikan jangka waktu pelayanan perizinan subsektor medis dan subsektor industri.

Tabel 3.5 Jangka Waktu Pelayanan Perizinan Subsektor Medis

No.	Lingkup Kegiatan	Jangka Waktu (Hari)		
		Evaluasi	Batas Perbaikan	Terbit
1.	Konstruksi fasilitas sumber radiasi pengion (kedokteran nuklir terapi, kedokteran nuklir diagnostik in vivo, radioterapi)	45	20	3
2.	Operasi fasilitas sumber radiasi pengion (kedokteran nuklir terapi, kedokteran nuklir diagnostik in vivo, radioterapi)	30	20	3
3.	Izin dekomisioning fasilitas sumber radiasi pengion (kedokteran nuklir terapi, kedokteran nuklir diagnostik in vivo, radioterapi)	30	20	3
4.	Radiologi diagnostik dan intervensional	10	5	3
5.	Radiologi diagnostik densitas tulang	5	5	3
6.	Radiologi diagnostik gigi intraoral	5	5	3
7.	Kedokteran nuklir in vitro	5	5	3

Sumber: PP No. 5 (2021) dan PerBAPETEN No. 3 (2021)

Tabel 3.6 Jangka Waktu Pelayanan Perizinan Subsektor Industri

No.	Lingkup Kegiatan	Jangka Waktu (Hari)		
		Evaluasi	Batas Perbaikan	Terbit
1.	Konstruksi fasilitas sumber radiasi pengion (produksi radioisotop, produksi radioisotop dan radiofarmaka, produksi radiofarmaka, produksi peralatan yang menggunakan zat radioaktif, produksi barang konsumen, iradiator kategori II pembangkit radiasi pengion, iradiator kategori II sumber radioaktif, iradiator kategori III sumber radioaktif, iradiator kategori IV sumber radioaktif, fasilitas kalibrasi)	45	20	3

No.	Lingkup Kegiatan	Jangka Waktu (Hari)		
		Evaluasi	Batas Perbaikan	Terbit
2.	Operasi fasilitas sumber radiasi pengion (produksi radioisotop; produksi radioisotop dan radiofarmaka, produksi radiofarmaka, produksi peralatan yang menggunakan zat radioaktif, produksi barang konsumen, iradiator kategori II pembangkit radiasi pengion, iradiator kategori II sumber radioaktif, iradiator kategori III sumber radioaktif, iradiator kategori IV sumber radioaktif, fasilitas kalibrasi)	30	20	3
3.	Izin decomisioning fasilitas sumber radiasi pengion (produksi radioisotop, produksi radioisotop dan radiofarmaka, produksi radiofarmaka, produksi peralatan yang menggunakan zat radioaktif, produksi barang konsumen, iradiator kategori II pembangkit radiasi pengion, iradiator kategori II sumber radioaktif, iradiator kategori III sumber radioaktif, iradiator kategori IV sumber radioaktif, fasilitas kalibrasi)	30	20	3
4.	Produksi pembangkit radiasi pengion	10	5	3
5.	Pengalihan pembangkit radiasi pengion	10	5	3
6.	Impor dan/atau pengalihan zat radioaktif	10	5	3
7.	Ekspor zat radioaktif	10	5	3
8.	Iradiator kategori I menggunakan pembangkit radiasi pengion	10	5	3
9.	Iradiator kategori I menggunakan sumber radioaktif	10	5	3
10.	Uji tak rusak terpasang tetap / <i>mobile</i>	10	5	3
11.	Perekaman data dalam sumur pengeboran (<i>well logging</i>)	10	5	3
12.	Penanda dan/atau perunut	10	5	3
13.	Pengukuran (<i>gauging</i>) tetap/portabel	10	5	3
14.	Pemindaian bagasi menggunakan pembangkit radiasi pengion portabel	10	5	3
15.	Pemeriksaan kargo dan/atau peti kemas menggunakan sumber radiasi pengion	10	5	3

No.	Lingkup Kegiatan	Jangka Waktu (Hari)		
		Evaluasi	Batas Perbaikan	Terbitan
16.	Pemeriksaan nonmedis pada manusia dengan pembangkit radiasi pengion	10	5	3
17.	Fasilitas penyimpanan sumber radioaktif	10	5	3
18.	Menyimpan sementara zat radioaktif	10	5	3
19.	Impor atau ekspor pembangkit radiasi pengion	5	5	3
20.	Ekspor barang konsumen	5	5	3
21.	Impor dan/atau pengalihan barang konsumen	5	5	3
22.	Pemeriksaan unjuk kerja dengan sumber radiasi pengion	5	5	3
23.	Analisis menggunakan sumber radiasi pengion	5	5	3
24.	Pemindaian bagasi dengan pembangkit radiasi pengion terpasang tetap	5	5	3
25.	Menyimpan sementara pembangkit radiasi pengion	5	5	3
26.	Izin penelitian dan pengembangan ketenaganukliran (pemanfaatan sumber radiasi pengion untuk kegiatan penelitian dan pengembangan)	10	5	3
27.	Izin tapak pengelolaan limbah radioaktif	180	-	3
28.	Konstruksi pengelolaan limbah radioaktif	90	-	3
29.	Operasi pengelolaan limbah radioaktif	90	-	3
30.	Izin dekomisioning pengelolaan limbah radioaktif	90	-	3
31.	Pernyataan pembebasan fasilitas sumber radiasi pengion (produksi radioisotop, produksi radioisotop dan radiofarmaka, produksi radiofarmaka, produksi peralatan yang menggunakan zat radioaktif, produksi barang konsumen, iradiator kategori II pembangkit radiasi pengion, iradiator kategori II sumber radioaktif, iradiator kategori III sumber radioaktif, iradiator kategori IV sumber radioaktif, fasilitas kalibrasi)	30	20	3

No.	Lingkup Kegiatan	Jangka Waktu (Hari)		
		Evaluasi	Batas Perbaikan	Terbit
32.	Pernyataan pembebasan pengelolaan limbah radioaktif	30	-	3
33.	Persetujuan impor/ekspor	2	-	2
34.	Persetujuan pengiriman kembali sumber radiasi pengion	10	-	5

Sumber: PP No. 5 (2021) dan PerBAPETEN No. 3 (2021)

Persyaratan Teknis Permohonan

Persyaratan teknis permohonan izin bidang kesehatan, penelitian, dan industri meliputi data-data/dokumen-dokumen sebagai berikut.

- 1) Data lokasi pemanfaatan sumber radiasi pengion: Tempat sumber radiasi pengion dioperasikan atau digunakan, dan tidak sama dengan domisili badan hukum atau badan usaha).
- 2) Dokumen rencana teknis fasilitas bangunan penahan radiasi: Dokumen yang mencakup gambar rencana struktur dari dinding ruang penahan radiasi, perhitungan tebal dinding, densitas, dan material. Dokumen ini diperuntukan bagi pelaku usaha yang memiliki tempat penyimpanan zat radioaktif sendiri. Dalam hal tidak memiliki tempat penyimpanan zat radioaktif sendiri, pelaku usaha wajib menempatkan zat radioaktif di pelaku usaha bidang penyimpanan zat radioaktif).
- 3) Dokumen bangunan utilitas operasi pemanfaatan sumber radiasi pengion: Dokumen denah terkait pengoperasian peralatan, misalnya tempat menyimpan peralatan terkait keselamatan radiasi).
- 4) Dokumen kajian keselamatan radiasi dan keamanan dalam pengangkutan zat radioaktif: Dokumen ini, antara lain, memuat sifat dan besarnya paparan potensial; batasan dan kondisi teknis untuk pengoperasian sumber radiasi; kemungkinan terjadinya kegagalan struktur, sistem, komponen, dan/atau kesalahan prosedur yang terkait dengan proteksi dan keselamatan,

serta dampak yang ditimbulkan jika kegagalan terjadi; dan/ atau penilaian tingkat ancaman (penentuan potensi ancaman analisis terhadap kerentanan (*vulnerability assessment*) sumber radioaktif); penilaian unjuk kerja (organisasi keamanan sumber radioaktif, prosedur operasional keamanan sumber radioaktif, dan peralatan keamanan sumber radioaktif).

- 5) Data kompetensi dan kewenangan petugas yang meliputi
 - a) petugas proteksi radiasi (yang dimaksud adalah personel yang telah memiliki surat izin bekerja dari Kepala BAPETEN dan merupakan personel utama yang memiliki tanggung jawab mengawasi penerapan persyaratan keselamatan radiasi di fasilitas atau instalasi),
 - b) petugas keamanan zat radioaktif (yang dimaksud adalah pelatihan sebagai petugas keamanan zat radioaktif yang dibuktikan dengan sertifikat pelatihan), dan/atau
 - c) petugas lainnya yang menangani sumber radiasi pengion (untuk petugas lainnya yang menangani sumber radiasi pengion sesuai dengan pemanfaatan sumber radiasi).
- 6) Dokumen kesesuaian mutu sumber radiasi pengion: Dokumen ini antara lain memuat sertifikat sumber radioaktif termasuk tabel peluruhan (*decay chart*); sertifikat zat radioaktif bentuk khusus; dan foto label data zat radioaktif untuk zat radioaktif; spesifikasi teknis pembangkit radiasi pengion; sertifikat mutu pembangkit radiasi pengion, dan foto label pembangkit radiasi pengion untuk pembangkit radiasi pengion).
- 7) Dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi dan/ atau dokumen program keamanan zat radioaktif: Dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi adalah dokumen rencana tindak yang disusun secara sistematis untuk memenuhi persyaratan keselamatan radiasi, antara lain, memuat manajemen penyelenggara keselamatan radiasi, data personel yang bekerja di fasilitas, program pendidikan dan pelatihan mengenai proteksi dan keselamatan radiasi, daftar perlengkapan proteksi radiasi dan sertifikat kalibrasi alat ukur radiasi, penetapan pembagian

daerah kerja, pemantauan paparan radiasi dan/atau kontaminasi radioaktif di daerah kerja, pemantauan kesehatan, pemantauan dosis yang diterima pekerja radiasi, program kedaruratan radiasi, penetapan pembatas dosis, dan prosedur operasi.

Sementara itu, dokumen program keamanan sumber radioaktif, antara lain, berisi deskripsi sumber radioaktif, desain dan denah fasilitas, data peralatan keamanan sumber radioaktif, dan lingkungan sekitarnya; organisasi keamanan sumber radioaktif; prosedur operasional keamanan sumber radioaktif; pelatihan; dan inventarisasi dan rekaman hasil Inventarisasi; prosedur penanggulangan keadaan darurat keamanan sumber radioaktif; serta pelaporan).

- 8) Dokumen bukti kepemilikan dan/atau penguasaan sumber radiasi pengion: Dokumen ini terdiri atas, antara lain, dokumen pembelian, surat perjanjian hibah dan berita acara serah terima barang, perjanjian sewa menyewa).

B. Analisis

Seperti telah diuraikan dengan singkat di awal Bab, saat ini terdapat dua rezim perizinan pemanfaatan ketenaganukliran yang berlaku, yaitu untuk pelaku usaha dan nonpelaku usaha. Untuk pelaku usaha prosedur perizinan mengikuti PP No. 5, 2021, sementara untuk nonpelaku usaha prosedur perizinan masih mengikuti peraturan yang lama, yaitu PP No. 29, 2008 dan PP Nomor 2 Tahun 2014.

Dua isu—paling tidak—muncul akibat perbedaan dasar hukum untuk pelaku pemanfaatan ketenaganukliran ini, yaitu isu masa berlaku izin dan biaya izin. Kedua isu ini akan dibahas berikut.

a. Masa Berlaku

Seperti telah diuraikan sebelumnya, Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 masing-masing memberikan masa berlaku izin untuk nonpelaku usaha sesuai PP Nomor 29 Tahun 2008 dan PP Nomor 2 Tahun 2014, sementara Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 memberikan masa berlaku perizinan berusaha sesuai dengan PP Nomor 5 Tahun 2021.

Jika Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 dibandingkan dengan Tabel 3.3 dan Tabel 3.4, tampak bahwa Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 memberikan jenis izin yang lebih banyak dan masa berlaku yang lebih panjang dibandingkan dengan jenis izin dan masa berlaku yang diberikan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2. Walaupun demikian, jenis izin yang diberikan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 juga diberikan pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4. Kenyataan ini perlu diklarifikasi oleh pihak yang berwenang karena tidak mungkin masa berlaku untuk satu kegiatan akan berbeda hanya karena perbedaan antara pelaku usaha dan nonpelaku usaha yang melakukan pemanfaatan ketenaganukliran tersebut.

b. Biaya Izin

Setiap izin yang diterbitkan oleh Kepala BAPETEN kepada pemohon izin dikenakan biaya. Dasar penetapan biaya adalah Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2022 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) yang berlaku pada Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Sementara itu, sebagai peraturan pelaksana dari PP Nomor 5 Tahun 2021, Menteri Keuangan menerbitkan Peraturan Menteri Keuangan (Permenkeu) Nomor 137/PMK.02/2021 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Bersifat Volatil dan Kebutuhan Mendesak pada Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Permenkeu, No. 137 2021).

Pada kenyataannya, kedua peraturan perundang-undangan itu memuat jenis PNBP yang hampir sama, tetapi berbeda urutannya. Tarif yang dikenakan juga sama untuk jenis PNBP yang sama. Walau dari sisi kebijakan barangkali peraturannya memang perlu dibedakan, barangkali perlu juga dipertimbangkan untuk menggabungkan kedua peraturan terkait PNBP pada BAPETEN ini dalam suatu mekanisme tertentu.

Analisis berikutnya akan membandingkan peraturan nasional yang diuraikan di atas dengan standar pemberian otorisasi dalam bentuk perizinan di tingkat internasional yang diberikan oleh IAEA. Pada salah satu butir dari standar kerja badan pengawas pada publikasi IAEA (2016a), dinyatakan bahwa otorisasi oleh badan pengawas,

termasuk spesifikasi kondisi yang diperlukan untuk keselamatan, harus menjadi prasyarat bagi semua fasilitas dan kegiatan yang secara eksplisit tidak dikecualikan atau disetujui dengan proses notifikasi.

Butir tersebut diuraikan dengan lebih terperinci sebagai berikut.

- 1) Beberapa jenis otorisasi harus diperoleh untuk berbagai tahap dalam masa operasi fasilitas atau selama kegiatan berlangsung. Badan pengawas harus bisa memodifikasi otorisasi untuk tujuan yang terkait keselamatan.
- 2) Untuk suatu fasilitas, tahapan dalam masa operasi biasanya meliputi evaluasi tapak, desain, konstruksi, komisioning, operasi, penghentian, dan dekomisioning (atau penutupan). Tahapan ini juga meliputi manajemen limbah radioaktif, manajemen bahan bakar bekas, dan remediasi area yang terkontaminasi. Untuk sumber radioaktif dan pembangkit radiasi, proses pengaturan ini berlangsung selama masa usia sumber radiasi tersebut.
- 3) Otorisasi untuk suatu fasilitas harus meliputi otorisasi kegiatan yang berlangsung di fasilitas (misalnya, operasi, pemeliharaan, dan kegiatan rekayasa). Badan pengawas harus memverifikasi dengan cara yang tepat dan kompetensi individual yang memiliki tanggung jawab untuk keselamatan fasilitas dan kegiatan ini.
- 4) Dalam pemberian otorisasi untuk suatu fasilitas atau kegiatan, badan pengawas dapat menerapkan batasan, kondisi, dan pengendalian kegiatan turunan berikutnya.
- 5) Badan pengawas harus menetapkan suatu proses agar pihak yang diberi kewenangan dapat mengajukan banding terhadap keputusan yang terkait dengan otorisasi untuk fasilitas, kegiatan, atau kondisi yang disertakan dalam suatu otorisasi.
- 6) Sebelum otorisasi diberikan, pemohon harus menyerahkan kajian keselamatan yang harus dikaji ulang dan dinilai oleh badan pengawas sesuai prosedur yang berlaku. Tingkat pengendalian pengawasan yang diberlakukan harus sesuai dengan risiko radiasi terkait fasilitas dan kegiatannya, berdasarkan pendekatan bertingkat.

- 7) Badan pengawas harus menerbitkan pedoman mengenai format dan isi dokumen yang diserahkan oleh pemohon dalam mendukung permohonan otorisasinya. Pemohon harus menyerahkan atau menyediakan badan pengawas sesuai dengan batas waktu yang disetujui, semua informasi terkait keselamatan, seperti yang ditentukan di awal atau sesuai permintaan dalam proses otorisasi.
- 8) Beberapa tahap dari masa operasi suatu fasilitas atau lamanya kegiatan mungkin memiliki jeda yang memerlukan otorisasi terpisah. Dalam hal seperti ini, tahapan yang telah selesai harus dikaji ulang dan dinilai dengan mempertimbangkan umpan balik dari tahapan sebelumnya.
- 9) Suatu otorisasi mungkin perlu dipertimbangkan ulang dan/atau diperbarui dalam beberapa tahapan operasi fasilitas atau lamanya kegiatan (misalnya sebagai akibat perubahan kondisi dari saat otorisasi diberikan). Hal ini akan membawa kepada keputusan baru terkait otorisasi yang mungkin memerlukan amendemen, pembaharuan, penangguhan, atau pencabutan otorisasi.
- 10) Setiap amendemen, pembaharuan, penangguhan, atau pencabutan otorisasi untuk fasilitas atau kegiatan berikutnya harus dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan dan harus memuat ketentuan tentang saat penyerahan permohonan untuk pembaharuan atau amendemen otorisasi.
- 11) Pengkajian keselamatan dapat diminta untuk diulang atau diyakinkan kembali oleh badan pengawas dalam mendukung keputusannya. Hasil tindakan pengawasan, seperti inspeksi, tinjauan ulang dan kajian, dan umpan balik dari kinerja operasional (misalnya umpan balik mengenai dilampauinya batas dan kondisi atau tentang insiden) harus dipertimbangkan dalam membuat keputusan tentang amendemen, pembaharuan, penangguhan, atau pencabutan otorisasi.
- 12) Badan pengawas harus membuat rekaman secara resmi terkait keputusannya tentang otorisasi suatu fasilitas atau kegiatan, atau terkait amendemen, pembaharuan, penangguhan atau

pencabutannya, dan harus menginformasikan pada pemohon—pada saat yang tepat—mengenai keputusannya tersebut, dan menyampaikan alasan dan justifikasi pengambilan keputusan kepada pemohon.

Secara umum, proses otorisasi yang diuraikan dengan terperinci tersebut telah dipenuhi dalam proses perizinan yang berlaku di Indonesia. Secara khusus, beberapa butir standar IAEA tersebut dan kaitannya dengan sistem perizinan yang berlaku di Indonesia dapat dibahas sebagai berikut.

- 1) Pemberian otorisasi pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia semuanya dilakukan dalam bentuk perizinan. Sementara itu, IAEA menyatakan bahwa pemberian otorisasi bisa dalam bentuk perizinan atau registrasi. Pemberian otorisasi dalam bentuk registrasi diberikan untuk pemanfaatan tenaga nuklir yang
 - a) keselamatannya dapat dijamin oleh desain fasilitas dan peralatan,
 - b) prosedur operasi mudah diikuti,
 - c) persyaratan pelatihan keselamatan sangat minimal, dan
 - d) riwayat pekerjaan menunjukkan hanya sedikit masalah terkait keselamatan dalam pengoperasian fasilitas.

Menurut IAEA, registrasi dapat diberikan untuk kegiatan yang tidak bervariasi dengan signifikan.

- 2) Standar IAEA terkait kesempatan banding terhadap keputusan yang terkait dengan otorisasi untuk fasilitas atau kegiatan, atau kondisi yang disertakan dalam suatu otorisasi, tidak dikenal dalam sistem perizinan di Indonesia. Pada setiap jenis perizinan, baik itu yang diberikan pada PP Nomor 29 Tahun 2009 dan PP Nomor 2 Tahun 2014 maupun pada PP Nomor 5 Tahun 2021, terhadap hasil penilaian teknis oleh Kepala BAPETEN atas permohonan persetujuan dokumen perizinan, pemohon diharuskan melakukan perbaikan dokumen sejak diterimanya pemberitahuan dari Kepala BAPETEN. Selanjutnya, Kepala BAPETEN dapat menolak permohonan persetujuan apabila

perbaikan tidak disampaikan dalam waktu yang telah ditentukan atau perbaikan belum memenuhi penilaian persyaratan persetujuan. Tidak ada ketentuan yang memberi kesempatan kepada pemohon untuk melakukan banding terhadap keputusan Kepala BAPETEN ini. Demikian pula pemohon yang ditolak permohonannya harus diinformasikan alasan dan justifikasi dari penolakan tersebut.

- 3) Pada standar IAEA dikenal sistem amendemen, pembaharuan, penangguhan, atau pencabutan terhadap otorisasi yang telah diberikan. Meskipun sistem ini berlaku pula pada sistem perizinan ketenaganukliran di Indonesia, tetapi pencabutan otorisasi atau pencabutan izin merupakan sanksi administratif terberat atas pelanggaran ketentuan di luar ketentuan pidana dari semua peraturan ketenaganukliran, tidak terbatas pada peraturan terkait perizinan.
- 4) Standar IAEA menyatakan bahwa badan pengawas harus menyampaikan informasi kepada pemohon mengenai keputusan terkait otorisasi, termasuk alasan dan justifikasi dari keputusan tersebut. Sayangnya, sistem perizinan ketenaganukliran baik untuk pelaku usaha maupun nonpelaku usaha di Indonesia tidak mengakomodasi kebutuhan informasi ini. Sistem perizinan Indonesia hanya menetapkan bahwa Kepala BAPETEN menerbitkan izin jika persyaratan dipenuhi dan menolak permohonan izin jika perbaikan terhadap dokumen permohonan yang diminta BAPETEN tidak disampaikan dalam waktu yang telah ditentukan atau perbaikan belum memenuhi penilaian persyaratan persetujuan.

Bab IV

Pengendalian Impor dan Ekspor

Pengendalian impor dan ekspor sumber radiasi pengion diberikan dalam bentuk persetujuan impor dan ekspor sumber radiasi pengion. Persetujuan ini diatur dalam Bab VIII Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir yang mengatur tentang persetujuan impor dan ekspor sumber radiasi pengion dan persetujuan pengiriman kembali zat radioaktif.

Beberapa instrumen hukum lain yang mengatur impor dan ekspor terkait bahan nuklir dan sumber radiasi pengion, yakni

- 1) PP Nomor 2 Tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir, yang antara lain mengatur persetujuan pengiriman kembali bahan bakar nuklir bekas;
- 2) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013 tentang Keamanan Sumber Radioaktif Untuk Impor dan Ekspor;
- 3) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 17 Tahun 2013 tentang Keselamatan Radiasi Dalam Kegiatan Impor dan Ekspor, dan Pengalihan, Barang Konsumen; dan

- 4) Perka BAPETEN Nomor 2 Tahun 2017 tentang Larangan dan Pembatasan Impor dan Ekspor Barang Konsumen, Sumber Radiasi Pengion, dan Bahan Nuklir.

Yang dimaksud dengan impor adalah kegiatan memasukkan barang ke dalam daerah pabean; ekspor adalah kegiatan mengeluarkan barang keluar dari daerah pabean; dan pengalihan adalah kegiatan pendistribusian, peredaran dan/atau penginstalasian barang konsumen. Sementara itu, barang konsumen didefinisikan sebagai setiap peralatan atau barang yang mengandung zat radioaktif yang sengaja dimasukkan atau sebagai hasil aktivasi. Dapat pula diartikan sebagai atau peralatan atau barang yang menghasilkan radiasi pengion dan penggunaannya di masyarakat tidak memerlukan pengawasan.

A. Peraturan Perundang-Undangan

1. Impor, Ekspor, dan Pengalihan Zat Radioaktif dan/atau Pembangkit Radiasi Pengion

Impor, ekspor, dan pengalihan zat radioaktif dan/atau pembangkit radiasi pengion hanya boleh dilakukan oleh pemegang izin pemanfaatan sumber radiasi pengion. Seperti pemegang izin lainnya, pemegang izin impor, ekspor, dan pengalihan zat radioaktif dan/atau pembangkit radiasi pengion memiliki kewajiban yang harus dipatuhi dan mengikuti prosedur tertentu untuk memperoleh izin tersebut.

a. Kewajiban Pemegang Izin

Pemegang izin impor dan/atau pengalihan zat radioaktif dan/atau pembangkit radiasi pengion berkewajiban untuk

- 1) memberikan kesempatan untuk pemeriksaan yang dilakukan oleh Kepala BAPETEN terhadap fasilitas pemanfaatan sumber radiasi pengion;
- 2) melaksanakan pemantauan kesehatan pekerja radiasi;
- 3) memberikan kesempatan untuk pemeriksaan kesehatan terhadap pekerja yang dilakukan oleh Kepala BAPETEN yang bekerja sama dengan instansi yang berwenang di bidang penelitian dan

- pengembangan ketenaganukliran, kesehatan, dan ketenagakerjaan untuk menilai dampak radiasi terhadap kesehatan;
- 4) menyelenggarakan dokumentasi mengenai segala sesuatu yang bersangkutan dengan pemanfaatan sumber radiasi pengion;
 - 5) melakukan tindakan yang diperlukan untuk mencegah atau memperkecil bahaya yang timbul akibat pemanfaatan sumber radiasi pengion terhadap keselamatan pekerja, anggota masyarakat dan perlindungan terhadap lingkungan hidup;
 - 6) melakukan tindakan yang diperlukan untuk mencegah pemindahan tidak sah, pencurian, dan sabotase sumber radioaktif;
 - 7) memanfaatkan sumber radiasi pengion sesuai tujuan yang tercantum dalam izin;
 - 8) menyampaikan laporan secara tertulis kepada Kepala BAPETEN jika terjadi kegagalan fungsi peralatan yang mengarah pada insiden, dan/atau kecelakaan radiasi;
 - 9) menyampaikan laporan mengenai pemantauan dosis radiasi pekerja;
 - 10) menyampaikan laporan secara tertulis hasil pemantauan daerah kerja dan lingkungan hidup di sekitar fasilitas kepada Kepala BAPETEN.
 - 11) melaksanakan Rencana Pengelolaan Lingkungan dan Rencana Pemantauan Lingkungan.

Selain itu, pemegang izin juga hanya boleh melakukan kegiatan impor dan/atau pengalihan dengan orang atau badan yang telah memiliki izin pemanfaatan sumber radiasi pengion. Dalam hal impor dan/atau pengalihan peralatan yang mengandung zat radioaktif untuk barang konsumen, selain kewajiban yang telah disebutkan, pemegang izin juga wajib

- 1) menginformasikan kepada pengguna mengenai penanganan dan pengamanan barang konsumen yang mengandung zat radioaktif serta

- 2) melaporkan secara tertulis tentang karakteristik zat radioaktif dan pengalihan dan peredaran barang konsumen yang mengandung zat radioaktif.

b. Impor dan Ekspor Sumber Radiasi Pencion

Impor, ekspor, dan pengalihan zat radioaktif dan/atau pembangkit radiasi pencion hanya boleh dilakukan oleh pemegang izin pemanfaatan sumber radiasi pencion dan mendapat persetujuan dari Kepala BAPETEN sebelum sumber radiasi pencion dikeluarkan dari kawasan pabean. Untuk mendapatkan persetujuan ini pemegang izin harus mengajukan permohonan tertulis kepada Kepala BAPETEN, memiliki izin impor atau ekspor dari instansi yang berwenang di bidang perdagangan, dan menyampaikan dokumen impor atau ekspor.

c. Pengiriman Kembali Zat Radioaktif

Pemegang izin yang akan melaksanakan pengiriman kembali zat radioaktif ke negara asalnya wajib mendapat persetujuan dari BAPETEN. Permohonan persetujuan tersebut yang harus diajukan secara tertulis sebelum pengiriman kembali dilaksanakan.

Untuk memperoleh persetujuan, pemegang izin harus melengkapi data mengenai zat radioaktif yang akan dikirim kembali, jadwal pelaksanaan pengiriman kembali, dan pabrikan zat radioaktif. Bukti pelaksanaan pengiriman kembali wajib disampaikan kepada Kepala BAPETEN paling lama 14 hari terhitung sejak tanggal pelaksanaan pengiriman kembali.

d. Impor, Ekspor, dan Pengalihan Barang Konsumen

Barang konsumen yang mengandung zat radioaktif yang sering diimpor dan diekspor meliputi

- 1) detektor asap,
- 2) barang-barang yang berlapis zat radioaktif,
- 3) barang-barang yang mengandung sumber cahaya gas tritium (*gaseous tritium light sources, GTLS*),
- 4) peralatan elektronik memanfaatkan zat radioaktif,
- 5) barang-barang yang berlapis uranium atau torium, dan

6) peralatan antistatis (*anti-static devices*) mengandung polonium. Uraian lengkap mengenai barang konsumen yang mengandung zat radioaktif ini diberikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Barang Konsumen yang Mengandung Zat Radioaktif

No.	Jenis Barang Konsumen	Zat Radioaktif	Aktivitas/Konsentrasi
1.	Detektor asap	Am-241	Maksimum 40 kBq, berbentuk sumber terbungkus, memenuhi standar ISO 9978 atau standar lain yang tertelusur
2.	Barang-barang yang berlapis zat radioaktif, meliputi: jam tangan, lonceng	Tritium Pm-147 Ra-226	5 - 925 MBq 0,05 – 18 MBq 5 – 50 kBq
	peralatan navigasi, seperti kompas	Tritium Pm-147 Ra-226 C-14	5 – 250 MBq 0,05 – 220 MBq s/d 400 MBq s/d 3,5 MBq
3.	Barang-barang yang mengandung sumber cahaya gas tritium (<i>gaseous tritium light sources, GTLS</i>), meliputi: jam tangan, lonceng	Tritium	s/d 1 GBq
	peralatan navigasi, seperti kompas	Tritium	s/d 13 GBq
	gantungan kunci	Tritium	s/d 17 GBq
	pelampung alat kail / pancingan	Tritium	s/d 28 GBq
4.	Peralatan elektronik yang memanfaatkan zat radioaktif, meliputi: starter lampu fluoresensi	Tritium Kr-85 Th-232	s/d 11 kBq s/d 200 Bq s/d 70 Bq
	pengekah tegangan kejut	Tritium Kr-85 Pm-147	s/d 3 GBq s/d 50 Bq s/d 300 kBq
	discharge/metal vapour lamps	Kr-85 Th-232	0,75 – 15 kBq 5 – 3500 Bq

No.	Jenis Barang Konsumen	Zat Radioaktif	Aktivitas/Konsentrasi
5.	Barang-barang yang berlapis uranium atau thorium, meliputi:		
	kaos lampu	Th-232	s/d 4 kBq
	peralatan terkait untuk pemeriksaan mata	Th-232	s/d 500 kBq
	lensa kamera	Th-232	s/d 2 kBq
	peralatan makan minum (<i>tableware</i>)	U alam, Th-232	s/d 0,5 Bq/g
6.	ubin keramik	U alam	s/d 2 mg/cm ²
		Ra-226	s/d 80 Bq/kg
		Th-232	s/d 70 Bq/kg
		U-238	s/d 80 Bq/kg
		K-40	s/d 400 Bq/kg
6.	Peralatan anti statis mengandung polonium	Po	s/d 500 mCi

Sumber: Perka BAPETEN No. 17 (2013)

Persyaratan izin impor, ekspor, dan/atau pengalihan barang konsumen meliputi

- 1) identitas pemohon izin berupa fotokopi kartu tanda penduduk (KTP) bagi pemohon izin berkewarganegaraan Indonesia, atau kartu izin tinggal sementara (KITAS) dan paspor bagi pemohon izin berkewarganegaraan asing;
- 2) fotokopi akta pendirian badan usaha atau fotokopi akta badan hukum bagi pemohon izin yang berbentuk badan hukum;
- 3) fotokopi izin dan/atau persyaratan yang ditetapkan oleh instansi lain yang berwenang, antara lain
 - a) surat keterangan domisili perusahaan untuk pemohon izin yang berbentuk badan hukum atau badan usaha;
 - b) nomor pokok wajib pajak (NPWP);
 - c) surat izin usaha perdagangan (SIUP) dari instansi yang berwenang di bidang perdagangan;
 - d) fotokopi bukti permohonan pelayanan atau hasil evaluasi pemantauan dosis perorangan petugas proteksi radiasi;
 - e) fotokopi hasil pemantauan kesehatan petugas proteksi radiasi;

- f) fotokopi sertifikat kalibrasi surveimeter yang masih berlaku;
- g) fotokopi surat izin bekerja petugas proteksi radiasi; dan
- h) dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi.

Untuk kegiatan impor, selain memenuhi persyaratan di atas harus dilengkapi pula dengan Angka Pengenal Importir (API), dan untuk kegiatan ekspor dilengkapi dengan Angka Pengenal Eksportir (APE).

Dalam hal persetujuan impor atau ekspor barang konsumen, pemegang izin wajib mendapat persetujuan dari Kepala BAPETEN sebelum barang konsumen dikeluarkan dari pabean. Untuk persetujuan impor, pemegang izin harus mengajukan permohonan persetujuan yang dilengkapi dengan

- 1) persyaratan administratif yang meliputi
 - a) kartu tanda penduduk (KTP) atau kartu izin tinggal sementara (KITAS) pemohon;
 - b) angka pengenal impor (API),
 - c) nomor pokok wajib pajak (NPWP) perusahaan, dan
 - d) izin pemanfaatan sumber radiasi pengion serta
- 2) persyaratan teknis berupa dokumen yang meliputi
 - a) *airway bill/bill of lading*,
 - b) *commercial invoice*,
 - c) daftar pengepakan (*packing list*);
 - d) *shipper declaration of dangerous goods / multi modal declaration of dangerous goods*,
 - e) *certificate of origin (CoO)*, dan
 - f) draf pemberitahuan impor barang (PIB).

Sementara itu, untuk persetujuan ekspor, pemegang izin harus mengajukan permohonan persetujuan yang dilengkapi dengan

- 1) persyaratan administratif yang meliputi
 - a) kartu tanda penduduk (KTP) atau kartu izin tinggal sementara (KITAS) pemohon,
 - b) angka pengenal ekspor (APE),
 - c) nomor pokok wajib pajak (NPWP) perusahaan, dan

- d) izin pemanfaatan sumber radiasi pengion serta
- 2) persyaratan teknis berupa dokumen yang meliputi
 - a) *airway bill / bill of lading*,
 - b) *commercial invoice*,
 - c) daftar pengepakan (*packing list*), dan
 - d) draft pemberitahuan ekspor barang (PEB).

2. Impor dan Ekspor Bahan Nuklir

Pemegang izin pemanfaatan bahan nuklir yang akan mengeluarkan atau memasukkan bahan nuklir dari atau ke wilayah NKRI wajib mendapat persetujuan ekspor atau impor dari Kepala BAPETEN. Untuk memperoleh persetujuan, pemegang izin wajib mengajukan permohonan tertulis kepada Kepala BAPETEN dengan melampirkan dokumen ekspor atau impor bahan nuklir.

Dokumen ekspor yang dimaksud terdiri atas

- 1) *commercial invoice*,
- 2) daftar pengepakan (*packing list*), dan
- 3) pemberitahuan ekspor barang.

Sementara itu, dokumen impor terdiri atas

- 1) konosemen (*airway bill/bill of lading*),
- 2) *commercial invoice*,
- 3) daftar pengepakan (*packing list*),
- 4) *shipper declaration of dangerous goods/multi-modal declaration of dangerous goods*, dan/atau
- 5) pemberitahuan impor barang.

Dalam hal dokumen permohonan persetujuan ekspor atau impor memenuhi penilaian persyaratan persetujuan ekspor atau impor bahan nuklir, Kepala BAPETEN menerbitkan persetujuan ekspor atau impor bahan nuklir. Jika dokumen tidak memenuhi penilaian persyaratan persetujuan ekspor atau impor, Kepala BAPETEN menolak permohonan persetujuan ekspor atau impor tersebut. Terhadap penolakan ini, pemegang izin wajib mengajukan permohonan baru persetujuan ekspor atau impor bahan nuklir.

3. Pengiriman Kembali Bahan Bakar Nuklir Bekas

Pemegang izin pemanfaatan bahan nuklir yang akan melaksanakan pengiriman kembali bahan bakar nuklir bekas ke negara asalnya wajib mendapat persetujuan pengiriman kembali dan persetujuan pengiriman dari Kepala BAPETEN. Permohonan persetujuan yang diajukan secara tertulis dilampiri dengan dokumen -dokumen berikut:

- 1) spesifikasi teknis bahan bakar nuklir bekas yang akan dikirim kembali,
- 2) informasi mengenai identitas pengirim di negara asal dan pengirim serta pengangkut dan moda angkutan dari pelabuhan muat ke pelabuhan bongkar di negara asal,
- 3) sistem proteksi fisik bahan nuklir, dan
- 4) sistem *safeguards*, yang meliputi,
 - a) dokumen perubahan inventori-pemindahan bahan nuklir (*inventory change document-material transfer*) dan
 - b) laporan perubahan inventori (*inventory change report*).

Kepala BAPETEN melakukan penilaian atas permohonan persetujuan pengiriman kembali bahan bakar nuklir bekas selama 14 hari sejak dokumen permohonan diterima. Dalam hal dokumen permohonan persetujuan memenuhi penilaian persyaratan persetujuan, Kepala BAPETEN menerbitkan persetujuan pengiriman kembali bahan bakar nuklir bekas. Jika dokumen tidak memenuhi penilaian persyaratan persetujuan, Kepala BAPETEN menolak permohonan persetujuan ekspor atau impor tersebut. Terhadap penolakan ini, pemegang izin wajib mengajukan permohonan baru persetujuan pengiriman kembali bahan bakar nuklir bekas. Bukti pelaksanaan pengiriman kembali harus dikirim pemegang izin kepada Kepala BAPETEN paling lama 14 hari sejak tanggal pelaksanaan pengiriman kembali.

4. Keamanan Sumber Radioaktif untuk Impor dan Ekspor

Setiap orang atau badan yang akan melaksanakan impor dan ekspor sumber radioaktif kategori 1–kategori 5⁶ wajib memiliki izin pemanfaatan tenaga nuklir dari BAPETEN. Permohonan untuk memperoleh izin diajukan secara tertulis dan dilengkapi dengan dokumen persyaratan keselamatan radiasi untuk impor dan ekspor sumber radioaktif, dan/atau keamanan sumber radioaktif untuk impor dan ekspor. Dokumen persyaratan keselamatan radiasi berlaku untuk sumber radioaktif kategori 1–5, sementara dokumen persyaratan keamanan hanya berlaku untuk sumber radioaktif kategori 1 dan 2.

Importir sumber radioaktif kategori 1 dan 2 harus menyampaikan fotokopi dokumen izin yang dimiliki eksportir yang dikeluarkan oleh badan pengawas negara pengeksportir dan persetujuan ekspor dari badan pengawas negara pengeksportir, sementara eksportir kategori 1 dan 2 harus menyampaikan fotokopi dokumen izin yang dimiliki importir yang dikeluarkan oleh badan pengawas negara pengimpor. Selain itu, eksportir juga harus memperoleh persetujuan tertulis dari badan pengawas negara pengimpor.

Eksportir sumber radioaktif kategori 1 dan 2 harus menyampaikan pemberitahuan secara tertulis kepada badan pengawas negara pengimpor 7 hari sebelum pengiriman mengenai tanggal ekspor, kendaraan angkutan untuk mengeksportir, penerima, nama dan aktivitas sumber radioaktif, tingkat aktivitas kumpulan, dan jumlah dan nomor seri sumber radioaktif. Pemberitahuan yang sama disampaikan kepada Kepala BAPETEN di saat yang bersamaan.

5. Larangan dan Pembatasan Impor dan Ekspor Barang Konsumen, Sumber Radiasi Pengion, dan Bahan Nuklir

Barang konsumen yang berupa mainan, perhiasan, dan kosmetik yang menggunakan zat radioaktif agar barang-barang tersebut dapat berpendar terus menerus di tempat gelap dan menghasilkan warna tajam dilarang untuk diimpor dan dieksportir. Penangkal petir yang

6 Uraian lebih lanjut mengenai kategorisasi sumber radioaktif diuraikan pada Bab VI.

menggunakan zat radioaktif seperti ^{226}Ra dan ^{241}Am juga dilarang untuk diekspor dan diimpor. Tabel 4.2 memberikan daftar jenis barang konsumen yang dilarang untuk diekspor.

Tabel 4.2 Jenis Barang Konsumen yang Dilarang untuk Diekspor

No.	Jenis Barang	Uraian Barang	HS Code
1.	Mainan	Boneka, bagian dan aksesoris boneka yang dilapisi, dicampurkan, atau menggunakan zat radioaktif yang berfungsi agar dapat berpendar secara terus-menerus di tempat gelap yang, antara lain, dapat ditemukan pada bagian mata boneka, pernik-pernik atau badan boneka.	Ex. 9503.00.21
2.	Mainan	<i>Stuffed toys</i> menyerupai binatang atau selain manusia yang dilapisi, dicampurkan atau menggunakan zat radioaktif yang berfungsi agar dapat berpendar secara terus-menerus di tempat gelap yang, antara lain, dapat ditemukan pada bagian mata, pernik-pernik atau badan <i>stuffed toys</i> .	Ex. 9503.00.60
3.	Mainan	Blok atau potongan angka, huruf atau binatang; perangkat penyusun kata; perangkat penyusun dan pengucap kata; <i>toy printing set</i> ; <i>counting frame</i> mainan (abaci) yang menggunakan zat radioaktif yang berfungsi agar dapat berpendar secara terus-menerus di tempat gelap.	Ex. 9503.00.91
4.	Perhiasan	Perhiasan imitasi lainnya yang menggunakan zat radioaktif yang berfungsi agar dapat berpendar secara terus-menerus di tempat gelap.	Ex. 7117.19.20
5.	Penangkal petir	Penangkal petir yang menggunakan zat radioaktif seperti radium-226 (Ra-226), amerisium-241 (Am-241) yang berfungsi sebagai pembentuk udara bermuatan positif di sekitarnya sehingga menjadi penangkal petir.	Ex. 8536.30.10

No.	Jenis Barang	Uraian Barang	HS Code
6.	Kosmetik	Preparat rias bibir yang menggunakan zat radioaktif seperti thorium atau uranium yang berfungsi menghasilkan warna yang tajam dan berpendar di tempat yang gelap.	Ex. 3304.10.00
7.	Kosmetik	Preparat rias mata yang menggunakan zat radioaktif seperti thorium atau uranium yang berfungsi menghasilkan warna yang tajam dan berpendar di tempat yang gelap.	Ex. 3304.20.00
8.	Kosmetik	Preparat manikur atau pedikur (pewarna kuku) yang menggunakan zat radioaktif seperti thorium atau uranium yang berfungsi menghasilkan warna yang tajam dan berpendar di tempat yang gelap.	Ex. 3304.30.00
9.	Kosmetik	Lak rambut (pewarna rambut) yang menggunakan zat radioaktif seperti thorium atau uranium yang berfungsi menghasilkan warna yang tajam dan berpendar di tempat yang gelap.	

Sumber: Perka BAPETEN No. 2 (2017)

Sementara itu, beberapa barang konsumen, sumber radiasi pengion, dan bahan nuklir dibatasi impor dan ekspornya. Kriteria pembatasan yang diberlakukan adalah tingkat aktivitas atau konsentrasi aktivitas yang dikandung barang konsumen, sumber radiasi pengion, atau bahan nuklir dimaksud. Tabel 4.3 memberikan daftar barang konsumen, sumber radiasi pengion, dan bahan nuklir yang diberlakukan pembatasan dalam impor dan ekspor.

Tabel 4.3 Barang Konsumen, Sumber Radiasi Pengion, dan Bahan Nuklir yang Diberlakukan Pembatasan dalam Impor dan Ekspor–Ekstraksi

No.	Uraian Barang	HS Code
1.	Uranium (U) alam dan senyawanya dengan nama radioisotop beserta kriteria pembatasan, yang terdiri atas ^{230}U , ^{231}U , ^{232}U , ^{234}U , ^{235}U , ^{236}U , ^{237}U , ^{238}U , ^{239}U , ^{240}U , dengan aktivitas dan konsentrasi aktivitas masing-masing radioisotop	2844.10.10
2.	Paduan, dispersi (termasuk sermet), produk keramik, dan campuran mengandung uranium (U) alam, atau senyawa uranium alam	2844.10.90
3.	Plutonium (Pu) dan senyawanya, uranium dan senyawanya, beserta kriteria pembatasan yang terdiri atas ^{234}Pu , ^{235}Pu , ^{236}Pu , ^{237}Pu , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{242}Pu , ^{243}Pu , ^{244}Pu , ^{245}Pu , ^{246}Pu , dengan aktivitas dan konsentrasi aktivitas masing-masing radioisotop	2844.20.10
4.	Paduan, dispersi (termasuk sermet), produk keramik, dan campuran mengandung uranium diperkaya dengan ^{235}U , plutonium atau senyawa dari produk ini	2844.20.90
5.	Thorium dan senyawanya, beserta kriteria pembatasan yang terdiri atas: ^{226}Th , ^{227}Th , ^{228}Th , ^{229}Th , ^{230}Th , ^{231}Th , ^{232}Th , ^{234}Th , dengan aktivitas dan konsentrasi aktivitas masing-masing radioisotop	2844.30.10
6.	Paduan, dispersi (termasuk sermet), produk keramik, dan campuran mengandung uranium dipisahkan dari ^{235}U , thorium atau senyawa dari produk tersebut	2844.30.90

No.	Uraian Barang	HS Code
7.	<p>Unsur kimia radioaktif, isotop radioaktif, dan senyawanya dengan nama isotop radioaktif dan kriteria pembatasan yang terdiri atas</p> <p>²²⁴Ac, ²²⁵Ac, ²²⁶Ac, ²²⁷Ac, ²²⁸Ac, ¹⁰⁵Ag, ¹⁰⁸mAg, ¹¹⁰mAg, ¹¹²Ag, ¹¹⁵Ag, ¹⁰⁶Ag, ¹⁰⁶mAg, ¹⁰⁴Ag, ¹⁰⁴mAg, ¹⁰³Ag, ¹⁰²Ag, ¹¹¹Ag, ²⁶Al, ²³⁷Am, ²³⁸Am, ²³⁹Am, ²⁴⁰Am, ²⁴¹Am, ²⁴²Am, ²⁴²mAm, ²⁴³Am, ²⁴⁴Am, ²⁴⁴mAm, ²⁴⁵Am, ²⁴⁶Am, ²⁴⁶mAm, ³⁷Ar, ³⁹Ar, ⁴¹Ar, ⁷²As, ⁶⁹As, ⁷⁰As, ⁷¹As, ⁷³As, ⁷⁴As, ⁷⁶As, ⁷⁷As, ⁷⁸As, ²⁰⁷At, ²¹¹At, ¹⁹⁸Au, ¹⁹³Au, ¹⁹⁴Au, ¹⁹⁵Au, ¹⁹⁸mAu, ¹⁹⁹Au, ²⁰⁰Au, ²⁰⁰mAu, ²⁰¹Au, ¹³³Ba, ¹³¹Ba, ¹³¹mBa, ¹²⁶Ba, ¹²⁸Ba, ¹³⁵mBa, ¹³⁷mBa, ¹³⁹Ba, ¹⁴¹Ba, ¹⁴²Ba, ¹³³mBa, ¹⁴⁰Ba, ⁷Be, ¹⁰Be, ²¹⁰Bi, ²⁰⁰Bi, ²⁰¹Bi, ²⁰²Bi, ²⁰³Bi, ²⁰⁵Bi, ²⁰⁶Bi, ²⁰⁷Bi, ²¹⁰mBi, ²¹²Bi, ²¹³Bi, ²¹⁴Bi, ²⁴⁵Bk, ²⁴⁶Bk, ²⁴⁷Bk, ²⁴⁹Bk, ²⁵⁰Bk, ⁷⁴Br, ⁷⁴mBr, ⁷⁵Br, ⁷⁶Br, ⁷⁷Br, ⁸⁰Br, ⁸⁰mBr, ⁸²Br, ⁸³Br, ⁸⁴Br, ¹¹C, ¹⁴C, ⁴¹Ca, ⁴⁵Ca, ⁴⁷Ca, ¹⁰⁴Cd, ¹⁰⁷Cd, ¹⁰⁹Cd, ¹¹³Cd, ¹¹³mCd, ¹¹⁵Cd, ¹¹⁵mCd, ¹¹⁷Cd, ¹¹⁷mCd, ¹³⁴Ce, ¹³⁵Ce, ¹³⁷Ce, ¹³⁷mCe, ¹³⁹Ce, ¹⁴¹Ce, ¹⁴³Ce, ¹⁴⁴Ce, ²⁵²Cf, ²⁴⁴Cf, ²⁴⁸Cf, ²⁴⁹Cf, ²⁵⁰Cf, ²⁵¹Cf, ²⁴⁶Cf, ²⁵³Cf, ²⁵⁴Cf, ³⁶Cl, ³⁸Cl, ³⁹Cl, ²³⁸Cm, ²⁴⁰Cm, ²⁴¹Cm, ²⁴²Cm, ²⁴³Cm, ²⁴⁴Cm, ²⁴⁵Cm, ²⁴⁶Cm, ²⁴⁷Cm, ²⁴⁸Cm, ²⁴⁹Cm, ²⁵⁰Cm, ⁶⁰mCo, ⁵⁵Co, ⁵⁶Co, ⁵⁷Co, ⁵⁸Co, ⁵⁸mCo, ⁶⁰Co, ⁶¹Co, ⁶²mCo, ⁴⁸Cr, ⁴⁹Cr, ⁵¹Cr, ¹²⁵Cs, ¹²⁷Cs, ¹²⁹Cs, ¹³⁰Cs, ¹³¹Cs, ¹³²Cs, ¹³⁴mCs, ¹³⁴Cs, ¹³⁵Cs, ¹³⁵mCs, ¹³⁶Cs, ¹³⁷Cs, ¹³⁸Cs, ⁶⁰Cu, ⁶¹Cu, ⁶⁴Cu, ⁶⁷Cu, ¹⁵⁵Dy, ¹⁵⁶Dy, ¹⁵⁹Dy, ¹⁶⁵Dy, ¹⁶⁶Dy, ¹⁶¹Er, ¹⁶⁵Er, ¹⁶⁹Er, ¹⁷¹Er, ¹⁷²Er, ²⁵⁰Es, ²⁵¹Es, ²⁵³Es, ²⁵⁴Es, ²⁵⁴mEs, ¹⁴⁶Eu, ¹⁴⁷Eu, ¹⁴⁸Eu, ¹⁴⁹Eu, ¹⁵⁰Eu, ¹⁵⁰mEu, ¹⁵²Eu, ¹⁵²mEu, ¹⁵⁴Eu, ¹⁵⁵Eu, ¹⁵⁶Eu, ¹⁵⁷Eu, ¹⁵⁸Eu, ¹⁸F, ⁵²Fe, ⁵⁵Fe, ⁵⁹Fe, ⁶⁰Fe, ²⁵²Fm, ²⁵³Fm, ²⁵⁴Fm, ²⁵⁵Fm, ²⁵⁷Fm, ²²²Fr, ²²³Fr, ⁶⁵Ga, ⁶⁶Ga, ⁶⁷Ga, ⁶⁸Ga, ⁷⁰Ga, ⁷²Ga, ⁷³Ga, ¹⁴⁵Gd, ¹⁴⁶Gd, ¹⁴⁷Gd, ¹⁴⁸Gd, ¹⁴⁹Gd, ¹⁵¹Gd, ¹⁵²Gd, ¹⁵³Gd, ¹⁵⁹Gd, ⁶⁶Ge, ⁶⁷Ge, ⁶⁸Ge, ⁶⁹Ge, ⁷¹Ge, ⁷⁵Ge, ⁷⁷Ge, ⁷⁸Ge, ³H, ¹⁷⁰Hf, ¹⁷²Hf, ¹⁷³Hf, ¹⁷⁵Hf, ¹⁷⁷mHf, ¹⁷⁸mHf, ¹⁷⁹mHf, ¹⁸⁰mHf, ¹⁸¹Hf, ¹⁸²Hf, ¹⁸²mHf, ¹⁸³Hf, ¹⁸⁴Hf, ¹⁹³Hg, ¹⁹³mHg, ¹⁹⁴Hg, ¹⁹⁵Hg, ¹⁹⁵mHg, ¹⁹⁷Hg, ¹⁹⁷mHg, ¹⁹⁹mHg, ²⁰³Hg, ¹⁵⁵Ho, ¹⁵⁷Ho, ¹⁵⁹Ho, ¹⁶¹Ho, ¹⁶²Ho, ¹⁶²mHo, ¹⁶⁴Ho, ¹⁶⁴mHo, ¹⁶⁶Ho, ¹⁶⁶mHo, ¹⁶⁷Ho, ¹²⁰l, ¹²⁰ml,</p>	2844.40.10

No.	Uraian Barang	HS Code
	121l, 123l, 124l, 125l, 126l, 128l, 129l, 130l, 131l, 132l, 132ml, 133l, 134l, 135l, 109ln, 110ln, 110mln, 111ln, 112ln, 113mln, 114ln, 114mln, 115ln, 115mln, 116ln, 117ln, 117mln, 119mln, 182lr, 184lr, 185lr, 186lr, 186mlr, 187lr, 188lr, 189lr, 190lr, 190mlr, 192lr, 192mlr, 193mlr, 194lr, 194mlr, 195lr, 195mlr, 40K, 42K, 43K, 44K, 45K, 40K, 83mKr, 85Kr, 85mKr, 87Kr, 88Kr, 131La, 132La, 135La, 137La, 138La, 140La, 141La, 142La, 143La, 169Lu, 170Lu, 171Lu, 172Lu, 173Lu, 174Lu, 174mLu, 176Lu, 177Lu, 177mLu, 178Lu, 178mLu, 179Lu, 52Mn, 52mMn, 51Mn, 53Mn, 54Mn, 56Mn, 90Mo, 93Mo, 93mMo, 99Mo, 101Mo, 22Na, 88Nb, 89Nb, 89mNb, 90Nb, 93mNb, 94Nb, 95Nb, 95mNb, 96Nb, 97Nb, 98Nb, 147Nd, 149Nd, 56Ni, 57Ni, 59Ni, 63Ni, 65Ni, 66Ni, 232Np, 233Np, 234Np, 235Np, 236Np, 236mNp, 237Np, 238Np, 239Np, 240Np, 180Os, 181Os, 182Os, 185Os, 189mOs, 191Os, 191mOs, 193Os, 194Os, 32P, 33P, 227Pa, 228Pa, 230Pa, 231Pa, 232Pa, 233Pa, 234Pa, 195mPb, 198Pb, 199Pb, 200Pb, 201Pb, 202Pb, 202mPb, 203Pb, 205Pb, 209Pb, 210Pb, 211Pb, 212Pb, 214Pb, 100Pd, 101Pd, 103Pd, 107Pd, 109Pd, 141Pm, 143Pm, 144Pm, 145Pm, 146Pm, 147Pm, 148Pm, 148mPm, 149Pm, 150Pm, 151Pm, 203Po, 205Po, 206Po, 207Po, 208Po, 209Po, 210Po, 136Pr, 137Pr, 138mPr, 139Pr, 142Pr, 142mPr, 143Pr, 144Pr, 145Pr, 147Pr, 186Pt, 188Pt, 189Pt, 191Pt, 193Pt, 193mPt, 195mPt, 197Pt, 197mPt, 199Pt, 200Pt, 223Ra, 224Ra, 225Ra, 226Ra, 227Ra, 228Ra, 79Rb, 81Rb, 81mRb, 82mRb, 83Rb, 84Rb, 86Rb, 87Rb, 88Rb, 89Rb, 177Re, 178Re, 181Re, 182Re, 182mRe, 184Re, 184mRe, 186Re, 186mRe, 187Re, 188Re, 188mRe, 189Re, 99Rh, 99mRh, 183Ta, 184Ta, 185Ta, 186Ta, 147Tb, 149Tb, 150Tb, 151Tb, 153Tb, 154Tb, 155Tb, 156Tb, 156mTb, 157Tb, 158Tb, 160Tb, 161Tb, 93Tc, 93mTc, 94Tc, 94mTc, 95Tc, 95mTc, 96Tc, 96mTc, 97Tc, 97mTc, 98Tc, 99Tc, 99mTc, 101Tc, 104Tc, 116Te, 121Te, 121mTe, 123Te, 123mTe, 125mTe, 127Te, 127mTe, 129Te, 129mTe, 131Te, 131mTe, 132Te, 133Te, 133mTe, 134Te, 194Tl, 194mTl, 195Tl, 197Tl, 198Tl, 198mTl, 199Tl, 200Tl, 201Tl,	

No.	Uraian Barang	HS Code
	<p> ²⁰²Tl, ²⁰⁴Tl, ¹⁶²Tm, ¹⁶⁶Tm, ¹⁶⁷Tm, ¹⁷⁰Tm, ¹⁷¹Tm, ¹⁷²Tm, ¹⁷³Tm, ¹⁷⁵Tm, ⁴⁷V, ⁴⁸V, ⁴⁹V, ¹⁷⁶W, ¹⁷⁷W, ¹⁷⁸W, ¹⁷⁹W, ¹⁸¹W, ¹⁸⁵W, ¹⁸⁷W, ¹⁸⁸W, ¹²⁰Xe, ¹²¹Xe, ¹²²Xe, ¹²³Xe, ¹²⁵Xe, ¹²⁷Xe, ¹²⁹mXe, ¹³¹mXe, ¹³³mXe, ¹³³Xe, ¹³⁵Xe, ¹³⁵mXe, ¹³⁸Xe, ⁸⁶Y, ⁸⁶mY, ⁸⁷Y, ⁸⁸Y, ⁹⁰Y, ⁹⁰mY, ⁹¹Y, ⁹¹mY, ⁹²Y, ⁹³Y, ⁹⁴Y, ⁹⁵Y, ¹⁶²Yb, ¹⁶⁶Yb, ¹⁶⁷Yb, ¹⁶⁹Yb, ¹⁷⁵Yb, ¹⁷⁷Yb, ¹⁷⁸Yb, ⁶²Zn, ⁶³Zn, ⁶⁵Zn, ⁶⁹Zn, ⁶⁹mZn, ⁷¹mZn, ⁷²Zn, ⁸⁶Zr, ⁸⁸Zr, ⁸⁹Zr, ⁹³Zr, ⁹⁵Zr, ⁹⁷Zr, dengan aktivitas dan konsentrasi aktivitas masing-masing radioisotop </p>	
8.	Paduan, dispersi (termasuk sermet), produk keramik dan campuran yang mengandung unsur, isotop atau senyawa selain dari sub-pos 2844.10, 2844.20 atau 2844.30, seperti pasir Thorium (²³² Th)	2844.40.90
9.	Elemen bahan bakar teriradiasi atau bahan bakar nuklir bekas pakai (<i>cartridges</i>) untuk reaktor nuklir	2844.50.00
10.	Kaos lampu patromak yang menggunakan zat radioaktif thorium yang umumnya dengan aktivitas sampai dengan 4 kBq	ex. 5908.00.10
11.	Reaktor nuklir	8401.10.00
12.	Mesin dan aparatus untuk separasi isotopik, dan bagiannya	8401.20.00
13.	Elemen bahan bakar (<i>cartridges</i>), non-radiasi	8401.30.00
14.	Bagian dari reaktor nuklir	8401.40.00
15.	Busi (<i>spark plug</i>) atau perangkat pembangkit tenaga listrik yang menggunakan bahan zat radioaktif dengan keluaran dari 12.500 kVa (10.000 kW) atau lebih	ex. 8502.20.41
16.	Alarm asap/detektor asap yang menggunakan zat radioaktif seperti Americium-241 (²⁴¹ Am) atau Tritium (³ H) dengan aktivitas maksimum 40 kBq, berbentuk sumber terbungkus, dan memenuhi Standar ISO 9978 atau standar lain yang tertelusur	ex. 8531.10.30

No.	Uraian Barang	HS Code
17.	Lampu fluoresensi yang menggunakan zat radioaktif agar berpendar sehingga lampu menyala lebih terang dan umumnya menggunakan Tritium (^3H) dengan aktivitas berkisar sampai dengan 11 kBq, Krypton-85 (^{85}Kr) dengan aktivitas berkisar sampai dengan 200 Bq, atau promethium-147 (^{147}Pm) dengan aktivitas sampai dengan 70 Bq	ex. 8539.31.30
18.	Akselerator partikel seperti elektron, proton dan ion, yaitu akselerator Van de Graaff, akselerator Cockcroft and Walton, <i>linear accelerator, cyclotron, betatron, synchrocyclotron, synchrotron</i> , akselerator implantasi ion, mesin berkas elektron, dan akselerator lain yang digunakan untuk iradiasi bahan seperti karet.	8543.10.00
19.	Kompas pencari arah atau instrumen untuk navigasi lainnya yang dilapisi atau menggunakan zat radioaktif seperti pada bagian jarum kompas agar berpendar secara terus-menerus di tempat gelap. Umumnya menggunakan tritium (^3H) dengan aktivitas berkisar antara 5–250 MBq, promethium-147 (^{147}Pm) dengan aktivitas berkisar antara 0,05–220 MBq, carbon-14 (^{14}C) dengan aktivitas sampai dengan 400 MBq, atau radium-226 (^{226}Ra) dengan aktivitas berkisar sampai dengan 3,5 MBq	ex. 9014.10.00
20.	<i>Aparatus computed tomography</i> berupa pesawat sinar-X tomografi, pesawat sinar-X CT <i>scan</i> , pesawat sinar-X CT <i>scan simulator</i> , kamera positron berupa PET-CT (<i>positron emission tomography-computerized tomography</i>) dan pesawat sinar-X CT <i>scan</i> penunjang kedokteran nuklir	9022.12.00
21.	Peralatan untuk keperluan perawatan gigi berupa pesawat sinar-X gigi intraoral, pesawat sinar-X gigi panoramik dan chepalometri, dan pesawat sinar-X gigi <i>cone beam</i> CT	9022.13.00

No.	Uraian Barang	HS Code
22.	Pesawat sinar-X baik untuk keperluan medis diagnostik maupun terapi, pembedahan, atau kedokteran hewan, yaitu <ul style="list-style-type: none"> - pesawat sinar-X terpasang tetap untuk pemeriksaan umum - pesawat sinar-X <i>mobile</i> - pesawat sinar-X densitas tulang - pesawat sinar-X ESWL - pesawat sinar-X C-arm bedah - pesawat sinar-X mamografi - pesawat sinar-X fluoroskopi - pesawat sinar-X C-arm/U-arm angiografi - pesawat sinar-X CT-scan - pesawat sinar-X C- arm brakhiterapi - pesawat Sinar-X <i>orthovoltage</i> - pesawat Sinar-X <i>superficial</i> 	9022.14.00
23.	Aparatus sinar-X untuk pemeriksaan fisik sambungan solder pada <i>printed circuit board/ printed wiring board assembly</i>	9022.19.10
24.	Peralatan/aparatus sinar-X untuk keperluan selain bidang medis, yaitu <ul style="list-style-type: none"> - <i>energy dispersive fluorescent</i> - <i>fluorescent X-ray coating thickness gauge</i> - <i>X-ray wheel inspection system</i> - <i>X-ray inspection system</i> - <i>control/density regulation, measuring of differential pressure</i> - <i>Microfocus X-ray inspection system</i> - <i>X-ray security inspection equipment</i> - <i>X-ray scanning equipment</i> - <i>X-ray scannerm machine</i> - <i>X-ray baggage security inspection</i> - <i>X-ray diffractometer system</i> 	9022.19.90

No.	Uraian Barang	HS Code
25.	Aparatus yang didasarkan atas penggunaan radiasi sinar alfa, beta, atau gamma untuk keperluan medis, pembedahan, yaitu <ul style="list-style-type: none"> - peralatan teleterapi ^{60}Co - peralatan brakhiterapi <i>low dose rate</i> (LDR) - peralatan brakhiterapi <i>medium dose rate</i> (MDR) - peralatan brakhiterapi <i>high dose rate</i> (HDR) 	9022.21.00
26.	Aparatus yang didasarkan atas penggunaan radiasi sinar alfa atau beta untuk keperluan selain bidang medis, seperti detektor bahan peledak, fluoroskopi bagasi yang menggunakan Co-60, peralatan gauging	9022.29.00
27.	Tabung sinar-X yang digunakan di bidang medis dan industri kecuali dalam kondisi pengoperasian normal, peralatan tersebut tidak menyebabkan laju dosis ekuivalen ke segala arah melebihi $1\ \mu\text{Sv/jam}$ (satu mikrosievert per jam) pada jarak 10 cm (sepuluh sentimeter) dari permukaan peralatan dan energi maksimum yang dihasilkan lebih kecil atau sama dengan 5 keV (lima kiloelektron volt).	9022.30.00
28.	Arloji/jam tangan, arloji saku dan arloji lainnya, termasuk penghitung detik yang menggunakan zat radioaktif yang berfungsi agar jarum jam atau penunjuk angka jam dapat berpendar secara terus menerus di tempat gelap, umumnya menggunakan tritium (^3H) dengan aktivitas berkisar antara 5–925 MBq, promethium-147 (^{147}Pm) dengan aktivitas berkisar antara 0,05–18 MBq, atau radium-226 (^{226}Ra) dengan aktivitas berkisar antara 5–50 kBq.	ex. 91.02

No.	Uraian Barang	HS Code
29.	Perlengkapan joran berupa pelampung, alat kail/pancingan yang dilapisi atau menggunakan zat radioaktif agar berpendar secara terus-menerus di tempat gelap, umumnya menggunakan tritium (3H) dengan aktivitas sampai dengan 28 MBq.	ex. 95.07

Sumber: Perka BAPETEN No. 2 (2017)

Importir yang akan melakukan impor barang konsumen, sumber radiasi pengion, dan bahan nuklir yang diberlakukan pembatasan wajib memiliki persetujuan impor dari Kepala BAPETEN. Persetujuan impor harus dimiliki importir paling lambat 1 hari sebelum barang masuk ke kawasan pabean.

Demikian pula bagi eksportir yang akan melakukan ekspor barang konsumen, sumber radiasi pengion dan bahan nuklir yang diberlakukan pembatasan wajib memiliki persetujuan ekspor dari Kepala BAPETEN. Persetujuan ekspor juga harus dimiliki eksportir paling lambat satu hari sebelum barang masuk ke kawasan pabean.

B. Analisis

Dokumen IAEA yang relevan untuk impor dan ekspor sumber radioaktif adalah dokumen kode etik "*Guidance on the Import and Export of Radioactive Sources*" (IAEA, 2012a). Dokumen ini memberikan pedoman dalam melakukan ekspor sumber radioaktif kategori 1, ekspor sumber radioaktif kategori 2, dan impor sumber radioaktif kategori 1 dan 2.

Untuk bahan nuklir, persyaratan impor dan ekspornya sangat kompleks. Hal ini terutama untuk mencegah agar bahan nuklir tidak digunakan untuk tujuan militer, tidak jatuh ke tangan teroris, dan tidak digunakan untuk tujuan jahat lainnya.

1. Ekspor Sumber Radioaktif Kategori 1

a. Evaluasi Aplikasi untuk Otorisasi Ekspor

Dalam memutuskan apakah otorisasi dapat diberikan untuk melakukan ekspor sumber radioaktif kategori 1, negara pengekspor harus meyakini dua hal berikut.

- 1) Bahwa penerima telah mendapat otorisasi dari negara pengimpor dan dapat memiliki sumber sesuai dengan hukum dan peraturan yang berlaku. Kajian oleh negara pengekspor harus didasarkan—tetapi tak terbatas pada—konfirmasi dari negara pengimpor bahwa penerima telah diberi otorisasi untuk menerima dan memiliki sumber yang akan diekspor atau kopi dari otorisasi penerima. Untuk yang terakhir, negara pengekspor harus mengkaji informasi berikut:
 - a) nama penerima,
 - b) lokasi dan alamat penerima, atau tempat bisnis utama,
 - c) radionuklida yang relevan dan aktivitasnya (dalam Bq),
 - d) tujuan penggunaan sumber, dan
 - e) tanggal berakhirnya otorisasi penerima.
- 2) Bahwa negara pengimpor memiliki kemampuan teknis dan administratif serta sumber daya dan struktur pengawasan yang cukup yang diperlukan untuk manajemen sumber radioaktif. Kajian oleh negara pengekspor ini harus didasarkan pada ketersediaan kerangka pengawasan yang memadai yang dimiliki negara pengimpor paling tidak untuk sumber dengan kategori 1, yang meliputi
 - a) pelaksanaan peraturan dan ketentuan proteksi radiasi,
 - b) penunjukan dan pemberdayaan badan pengawas,
 - c) penetapan rekaman atau inventori nasional mengenai sumber radioaktif, dan
 - d) penetapan sistem untuk notifikasi, otorisasi dan pengendalian sumber radioaktif.

Di samping itu, negara pengekspor juga perlu mempertimbangkan informasi berikut terkait negara pengimpor jika diberikan oleh IAEA:

- 1) Respons negara pengimpor terhadap kuesioner impor ekspor.
- 2) Apakah negara pengimpor telah mengirim surat ke Direktur Jenderal IAEA terkait kesediaannya untuk mematuhi pedoman yang terkandung dalam Kode Etik Ekspor Impor.
- 3) Apakah negara pengimpor berpartisipasi dalam program IAEA untuk membantu dalam memperkuat infrastruktur negara tersebut untuk mengendalikan sumber radioaktif.
- 4) Mempertimbangkan hal-hal berikut berdasarkan informasi yang tersedia:
 - a) apakah penerima terlibat dalam pasar gelap dan pengadaan ilegal sumber radioaktif,
 - b) apakah penerima atau negara pengimpor pernah ditolak untuk mengimpor atau mengekspor sumber radioaktif atau apakah penerima atau negara pengimpor pernah mengalihkan—untuk tujuan yang tidak konsisten dengan kode etik—sumber radioaktif yang diimpor atau diekspor yang telah diotorisasi sebelumnya, dan
 - c) risiko pengalihan atau tindakan jahat lainnya yang melibatkan sumber radioaktif.

b. Permohonan Persetujuan

Dalam memproses permohonan persetujuan dari negara pengimpor sebelum pengiriman satu atau lebih sumber radioaktif kategori 1, negara pengekspor harus memberikan informasi berikut secara tertulis kepada negara pengimpor:

- 1) nama penerima,
- 2) lokasi dan alamat penerima, atau tempat bisnis utama,
- 3) tujuan penggunaan sumber,
- 4) radionuklida dan aktivitasnya (dalam Bq) pada tanggal yang ditentukan oleh negara pengekspor,
- 5) penanda yang unik untuk permohonan persetujuan,
- 6) jangka waktu untuk merespons permohonan persetujuan, dan

- 7) jika ada, perkiraan waktu untuk melakukan ekspor, jumlah dan penanda yang unik dari sumber radiasi.

c. Notifikasi Sebelum Pengiriman

Apabila negara pengekspor memutuskan untuk memberikan otorisasi ekspor setelah mempertimbangkan informasi yang ada dan menerima permohonan persetujuan, negara pengekspor harus memastikan bahwa

- 1) ekspor sumber radioaktif dilaksanakan sesuai dengan standar internasional yang relevan terkait dengan pengangkutan bahan radioaktif dan
- 2) negara pengimpor diberitahu mengenai informasi berikut secara tertulis sebelum setiap pengiriman dilakukan:
 - a) perkiraan tanggal ekspor,
 - b) nama fasilitas pengekspor,
 - c) nama penerima,
 - d) radionuklida dan aktivitasnya (dalam Bq) pada tanggal yang ditentukan oleh negara pengekspor, dan
 - e) jumlah sumber radioaktif, aktivitas total, dan penanda unik untuk masing-masing sumber radioaktif (jika ada).

Notifikasi tersebut dapat dikirim oleh negara pengekspor atau fasilitas pengekspor. Jika dikirim oleh fasilitas pengekspor, kopinya harus disampaikan ke negara pengekspor. Notifikasi ini harus disertai dengan kopi persetujuan yang diberikan, paling sedikit tujuh hari kalender sebelum pengiriman. Jadwal penyerahan notifikasi dapat pula ditentukan, termasuk jika mungkin di dalam persetujuan bilateral antara negara pengekspor dan pengimpor.

2. Ekspor Sumber Radioaktif Kategori 2

Pedoman untuk ekspor sumber radioaktif kategori 2 hampir sama dengan pedoman untuk ekspor sumber radioaktif kategori 1, kecuali dalam proses permohonan persetujuan negara pengekspor tidak diminta untuk memberikan informasi secara tertulis kepada negara pengimpor mengenai karakteristik si penerima.

3. Impor Sumber Radioaktif Kategori 1 dan Kategori 2

Setiap negara harus menetapkan prosedur untuk otorisasi dan pengendalian impor sumber kategori 1 dan 2. Selain itu, tiap negara juga harus memiliki perangkat untuk melaksanakan prosedur tersebut. Dalam memutuskan untuk memberikan otorisasi impor sumber radioaktif, negara pengimpor harus memperhatikan tiga hal berikut.

- 1) Negara pengimpor hanya memberikan jika penerima memiliki otorisasi untuk menerima dan memiliki sumber sesuai dengan hukum dan peraturan negara pengimpor.
- 2) Negara pengimpor yakin bahwa penerima memiliki kemampuan teknis dan administratif serta sumber daya dan struktur pengawasan yang cukup yang diperlukan untuk manajemen sumber sesuai dengan ketentuan pada kode etik. Pertimbangan harus didasarkan pada ketersediaan kerangka pengawasan yang memadai yang dimiliki negara pengimpor paling tidak untuk sumber dengan kategori 1 dan 2, yang meliputi
 - a) pelaksanaan peraturan dan ketentuan proteksi radiasi;
 - b) penunjukan dan pemberdayaan badan pengawas;
 - c) penetapan rekaman atau inventori nasional mengenai sumber radioaktif; dan
 - d) penetapan sistem untuk notifikasi, otorisasi, dan pengendalian sumber radioaktif.
- 3) Negara pengimpor mempertimbangkan pula informasi tentang hal-hal berikut:
 - a) apakah penerima terlibat dalam pasar gelap dan pengadaan ilegal sumber radioaktif;
 - b) apakah penerima pernah ditolak untuk mengimpor atau mengeksport sumber radioaktif, atau apakah penerima pernah mengalihkan—untuk tujuan yang tidak konsisten dengan kode etik—sumber radioaktif yang diimpor atau diekspor yang telah diotorisasi sebelumnya; dan
 - c) risiko pengalihan atau tindakan jahat lainnya yang melibatkan sumber radioaktif.

Apabila negara pengimpor memutuskan untuk memberikan otorisasi impor setelah mempertimbangkan informasi yang ada, negara pengimpor harus memastikan tiga hal berikut:

- 1) kopi otorisasi penerima atau konfirmasi negara pengimpor bahwa penerima diotorisasikan untuk menerima dan memiliki sumber yang akan diekspor diserahkan ke negara pengekspor atau fasilitas pengekspor jika diminta,
- 2) respons terhadap permohonan persetujuan diberikan kepada negara pengekspor jika diminta, dan
- 3) sepanjang masih tanggung jawab negara pengimpor, impor sumber radioaktif dilaksanakan dengan cara yang sesuai dengan standar internasional yang ada yang terkait dengan pengangkutan bahan radioaktif.

4. Impor dan Ekspor Bahan Nuklir

Hal pertama yang harus dipenuhi oleh negara yang ingin melakukan impor dan ekspor bahan nuklir adalah telah meratifikasi Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT). Ketentuan ini berlaku untuk hampir semua negara di dunia kecuali lima negara pemilik senjata nuklir, yaitu AS, Inggris, Perancis, Russia dan Cina.

Sesuai dengan Pasal III NPT, negara nonpemilik senjata nuklir kemudian harus melaksanakan persetujuan *safeguards* dengan IAEA. Dengan persetujuan *safeguards* ini IAEA bisa memastikan bahwa bahan nuklir yang dideklarasikan oleh suatu negara hanya digunakan untuk tujuan damai.

Selain itu, kelompok negara pemasok bahan nuklir (NSG, Nuclear Suppliers Group) telah menyusun pedoman yang disetujui IAEA dan mengatur pengendalian ekspor bahan nuklir ke suatu negara. Setiap ekspor bahan nuklir—juga peralatan dan bahan lain yang terkait—harus dilaporkan dan disetujui pada suatu sidang Dewan Gubernur IAEA. Persyaratan tambahan oleh NSG ini dengan demikian juga harus diikuti oleh negara yang akan mengimpor bahan nuklir ke negaranya.

Pedoman NSG terdiri atas dua jenis. Pedoman pertama mengenai transfer nuklir (IAEA, 2019a) dan pedoman kedua mengenai transfer peralatan, bahan, perangkat lunak, dan teknologi terkait dengan penggunaan ganda terkait nuklir (IAEA, 2022b). Tujuan pedoman adalah untuk memastikan bahwa perdagangan nuklir untuk tujuan damai tidak berkontribusi pada proliferasi senjata nuklir atau alat peledak nuklir lainnya dan agar tidak ada halangan dalam perdagangan internasional dan kerja sama di bidang nuklir dalam proses tersebut.

Bab V

Pengecualian dan Klierens

Pengecualian (*exemption*) adalah keadaan ketika kegiatan atau sumber radiasi dalam pemanfaatan dikecualikan dari kewajiban memiliki izin pemanfaatan dari badan pengawas. Sementara itu, klierens (*clearance*) adalah keadaan ketika zat radioaktif terbuka, limbah radioaktif, atau material terkontaminasi atau teraktivasi dibebaskan dari pengawasan badan pengawas.

Ketentuan mengenai pengecualian diberikan pada Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir. Pada PP ini diatur tentang pengecualian dari kewajiban memiliki izin pemanfaatan untuk pemanfaatan zat radioaktif tertentu, pembangkit radiasi pengion, dan peralatan yang mengandung zat radioaktif untuk produk konsumen. Pengecualian dapat diberikan jika pemanfaatan atau sumber radiasi tersebut memenuhi kriteria yang ditetapkan.

Peraturan Pemerintah Nomor 2 Tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir mengatur pula tentang pengecualian bagi pemanfaatan bahan nuklir. Dengan adanya PP No. 24 Tahun 2014 ini, ketentuan mengenai perizinan pemanfaatan bahan nuklir dalam PP No. 29 Tahun 2008 dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Ketentuan terkait klierens juga diberikan pada PP Nomor 29 Tahun 2008. Klierens diberikan kepada zat radioaktif terbuka, limbah radioaktif, atau material terkontaminasi atau teraktivasi yang telah mencapai klierens. Sama seperti pengecualian, klierens juga dapat diberikan jika pemanfaatan atau sumber dalam pemanfaatan telah memenuhi kriteria yang ditetapkan.

Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 16 Tahun 2012 tentang Klierens selanjutnya memberikan tata cara penetapan klierens untuk zat radioaktif terbuka, limbah radioaktif, dan material terkontaminasi atau teraktivasi, baik yang berasal dari radionuklida buatan maupun radionuklida alam.

A. Peraturan Perundang-Undangan

1. Kriteria Pengecualian

Pengecualian untuk pemanfaatan zat radioaktif ditetapkan berdasarkan nilai yang lebih kecil atau sama dengan nilai sebagaimana tercantum dalam Tabel 5.1 yang dikutip dari Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir. Untuk pemanfaatan pembangkit radiasi pengion, pengecualian ditetapkan dengan ketentuan bahwa

- 1) dalam kondisi pengoperasian normal, peralatan tersebut tidak menyebabkan laju dosis ekuivalen ke segala arah melebihi $1 \mu\text{Sv/jam}$ pada jarak 10 cm (sepuluh sentimeter) dari permukaan peralatan dan
- 2) energi maksimum yang dihasilkan lebih kecil atau sama dengan 5 keV.

Untuk pemanfaatan peralatan yang mengandung zat radioaktif untuk barang konsumen, pengecualian ditetapkan dengan ketentuan berikut.

- 1) Tipe dan jenis peralatan yang dimaksud telah disetujui oleh Kepala BAPETEN.

- 2) Peralatan tersebut mematuhi petunjuk penggunaan, penyimpanan, penanganan sesuai dengan informasi yang diberikan oleh pabrikan atau distributor.
- 3) Zat radioaktif dibuat dalam bentuk sumber terbungkus.
- 4) Dalam kondisi pengoperasian normal, tidak menyebabkan laju dosis ekuivalen ambien atau laju dosis ekuivalen awal melampaui $1 \mu\text{Sv/jam}$ pada jarak 10 cm dari permukaan alat.

Dalam hal bahan nuklir, Tabel 5.2 secara spesifik memberikan daftar radionuklida yang dikecualikan dari kewajiban memiliki izin dalam pemanfaatannya.

Tabel 5.1 Tingkat Pengecualian: Konsentrasi Aktivitas yang Dikecualikan dan Aktivitas Radionuklida yang Dikecualikan (Pembulatan)

Radio-Nuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq g^{-1})	Aktivitas (Bq)	Radio-Nuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq g^{-1})	Aktivitas (Bq)
H-3	10^6	10^9	Pm-149	10^3	10^6
Be-7	10^3	10^7	Sm-151	10^4	10^8
C-14	10^4	10^7	Sm-153	10^2	10^6
O-15	10^2	10^9	Eu-152	10^1	10^6
F-18	10^1	10^6	Eu-152m	10^2	10^6
Na-22	10^1	10^6	Eu-154	10^1	10^6
Na-24	10^1	10^5	Eu-155	10^2	10^7
Si-31	10^3	10^6	Gd-153	10^2	10^7
P-32	10^3	10^5	Gd-159	10^3	10^6
P-33	10^5	10^8	Tb-160	10^1	10^6
S-35	10^5	10^8	Dy-165	10^3	10^6
Cl-36	10^4	10^6	Dy-166	10^3	10^6
Cl-38	10^1	10^5	Ho-166	10^3	10^5
Cl-39	10^1	10^5	Er-169	10^4	10^7
Ar-37	10^6	10^8	Er-171	10^2	10^6
Ar-41	10^2	10^9	Tm-170	10^3	10^6
K-40	10^2	10^6	Tm-171	10^4	10^8
K-42	10^2	10^6	Yb-175	10^3	10^7
K-43	10^1	10^6	Lu-177	10^3	10^7
Ca-45	10^4	10^7	Hf-181	10^1	10^6
Ca-47	10^1	10^6	Ta-182	10^1	10^4
Sc-46	10^1	10^6	W-181	10^3	10^7
Sc-47	10^2	10^6	W-185	10^4	10^7

Radio-Nuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq g ⁻¹)	Aktivitas (Bq)	Radio-Nuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq g ⁻¹)	Aktivitas (Bq)
Sc-48	10 ¹	10 ⁵	W-187	10 ²	10 ⁶
V-48	10 ¹	10 ⁵	Re-186	10 ³	10 ⁶
Cr-51	10 ³	10 ⁷	Re-188	10 ²	10 ⁵
Mn-51	10 ¹	10 ⁵	Os-185	10 ¹	10 ⁶
Mn-52	10 ¹	10 ⁵	Os-191	10 ²	10 ⁷
Mn-52m	10 ¹	10 ⁵	Os-191m	10 ³	10 ⁷
Mn-53	10 ⁴	10 ⁹	Os-193	10 ²	10 ⁶
Mn-54	10 ¹	10 ⁶	Ir-190	10 ¹	10 ⁶
Mn-56	10 ¹	10 ⁵	Ir-192	10 ¹	10 ⁴
Fe-52	10 ¹	10 ⁶	Ir-194	10 ²	10 ⁵
Fe-55	10 ⁴	10 ⁶	Pt-191	10 ²	10 ⁶
Fe-59	10 ¹	10 ⁶	Pt-193m	10 ³	10 ⁷
Co-55	10 ¹	10 ⁶	Pt-197	10 ³	10 ⁶
Co-56	10 ¹	10 ⁵	Pt-197m	10 ²	10 ⁶
Co-57	10 ²	10 ⁶	Au-198	10 ²	10 ⁶
Co-58	10 ¹	10 ⁶	Au-199	10 ²	10 ⁶
Co-58m	10 ⁴	10 ⁷	Hg-197	10 ²	10 ⁷
Co-60	10 ¹	10 ⁵	Hg-197m	10 ²	10 ⁶
Co-60m	10 ³	10 ⁶	Hg-203	10 ²	10 ⁵
Co-61	10 ²	10 ⁶	Tl-200	10 ¹	10 ⁶
Co-62m	10 ¹	10 ⁵	Tl-201	10 ²	10 ⁶
Ni-59	10 ⁴	10 ⁸	Tl-202	10 ²	10 ⁶
Ni-63	10 ⁵	10 ⁸	Tl-204	10 ⁴	10 ⁴
Ni-65	10 ¹	10 ⁶	Pb-203	10 ²	10 ⁶
Cu-64	10 ²	10 ⁶	Pb-210 ^a	10 ¹	10 ⁴
Zn-65	10 ¹	10 ⁶	Pb-212 ^a	10 ¹	10 ⁵
Zn-69	10 ⁴	10 ⁶	Bi-206	10 ¹	10 ⁵
Zn-69m	10 ²	10 ⁶	Bi-207	10 ¹	10 ⁶
Ga-72	10 ¹	10 ⁵	Bi-210	10 ³	10 ⁶
Ge-71	10 ⁴	10 ⁸	Bi-212 ^a	10 ¹	10 ⁵
As-73	10 ³	10 ⁷	Po-205	10 ¹	10 ⁶
As-74	10 ¹	10 ⁶	Po-207	10 ¹	10 ⁶
As-76	10 ²	10 ⁵	Po-210	10 ¹	10 ⁴
As-77	10 ³	10 ⁶	At-211	10 ³	10 ⁷
Se-75	10 ²	10 ⁶	Rn-220 ^a	10 ⁴	10 ⁷
Br-82	10 ¹	10 ⁶	Rn-222 ^{a*}	10 ¹	10 ⁸
Kr-74	10 ²	10 ⁹	Ra-223 ^a	10 ²	10 ⁵

Radio-Nuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq g ⁻¹)	Aktivitas (Bq)	Radio-Nuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq g ⁻¹)	Aktivitas (Bq)
Kr-76	10 ²	10 ⁹	Ra-224 ^a	10 ¹	10 ⁵
Kr-77	10 ²	10 ⁹	Ra-225	10 ²	10 ⁵
Kr-79	10 ³	10 ⁵	Ra-226 ^a	10 ¹	10 ⁴
Kr-81	10 ⁴	10 ⁷	Ra-227	10 ²	10 ⁶
Kr-83m	10 ⁵	10 ¹²	Ra-228 ^a	10 ¹	10 ⁵
Kr-85	10 ⁵	10 ⁴	Ac-228	10 ¹	10 ⁶
Kr-85m	10 ³	10 ¹⁰	Th-226 ^a	10 ³	10 ⁷
Kr-87	10 ²	10 ⁹	Th-227	10 ¹	10 ⁴
Kr-88	10 ²	10 ⁹	Th-228 ^a	10 ⁰	10 ⁴
Rb-86	10 ²	10 ⁵	Th-229 ^a	10 ⁰	10 ³
Sr-85	10 ²	10 ⁶	Th-230	10 ⁰	10 ⁴
Sr-85m	10 ²	10 ⁷	Th-231	10 ³	10 ⁷
Sr-87m	10 ²	10 ⁶	Th-alam	10 ⁰	10 ³
Sr-89	10 ³	10 ⁶	(termasuk		
Sr-90 ^a	10 ²	10 ⁴	Th-223)		
Sr-91	10 ¹	10 ⁵	Th-234 ^a	10 ³	10 ⁵
Sr-92	10 ¹	10 ⁶	Pa-230	10 ¹	10 ⁶
Y-90	10 ³	10 ⁵	Pa-231	10 ⁰	10 ³
Y-91	10 ³	10 ⁶	Pa-233	10 ²	10 ⁷
Y-91m	10 ²	10 ⁶	U-230 ^a	10 ¹	10 ⁵
Y-92	10 ²	10 ⁵	U-231	10 ²	10 ⁷
Y-93	10 ²	10 ⁵	U-232 ^a	10 ⁰	10 ³
Zr-93 ^a	10 ³	10 ⁷	U-233	10 ¹	10 ⁴
Zr-95	10 ¹	10 ⁶	U-234	10 ¹	10 ⁴
Zr-97 ^a	10 ¹	10 ⁵	U-235 ^a	10 ¹	10 ⁴
Nb-93m	10 ⁴	10 ⁷	U-236	10 ¹	10 ⁴
Nb-94	10 ¹	10 ⁶	U-237	10 ²	10 ⁶
Nb-95	10 ¹	10 ⁶	U-238 ^a	10 ¹	10 ⁴
Nb-97	10 ¹	10 ⁶	U-alam	10 ⁰	10 ³
Nb-98	10 ¹	10 ⁵	U-239	10 ²	10 ⁶
Mo-90	10 ¹	10 ⁶	U-240	10 ³	10 ⁷
Mo-93	10 ³	10 ⁸	U-240 ^a	10 ¹	10 ⁶
Mo-99	10 ²	10 ⁶	Np-237 ^a	10 ⁰	10 ³
Mo-101	10 ¹	10 ⁶	Np-239	10 ²	10 ⁷
Tc-96	10 ¹	10 ⁶	Np-240	10 ¹	10 ⁶
Tc-96m	10 ³	10 ⁷	Pu-234	10 ²	10 ⁷
Tc-99	10 ⁴	10 ⁷	Pu-235	10 ²	10 ⁷
Tc-99m	10 ²	10 ⁷	Pu-236	10 ¹	10 ⁴

Radio-Nuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq g ⁻¹)	Aktivitas (Bq)	Radio-Nuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq g ⁻¹)	Aktivitas (Bq)
Ru-97	10 ²	10 ⁷	Pu-237	10 ³	10 ⁷
Ru-103	10 ²	10 ⁶	Pu-238	10 ⁰	10 ⁴
Ru-105	10 ¹	10 ⁶	Pu-239	10 ⁰	10 ⁴
Ru-106 ^a	10 ²	10 ⁵	Pu-240	10 ⁰	10 ³
Rh-103m	10 ⁴	10 ⁸	Pu-241	10 ²	10 ⁵
Rh-105	10 ²	10 ⁷	Pu-242	10 ⁰	10 ⁴
Pd-103	10 ³	10 ⁸	Pu-243	10 ³	10 ⁷
Pd-109	10 ³	10 ⁶	Am-241	10 ⁰	10 ⁴
Ag-105	10 ²	10 ⁶	Am-242	10 ³	10 ⁶
Ag-110m	10 ¹	10 ⁶	Am-242m ^o	10 ⁰	10 ⁴
Ag-111	10 ³	10 ⁶	Am-243 ^o	10 ⁰	10 ³
Cs-129	10 ²	10 ⁵	Cm-242	10 ²	10 ⁵
Cs-131	10 ³	10 ⁶	Cm-243	10 ⁰	10 ⁴
Cs-132	10 ¹	10 ⁵	Cm-244	10 ¹	10 ⁴
Cs-134m	10 ³	10 ⁵	Cm-245	10 ⁰	10 ³
Cs-134	10 ¹	10 ⁴	Cm-246	10 ⁰	10 ³
Cs-135	10 ⁴	10 ⁷	Cm-247	10 ⁰	10 ⁴
Cs-136	10 ¹	10 ⁵	Cm-248	10 ⁰	10 ³
Cs-137 ^o	10 ¹	10 ⁴	Bk-249	10 ³	10 ⁶
Cs-138	10 ¹	10 ⁴	Cf-246	10 ³	10 ⁶
Ba-131	10 ²	10 ⁶	Cf-248	10 ¹	10 ⁴
Ba-140 ^o	10 ¹	10 ⁵	Cf-249	10 ⁰	10 ³
La-140	10 ¹	10 ⁵	Cf-250	10 ¹	10 ⁴
Ce-139	10 ²	10 ⁶	Cf-251	10 ⁰	10 ³
Ce-141	10 ²	10 ⁷	Cf-252	10 ¹	10 ⁴
Ce-143	10 ²	10 ⁶	Cf-253	10 ²	10 ⁵
Ce-144 ^o	10 ²	10 ⁵	Cf-254	10 ⁰	10 ³
Pr-142	10 ²	10 ⁵	Es-253	10 ²	10 ⁵
Pr-143	10 ⁴	10 ⁶	Es-254	10 ¹	10 ⁴
Nd-147	10 ²	10 ⁶	Es-254m	10 ²	10 ⁶
Nd-149	10 ²	10 ⁶	Fm-254	10 ⁴	10 ⁷
Pm-147	10 ⁴	10 ⁷	Fm-255	10 ³	10 ⁶

Sumber: PP No. 29 (2008)

Tabel 5.2 ^a Nuklida Induk dan Turunannya dalam Kondisi Kesetimbangan

Nuklida Induk	Nuklida Turunan
Sr-80	Rb-80
Sr-90	Y-90
Zr-93	Nb-93m
Zr-97	Nb-97
Ru-106	Rh-106
Ag-108m	Ag-108
Cs-137	Ba-137m
Ba-140	La-140
Ce-134	La-134
Ce-144	Pr-144
Pb-210	Bi-210, Po-210
Pb-212	Bo-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Bi-212	Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Rn-220	Po-216
Rn-222	Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Ra-223	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207
Ra-224	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Ra-226	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
Ra-228	Ac-228
Th-226	Ra-222, Rn-218, Po-214
Th-228	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Th-229	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209
Th-alam	Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Th-234	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209
U-230	Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212,
U-232	Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
U-235	Pa-234m
U-238	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-alam	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
U-240	Th-231
Np-237	Th-234, Pa-234m
Am-242m	Th-234, Pa-234m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214,
Am-243	Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
	Np-240m
	Pa-233
	Am-242
	Np-239

Sumber: PP No. 29 (2008)

2. Kriteria Klierens

Zat radioaktif terbuka, limbah radioaktif, atau material terkontaminasi atau teraktivasi yang telah mencapai tingkat klierens dapat dibebaskan, atau klierens, dari pengawasan. Untuk memperoleh klierens dari pengawasan, pemohon harus mengajukan permohonan penetapan klierens secara tertulis kepada Kepala BAPETEN dengan melampirkan dua dokumen berikut:

- 1) hasil pengukuran paparan radiasi dan
- 2) analisis mengenai aktivitas dan radionuklida yang terkandung dalam material terkontaminasi atau teraktivasi. Jika dokumen menunjukkan bahwa tingkat klierens terpenuhi, Kepala BAPETEN menerbitkan penetapan klierens.

Radionuklida buatan yang terdiri dari hanya satu radionuklida dapat dibebaskan dari pengawasan bila konsentrasi aktivitas radionuklidanya kurang dari atau sama dengan tingkat klierens yang diberikan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Tingkat Pengecualian: Konsentrasi Aktivitas yang Dikecualikan atau Aktivitas Bahan Nuklir yang Dikecualikan (Pembulatan)

Radio-nuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq g ⁻¹)	Aktivitas (Bq)	Radio-Nuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq g ⁻¹)	Aktivitas (Bq)
Th-226	10 ³	10 ⁷	U-237	10 ²	10 ⁶
Th-227	10 ¹	10 ⁴	U-238	10 ¹	10 ⁴
Th-228	10 ⁰	10 ⁴	U-alam	10 ⁰	10 ³
Th-229	10 ⁰	10 ³	U-239	10 ²	10 ⁶
Th-230	10 ⁰	10 ⁴	U-240	10 ³	10 ⁷
Th-231	10 ³	10 ⁷	U-24?	10 ¹	10 ⁶
Th-alam (termasuk Th-232)	10 ⁰	10 ³	Pu-234	10 ²	10 ⁷
			Pu-235	10 ²	10 ⁷
			Pu-236	10 ¹	10 ⁴
Th-234	10 ³	10 ⁵	Pu-237	10 ³	10 ⁷
U-230	10 ¹	10 ⁵	Pu-238	10 ⁰	10 ⁴
U-231	10 ²	10 ⁷	Pu-239	10 ⁰	10 ⁴

Radio-nuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq g ⁻¹)	Aktivitas (Bq)	Radio-Nuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq g ⁻¹)	Aktivitas (Bq)
U-232	10 ⁰	10 ³	Pu-240	10 ⁰	10 ³
U-233	10 ¹	10 ⁴	Pu-241	10 ²	10 ⁵
U-234	10 ¹	10 ⁴	Pu-242	10 ⁰	10 ⁴
U-235	10 ¹	10 ⁴	Pu-243	10 ³	10 ⁷
U-236	10 ¹	10 ⁴	Pu-244	10 ⁰	10 ⁴

Sumber: PP No. 2 (2014)

Dalam hal radionuklida buatan terdiri lebih dari satu radionuklida, klierens ditetapkan berdasar persamaan (5.1).

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(\text{konsentrasi aktivitas})_i} \leq 1 ; \quad (5.1)$$

dengan C_i adalah konsentrasi (Bq/g) radionuklida I dalam campuran radionuklida; konsentrasi aktivitas adalah nilai konsentrasi aktivitas untuk radionuklida i seperti tercantum pada Tabel 5.3; dan n adalah jumlah radionuklida buatan yang terdapat dalam campuran radionuklida.

Radionuklida alam dapat dibebaskan dari pengawasan apabila konsentrasi aktivitasnya kurang dari atau sama dengan tingkat yang diberikan pada Tabel 5.4. Adapun Tabel 5.5 menunjukkan tingkat klierens untuk radionuklida buatan.

Tabel 5.4 Tingkat Klierens untuk Radionuklida Buatan (Tingkat Klierens)

Radionuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq/g)	Radionuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq/g)	Radionuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq/g)
H-3	100	Co-60m	1000	Nb-95	1
Be-7	10	Co-61	100	Nb-97 ^a	10
C-14	1	Co-62m	10	Nb-98	10
F-18	10	Ni-59	100	Mo-90	10
Na-22	0,1	Ni-63	100	Mo-93	10
Na-24	1	Ni-65	10	Mo-99 ^a	10
Si-31	1000	Cu-64	100	Mo-101 ^a	10
P-32	1000	Zn-65	0,1	Tc-96	1

Radionuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq/g)	Radionuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq/g)	Radionuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq/g)
P-33	1000	Zn-69	1000	Tc-96m	1000
S-35	100	Zn-69m ^o	10	Tc-97	10
Cl-36	1	Ga-72	10	Tc-97m	100
Cl-38	10	Ge-71	10.000	Tc-99	1
K-42	100	As-73	1000	Tc-99m	100
K-43	10	As-74	10	Ru-97	10
Ca-45	100	As-76	10	Ru-103 ^o	1
Ca-47	10	As-77	1000	Ru-105 ^o	10
Sc-46	0,1	Se-75	1	Ru-106 ^o *	0,1 *
Sc-47	100	Br-82	1	Rh-103m	10.000
Sc-48	1	Rb-86	100	Rh-105	100
V-48	1	Sr-85	1	Pd-103 ^o	1000
Cr-51	100	Sr-85m	100	Pd-109 ^o	100
Mn-51	10	Sr-87m	100	Ag-105	1
Mn-52	1	Sr-89	1000	Af-110m ^o	0,1
Mn-52m	10	Sr-90 ^o	1	Ag-111	100
Mn-53	100	Sr-91 ^o	10	Cd-109 ^o	1
Mn-54	0,1	Sr-92	10	Cd-115 ^o	10
Mn-56	10	Y-90	1000	Cd-115m ^o	100
Fe-52 ^o	10	Y-91	100	In-111	10
Fe-55	1000	Y-91m	100	In-113m	100
Fe-59	1	Y-92	100	In-114m ^o	10
Co-55	10	Y-93	100	In-115m	100
Co-56	0,1	Zr-93	10	Sn-113 ^o	1
Co-57	1	Zr-95 ^o	1	Sn-125	10
Co-58	1	Zr-97 ^o	10	Sb-122	10
Co-58m	10.000	Nb-93m	10	Sb-124	1
Co-60	0,1	Nb-94	0,1	Sb-125 ^o	0,1
Te-123m	1	Ce-144	10	Ir-192	1
Te-125m	1000	Pr-142	100	Ir-194	100
Te-127	1000	Pr-143	1000	Pt-191	10
Te-127m ^o	10	Nd-147	100	Pt-193m	1000
Te-129	100	Nd-149	100	Pt-197	1000
Te-129m ^o	10	Pm-147	1000	Pt-197m	100
Te-131	100	Pm-149	1000	Au-198	10
Te-131m	10	Sm-151	1000	Au-199	100
Te-132	1	Sm-153	100	Hg-197	100
Te-133	10	Eu-152	0,1	Hg-197m	100

Radionuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq/g)	Radionuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq/g)	Radionuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq/g)
Te-133m	10	Eu-152m	100	Hg-203	10
Te-134	10	Eu-154	0,1	Tl200	10
I-123	100	Eu-155	1	Tl-201	100
I-125	100	Gd-153	10	Tl-202	10
I-126	10	Gd-159	100	Tl-204	1
I-129	0,01	Tb-160	1	Pb-203	10
I-130	10	Dy-165	1000	Bi-206	1
I-131	10	Dy-166	100	Bi-207	0,1
I-132	10	Ho-166	100	Po-203	10
I-133	10	Er-169	1000	Po-205	10
I-134	10	Er-171	100	Po-207	10
I-135	10	Tm-170	1000	At-211	1000
Cs-129	10	Tm-171	1000	Ra-225	10
Cs-131	1000	Yb-175	100	Ra-227	100
Cs-132	10	Lu-177	100	Th-226	1000
Cs-134	0,1	Hf-181	1	Th-229	0,1
Cs-134m	1000	Ta-182	0,1	Pa-230	10
Cs-135	100	W-181	10	Pa-233	10
Cs-136	1	W-185	1000	U-230 ^b	10
Cs-137 ^a	0,1	W-187	10	U-231 ^a	100
Cs-138	10	Re-186	1000	U-232 ^a	0,1
Ba-131	10	Re-188	100	U-233	1
Ba-140	1	Os-185	1	U-236	10
La-140	1	Os-191	100	U-237	100
Ce-139	1	Os-191m	1000	U-239	100
Ce-141	100	Os-193	100	U-240 ^a	100
Ce-143	10	Ir-190	1	Np-237 ^a	1
Np-239	100	Am-241	0,1	Cf-248	1
Np-240	10	Am-242	1000	Cf-249	0,1
Pu-234	100	Am-242m ^a	0,1	Cf-250	1
Pu-235	100	Am-243 ^a	0,1	Cf-251	0,1
Pu-236	1	Cm-242	10	Cf-252	1
Pu-237	100	Cm-243	1	Cf-253	100
Pu-238	0,1	Cm-244	1	Cf-254	1
Pu-239	0,1	Cm-245	0,1	Es-253	100
Pu-240	0,1	Cm-246	0,1	Es-254^a	0,1
Pu-241	10	Cm-247 ^a	0,1	Es-254m ^a	10
Pu-242	0,1	Cm-248	0,1	Fm-254	10.000

Radionuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq/g)	Radionuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq/g)	Radionuklida	Konsentrasi aktivitas (Bq/g)
Pu-243	1000	Bk-249	100	Fm-255	100
Pu-244 ^a	0,1	Cf-246	1000		

Catatan:^a Radionuklida induk dan turunannya yang dipertimbangkan kontribusi dosisnya dalam perhitungan dosis

Sumber: Perka BAPETEN No. 16 (2012)

Tabel 5.5 Tingkat Klierens untuk Radionuklida Buatan (Radionuklida Induk dan Turunannya)

Radionuklida Induk	Radionuklida Turunan
Fe-52	Mn-52m
Zn-69m	Zn-69
Sr-90	Y-90
Sr-91	Y-91m
Zr-95	Nb-95
Zr-97	Nb-97m, Nb-97
Nb-97	Nb-97m
Mo-99	Tc-99m
Mo-101	Tc-101
Ru-103	Rh-103m
Ru-105	Rh-105m
Ru-106	Rh-106
Pd-103	Rh-103m
Pd-109	Ag-109m
Ag-110m	Ag-110
Cd-109	Ag-109m
Cd-115	In-115m
Cd-115m	In-115m
In-114m	In-114
Sn-113	In-113m
Sb-125	Te-125m
Te-127m	Te-127
Te-129m	Te-129
Te-131m	Te-131
Te-132	I-132
Cs-137	Ba-137m

Radionuklida Induk	Radionuklida Turunan
Ce-144	Pr-144, Pr-144m
U-232sec	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208
U-240	Np-240m, Np-240
Np-237	Pa-233
Pu-244	U-240, Np-240m, Np-240
Am-242m	Np-238
Am-243	Np-239
Cm-247	Pu-243
Es-254	Bk-250
Es-254m	Fm-254

Sumber: Perka BAPETEN No. 16 (2012)

Tabel 5.6 Tingkat Klierens untuk Radionuklida Alam

No.	Radionuklida alam	Bentuk diskrit*	Bentuk difus**		
		Item/peralatan (Bq)	Cair (Bq/l)	Padat (Bq/g)	Gas (Bq/m ³)
1.	Seri U-238	1.000	1	0,3	0,003
2.	U-238	10.000	10	10	0,05
3.	Th-230	10.000	5	10	0,01
4.	Ra-226	10.000	5	0,3	0,05
5.	Pb-210	10.000	1	0,3	0,05
6.	Seri Th-232	1.000	1	0,3	0,002
7.	Th-232	1.000	1	10	0,006
8.	Ra-228	100.000	5	0,3	0,005
9.	Th-228	10.000	1	0,3	0,003
10.	K-40	1.000.000	Tidak terbatas	17	Tidak terbatas

Catatan: * Bentuk diskrit adalah bentuk zat radioaktif terbuka, limbah radioaktif, atau material ter-kontaminasi atau teraktivasi ketika radionuklidanya merupakan kesatuan suatu wujud benda yang tersusun dari berbagai partikel yang tidak heterogen.

** Bentuk difus adalah bentuk zat radioaktif terbuka, limbah radioaktif, atau material terkontaminasi atau teraktivasi ketika radionuklidanya merupakan kumpulan butiran atau partikel kecil yang homogen.

Sumber: Perka BAPETEN No. 16 (2012)

Limbah radioaktif (dalam bentuk bahan dan peralatan terkontaminasi) dan material terkontaminasi lainnya dapat dibebaskan dari pengawasan apabila tingkat kontaminasi permukaan kurang dari atau sama dengan 1 Bq/cm^2 . Jika terdapat campuran radionuklida alam dan buatan, persamaan (5.1) harus digunakan. Jika jenis radionuklida buatan dan alam tidak dapat diidentifikasi, tingkat klierens ditetapkan kurang dari atau sama dengan $0,1 \text{ Bq/g}$ atau $0,1 \text{ Bq/cm}^2$.

B. Analisis

1. Kriteria Pengecualian

Standar internasional untuk kriteria pengecualian diberikan pada dokumen IAEA GSR Part 3 (2014). Di Indonesia hanya berlaku tiga kriteria seperti yang telah disampaikan, sedangkan IAEA memberikan tiga kriteria tambahan sebagai berikut.

- 1) Zat radioaktif dengan jumlah besar dan konsentrasi aktivitas radionuklida buatan yang digunakan dalam pemanfaatan tidak melebihi nilai yang diberikan di Tabel I.1 dan Tabel I.2 pada publikasi GSR Part 3 IAEA.
- 2) Untuk radionuklida yang berasal dari alam, pengecualian sejumlah besar bahan radioaktif perlu mempertimbangkan kasus per kasus dengan kriteria dosis 1 mSv dalam satu tahun, sepadan dengan dosis dari radiasi latar belakang alam.
- 3) Untuk pengecualian zat radioaktif yang mengandung lebih dari satu radionuklida, berdasarkan tingkat diberikan di Tabel I.1 dan Tabel I.2 pada publikasi GSR Part 3 IAEA. Kondisi untuk pengecualiannya adalah bahwa jumlah aktivitas radionuklida individu atau konsentrasi aktivitas kurang dari tingkat pengecualian turunan untuk campuran (X_m) yang pada persamaan (5.2) berikut.

$$X_m = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{f(i)}{X(i)}} ; \quad (5.2)$$

dengan $f(i)$ adalah fraksi aktivitas atau konsentrasi aktivitas radionuklida I pada campuran, $X(i)$ adalah tingkat pengecualian untuk radionuklida i seperti yang diberikan di Tabel I.1 atau Tabel I.2 pada publikasi GSR Part 3 IAEA, dan n adalah jumlah radionuklida yang ada.

2. Kriteria Klierens

Pada dokumen GSR Part 3 (2014), IAEA memberikan kriteria klierens sebagai berikut.

- 1) Kriteria umum untuk klierens adalah
 - a) risiko radiasi dari zat radioaktif yang dibebaskan cukup rendah sehingga tidak diperlukan pengawasan dan tidak ada kemungkinan terjadinya skenario di mana kriteria umum klierens ini gagal dipenuhi serta
 - b) pengawasan lebih lanjut terhadap zat radioaktif tidak akan menghasilkan keuntungan bersih, dalam pengertian tindakan pengendalian yang dilakukan tidak berakibat berkurangnya dosis individu atau risiko kesehatan.
- 2) Zat radioaktif dapat dibebaskan tanpa pertimbangan lebih lanjut jika dosis efektif yang diterima setiap anggota masyarakat akibat zat yang dibebaskan adalah sekitar 10 mSv atau kurang dalam setahun, atau dengan memperhitungkan skenario probabilitas rendah, dosis efektif yang diterima setiap anggota masyarakat tidak melebihi 1 mSv dalam satu tahun.
- 3) Zat radioaktif dalam pemanfaatan yang diketahui atau diizinkan dapat dibebaskan tanpa pertimbangan lebih lanjut jika
 - a) konsentrasi aktivitas dari radionuklida individual buatan dalam bentuk padat tidak melebihi tingkat yang relevan yang diberikan pada Tabel 5.3⁷,

⁷ Tabel 5.3, yang yang berisi tingkat klierens berdasarkan Lampiran I Perka BAPETEN Nomor 16 Tahun 2012, memiliki nilai yang sama dengan tingkat klierens yang diberikan pada Tabel I.2 dari Schedule I IAEA GSR Part 3 (2014) dan sebelumnya juga diberikan pada I.2 dari Schedule I IAEA GSR Part 3 Interim Edition (2011).

- b) konsentrasi aktivitas radionuklida alam tidak melebihi tingkat yang relevan yang diberikan di Tabel I.3 pada publikasi GSR Part 3 IAEA, yaitu 10 Bg/g untuk K-40 dan 1 Bq/g untuk setiap radionuklida pada rantai peluruhan uranium dan thorium, serta
 - c) untuk radionuklida alam dalam residu yang dapat didaur ulang menjadi bahan konstruksi atau buangan yang dapat menyebabkan kontaminasi pada pasokan air minum, konsentrasi aktivitas pada residu tidak melebihi nilai spesifik yang diturunkan sehingga memenuhi kriteria dosis 1 mSv dalam setahun, sepadan dengan dosis tipikal akibat radiasi latar belakang alam.
- 4) Klierens dapat diberikan oleh badan pengawas untuk situasi spesifik berdasarkan dua kriteria yang telah dijelaskan dengan mempertimbangkan bentuk fisik dan kimia zat radioaktif dan penggunaannya atau cara pembuangannya. Tingkat klierens semacam ini dapat ditentukan dalam konsentrasi aktivitas per satuan massa atau per satuan luas permukaan.
 - 5) Untuk klierens zat radioaktif yang mengandung lebih dari satu radionuklida buatan berdasarkan tingkat yang diberikan di Tabel I.1 dan Tabel I.2 pada publikasi GSR Part 3 IAEA, kondisi untuk klierens adalah bahwa jumlah konsentrasi aktivitas radionuklida individual kurang dari tingkat klierens turunan untuk campuran (X_m) yang ditentukan sebagai berikut:

$$X_m = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{f(i)}{X(i)}} ; \quad (5.3)$$

dengan $f(i)$ adalah fraksi konsentrasi aktivitas radionuklida I pada campuran, $X(i)$ menyatakan tingkat radionuklida i seperti yang

diberikan di Tabel I.1 atau Tabel I.2 pada publikasi GSR Part 3 IAEA, dan n merupakan jumlah radionuklida yang ada.

- 6) Untuk klierens zat dalam jumlah besar yang mengandung campuran radionuklida alam dan buatan, kondisi yang diberikan pada butir c. 4) dan butir e harus dipenuhi.

Dari uraian tersebut tampak bahwa kriteria pengecualian yang diberikan dalam standar IAEA jauh lebih variatif. Dengan perkembangan pengetahuan yang ada, daftar radionuklida dan besar konsentrasi aktivitas serta aktivitas yang diberikan IAEA juga jauh lebih banyak.

Perbedaan jumlah kriteria pengecualian antara yang diberikan dalam standar IAEA dengan yang ditetapkan di Indonesia dapat berpengaruh pada jumlah izin pemanfaatan. Beberapa pemanfaatan atau sumber radiasi dalam pemanfaatan barangkali dapat memenuhi kriteria pengecualian IAEA, meski tidak memenuhi kriteria pengecualian pada PP Nomor 29 Tahun 2008. Dengan kondisi seperti ini, pemanfaatan atau sumber radiasi dalam pemanfaatan tersebut dapat dikecualikan dari kewajiban memiliki izin pemanfaatan dari badan pengawas.

Walaupun demikian, seperti terlihat pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.6, nilai tingkat klierens untuk radionuklida alam yang berlaku di Indonesia ternyata lebih terperinci jika dibandingkan dengan yang diberikan oleh IAEA karena lebih banyak jumlah radionuklidanya dan juga lebih variatif dalam hal bentuk fisik radionuklidanya. Dengan demikian, nilai tingkat pengecualian diharapkan dapat disesuaikan dengan data terakhir yang diberikan dalam standar IAEA, sementara nilai tingkat klierens untuk radionuklida alam yang berlaku di Indonesia bervariasi dibanding nilai klierens yang diberikan IAEA, yaitu lebih besar (17 Bq/g vs. 10 Bq/g untuk ^{40}K), dan lebih rendah (0,3 Bq/g vs. 1 Bq/g untuk seri ^{238}U dan seri ^{232}Th).

Nilai klierens untuk ^{40}K lebih besar di Indonesia maka klierens atau pembebasan zat radioaktif terbuka, limbah radioaktif atau material yang terkontaminasi ^{40}K dari pengawasan di Indonesia akan

lebih sulit. Sebaliknya, zat radioaktif terbuka, limbah radioaktif, atau material yang terkontaminasi radioaktif dari seri ^{238}U dan seri ^{232}Th di Indonesia akan lebih mudah dibebaskan dari pengawasan karena nilai klerensnya juga lebih rendah.

Bab VI

Keselamatan Radiasi dan Keamanan Zat Radioaktif

Berdasarkan Pasal 16 Undang-undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran,

"setiap kegiatan yang berkaitan dengan pemanfaatan tenaga nuklir wajib memperhatikan keselamatan, keamanan, dan ketenteraman, kesehatan pekerja dan anggota masyarakat, serta perlindungan terhadap lingkungan hidup".

Pemanfaatan tenaga nuklir pada dasarnya dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu pemanfaatan radiasi dan pemanfaatan nuklir. Pemanfaatan radiasi melibatkan penggunaan zat radioaktif seperti ^{60}Co , ^{137}Cs , atau ^{192}Ir , dan pembangkit radiasi pengion berupa pesawat sinar-X atau akselerator linier (LINAC) medis. Pemanfaatan radiasi ini biasa pula disebut sebagai pemanfaatan nonenergi karena digunakan pada kegiatan seperti medis, industri, pertanian, atau pendidikan dan pelatihan.

Pemanfaatan nuklir, sementara itu, melibatkan penggunaan bahan nuklir seperti U-235 atau Pu-239. Pemanfaatan nuklir ini biasa pula disebut sebagai pemanfaatan energi karena umumnya digunakan untuk membangkitkan energi listrik pada pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN). Berbagai instalasi yang berkaitan dengan PLTN

disebut pula sebagai instalasi nuklir, seperti instalasi pemurnian, konversi dan pengayaan bahan nuklir, instalasi fabrikasi bahan bakar nuklir, instalasi pengolahan ulang bahan bakar nuklir, serta instalasi penyimpanan bahan bakar nuklir dan bahan bakar nuklir bekas.

Sebagai peraturan pelaksana dari Pasal 16 UU Nomor 10 Tahun 1997, telah diterbitkan Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pngion dan Keamanan Zat Radioaktif. PP Nomor 45 Tahun 2023 ini mencabut dan menyatakan PP Nomor 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pngion dan Keamanan Sumber Radioaktif tidak berlaku lagi. Peraturan pelaksana lebih lanjut adalah Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Perka BAPETEN) Nomor 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir yang diterbitkan sebagai peraturan pelaksana PP Nomor 33 Tahun 2007⁸.

A. Peraturan Perundang-Undangan

PP No. 45 Tahun 2023 mengatur tentang keselamatan radiasi, keamanan zat radioaktif, manajemen keselamatan radiasi dan keamanan zat radioaktif, serta inspeksi dalam pemanfaatan tenaga nuklir. Khusus untuk keamanan zat radioaktif untuk bahan nuklir, subjek ini diatur dalam peraturan pemerintah tersendiri tentang keselamatan dan keamanan instalasi bahan nuklir⁹. Demikian pula keselamatan radiasi dan keamanan zat radioaktif dalam kegiatan pengangkutan zat radioaktif diatur dalam peraturan pemerintah tersendiri tentang keselamatan radiasi dan keamanan dalam pengangkutan zat radioaktif¹⁰.

8 Berdasarkan Pasal 144 PP Nomor 45 Tahun 2023, "Semua peraturan pelaksanaan dari PP Nomor 33 Tahun 2007 dinyatakan masih tetap berlaku sepanjang tidak bertentangan dengan ketentuan dalam PP Nomor 45 Tahun 2023 tersebut". Dengan demikian, Perka BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 masih tetap berlaku walau harus mendapatkan prioritas untuk segera diganti.

9 Uraian mengenai keselamatan dan keamanan instalasi bahan nuklir diberikan pada Bab VIII.

10 Uraian mengenai keselamatan radiasi dan keamanan dalam pengangkutan zat radioaktif diberikan pada Bab XI.

1. Ketentuan Keselamatan Radiasi

Ketentuan keselamatan radiasi berlaku untuk instalasi nuklir, fasilitas radiasi dan zat radioaktif, pertambangan bahan galian nuklir, dan kegiatan lain yang mengakibatkan risiko radiasi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Tujuan keselamatan radiasi adalah untuk melindungi pekerja, pasien, anggota masyarakat, dan lingkungan hidup dari bahaya radiasi pengion.

Ketentuan keselamatan radiasi berlaku untuk paparan terencana, paparan darurat, dan paparan *existing*. Sesuai dengan ketentuan umum, paparan terencana adalah kondisi adanya paparan dari sumber radiasi pengion yang berasal dari pengoperasian atau kegiatan yang telah direncanakan sebelumnya, paparan darurat adalah kondisi adanya paparan dari sumber radiasi pengion sebagai akibat kecelakaan, tindak kejahatan, atau kejadian lain yang tidak direncanakan yang mengakibatkan paparan berlebih, dan paparan *existing* adalah kondisi adanya paparan radiasi pengion yang telah ada sebelum dan pada saat ditetapkan tindakan pengendalian.

a. Keselamatan Radiasi dalam Paparan Terencana

Keselamatan radiasi dalam paparan terencana meliputi proteksi radiasi dan persyaratan keselamatan dalam instalasi/fasilitas dan kegiatan lainnya. Untuk proteksi radiasi, ketentuannya meliputi prinsip proteksi radiasi, proteksi radiasi pada paparan kerja, proteksi radiasi pada paparan medis, proteksi radiasi pada paparan publik, kajian keselamatan, serta program proteksi dan keselamatan radiasi. Selain itu, keselamatan radiasi diberlakukan dengan menerapkan pendekatan bertingkat.

1) Prinsip Proteksi Radiasi

Prinsip proteksi radiasi meliputi justifikasi, optimisasi, dan limitasi. Justifikasi didasarkan pada manfaat yang diperoleh lebih besar daripada risiko yang ditimbulkan, optimisasi dilakukan dengan mengupayakan dosis yang diterima dan jumlah individu yang terpapar serendah mungkin yang dapat dicapai dengan mempertimbangkan faktor sosial, ekonomi dan lingkungan, serta limitasi diterapkan

melalui penetapan nilai batas dosis untuk pekerja radiasi dan anggota masyarakat. Tabel 6.1 memperlihatkan nilai batas dosis yang berlaku untuk pekerja radiasi dan anggota masyarakat.

Tabel 6.1 Nilai Batas Dosis

Aplikasi	Pekerja Radiasi	Pekerja Magang	Masyarakat Umum
Dosis efektif ^a	20 mSv per tahun, dirata-ratakan dalam periode 5 tahun ^b	6 mSv per tahun	1 mSv per tahun ^d
Dosis ekuivalen tahunan pada:			
Lensa mata	20 mSv ^c	50 mSv	15 mSv
Kulit	500 mSv	150 mSv	50 mSv
Tangan dan kaki	500 mSv	150 mSv	-

Catatan:

^a Dosis efektif didasarkan pada akumulasi penerimaan dosis dari paparan eksternal dan internal.

^b Dengan ketentuan tambahan bahwa dosis efektif tidak melampaui 50 mSv dalam satu tahun tertentu sehingga dosis yang terakumulasi dalam 5 tahun tidak boleh melebihi 100 mSv.

^c Dengan ketentuan tambahan bahwa dosis ekuivalen tidak melampaui 50 mSv dalam satu tahun tertentu.

^d Dalam keadaan khusus, nilai dosis efektif yang lebih tinggi dapat diijinkan dalam satu tahun, asal rata-rata selama 5 tahun tidak melebihi 1 mSv per tahun.

Sumber: Perka BAPETEN No. 4 (2013)

2) Proteksi Radiasi pada Paparan Kerja

Proteksi radiasi pada paparan kerja meliputi hal-hal berikut.

- 1) Pembagian daerah kerja. Terdiri atas daerah pengendalian dan daerah supervisi.
- 2) Perlengkapan proteksi radiasi. Terdiri atas peralatan pemantauan tingkat radiasi, peralatan pemantau tingkat kontaminasi radioaktif, peralatan pemantau dosis perorangan, peralatan pemantau tingkat radioaktivitas lingkungan, dan/atau peralatan pelindung diri.

- 3) Pemantauan daerah kerja. Dilakukan untuk mengevaluasi kondisi radiologik di daerah kerja, menilai tingkat paparan di daerah pengendalian dan daerah supervisi, dan mengevaluasi kembali penetapan daerah pengendalian dan daerah supervisi.
- 4) Pemantauan dosis. Wajib dilakukan oleh pemegang izin terhadap seluruh pekerja radiasi yang bekerja di daerah kerja.
- 5) Pemantauan kesehatan. Wajib diselenggarakan oleh pemegang izin untuk seluruh pekerja radiasi dan dilakukan sebelum masa bekerja, selama masa bekerja, dan setelah masa bekerja.
- 6) Kesejahteraan pekerja radiasi. Wajib dijamin oleh pemegang izin dan paling sedikit meliputi insentif dan jaminan sosial.
- 7) Ketentuan batasan umur pekerja radiasi. Paling rendah 18 tahun.
- 8) Ketentuan untuk pekerja radiasi perempuan yang hamil dan/atau perempuan menyusui. Meliputi pemberian informasi risiko radiasi pada kehamilan dan kondisi menyusui, serta pengaturan penempatan pekerja.
- 9) Pengaturan untuk peserta pemagangan atau peserta pendidikan dan pelatihan. Meliputi pemberian akses ke daerah pengendalian dan pembatasan umur peserta pemagangan atau peserta pendidikan dan pelatihan.

3) Proteksi Radiasi pada Paparan Medis

Proteksi radiasi pada paparan medis meliputi aspek-aspek sebagai berikut.

- 1) Penerapan optimisasi proteksi radiasi dan keselamatan radiasi untuk paparan medis. Dilakukan melalui penggunaan peralatan radiologik medis dan prangkat lunak yang memenuhi standar, pelaksanaan prosedur yang tepat guna, pelaksanaan kalibrasi dosimeter, pelaksanaan dosimetri pasien, penerapan tingkat panduan diagnostik nasional, penetapan dan penerapan program jaminan mutu, serta penerapan pembatas dosis bai pendamping pasien dan sukarelawan penelitian biomedis.

- 2) Prosedur skrining untuk pasien perempuan hamil dan/atau perempuan menyusui. Ditujukan untuk memastikan pasien perempuan hamil atau tidak sebelum memutuskan pelaksanaan prosedur radiologik, dan pasien perempuan sedang tidak menyusui sebelum pemberian radiofarmaka.
- 3) Ketentuan penelitian biomedis yang harus dilaksanakan sesuai dengan pedoman dan standar etik yang ditetapkan.
- 4) Tindak lanjut dalam hal terjadi kesalahan pemberian dosis pasien pada paparan medis. Berupa investigasi terhadap jenis dan penyebab kesalahan pemberian dosis pasien dan tindakan korektif yang sesuai.
- 5) Tinjauan radiologik paparan medis. Wajib dilakukan oleh tenaga medis bekerja sama dengan tenaga kesehatan dan petugas proteksi radiasi, dan paling sedikit meliputi telaah terhadap kekurangan dan kelebihan penerapan justifikasi dan penerapan optimisasi, serta investigasi serta koreksi terhadap kekurangan penerapan justifikasi dan optimisasi.

4) Proteksi Radiasi pada Paparan Publik

Proteksi radiasi pada paparan publik dilakukan terhadap proses-proses berikut.

- 1) Pengelolaan limbah radioaktif. Wajib dilakukan pemegang izin dengan memastikan aktivitas dan volume limbah yang dihasilkan serendah mungkin dan sesedikit mungkin yang dapat dicapai, serta melakukan pengumpulan dan pengelompokkan limbah.
- 2) Pengendalian lepasan radioaktif ke lingkungan. Wajib dilakukan pemegang izin dengan persetujuan Kepala BAPETEN dan tidak boleh melebihi nilai batas lepasan radioaktivitas ke lingkungan.
- 3) Pelaksanaan klierens. Dengan melarang pemegang izin melepaskan zat radioaktif ke lingkungan jika aktivitas atau konsentrasi aktivitas masih di atas tingkat klierens.
- 4) Pemantauan paparan publik. Wajib dilakukan pemegang izin melalui pemantauan paparan eksternal akibat sumber radiasi

pengion, lepasan radioaktif ke lingkungan, tingkat radioaktivitas di lingkungan, dan/atau parameter penting lainnya yang diperlukan untuk melakukan penilaian terhadap paparan publik.

- 5) Kendali barang konsumen. Wajib dilakukan oleh pemegang izin dan dilakukan melalui memastikan barang konsumen telah memenuhi ketentuan keselamatan radiasi, pemasangan label di permukaan setiap barang konsumen dan pembungkusnya, penyediaan informasi dan instruksi bagi pengguna barang konsumen, dan penyediaan informasi mengenai keselamatan dan instruksi untuk pengangkutan dan penyimpanan.
- 6) Pelindungan pengunjung dan anggota masyarakat yang masuk ke daerah kerja. Berupa pendampingan oleh petugas proteksi radiasi dan/atau pekerja radiasi serta pelindungan dari paparan radiasi eksternal dan kontaminasi.

5) Kajian Keselamatan

Kajian keselamatan wajib dilakukan oleh semua orang yang akan melakukan kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir tertentu yang terdiri atas pemanfaatan sumber radiasi pengion yang memiliki izin bertahap dan kegiatan tertentu lainnya, instalasi nuklir, dan pertambangan bahan galian nuklir. Kajian keselamatan dilakukan pada tahap kegiatan penentuan tapak, desain, pembuatan, konstruksi, pemasangan, komisioning, operasi atau penggunaan, perawatan, dekomisioning, dan/atau penetapan penghentian.

Kajian keselamatan meliputi analisis dan evaluasi terkait

- 1) batas dan kondisi operasi fasilitas;
- 2) perkiraan kegagalan struktur, sistem dan komponen, perangkat lunak dan prosedur keselamatan radiasi;
- 3) perkiraan peningkatan paparan akibat kegagalan;
- 4) kemungkinan faktor eksternal yang mempengaruhi keselamatan radiasi;
- 5) potensi kegagalan prosedur pengoperasian dan akibat kegagalan;
- 6) modifikasi terhadap keselamatan radiasi;

- 7) tindakan keamanan dan akibat modifikasi tindakan keamanan; dan
- 8) setiap ketidakpastian dan asumsi terhadap keselamatan radiasi.

Kajian keselamatan harus diajukan kepada Kepala Badan [pen.]¹¹ untuk memperoleh izin pemanfaatan sumber radiasi pengion, izin instalasi nuklir dan bahan nuklir, dan izin pertambangan bahan galian nuklir. Pemegang izin juga wajib melakukan kajian keselamatan jika pemegang izin akan melakukan kegiatan modifikasi atau perubahan terhadap

- 1) desain fasilitas atau peralatan terkait keselamatan pada kegiatan pemanfaatan sumber radiasi pengion;
- 2) struktur, sistem, dan komponen terkait keselamatan untuk instalasi nuklir; dan/atau
- 3) sarana, prasarana, instalasi atau fasilitas, dan peralatan di fasilitas pertambangan bahan galian nuklir.

6) Program Proteksi dan Keselamatan Radiasi

Pemegang izin wajib menyusun, melaksanakan, dan memutakhirkan program proteksi radiasi berdasarkan hasil kajian keselamatan. Program yang dimaksud meliputi uraian mengenai:

- 1) penyelenggara keselamatan radiasi,
- 2) pekerja pada instalasi/fasilitas dan kegiatan lainnya,
- 3) laporan kajian keselamatan,
- 4) penetapan pembatas dosis,
- 5) fasilitas dan sumber radiasi pengion yang digunakan,
- 6) penetapan pembagian daerah kerja,
- 7) perlengkapan proteksi radiasi pengion dan program kalibrasi alat ukur,
- 8) pemantauan paparan radiasi dan/atau kontaminasi radioaktif di daerah kerja,
- 9) pemantauan paparan publik,
- 10) pemantauan kesehatan pekerja radiasi,

¹¹ Kata *pen* disini merupakan singkatan dari 'penulis' dan merupakan penjelasan bahwa "Badan" yang dimaksud adalah 'Badan Pengawas Tenaga Nuklir'.

- 11) pemantauan dosis pekerja radiasi,
- 12) program pendidikan dan pelatihan,
- 13) program jaminan mutu keselamatan radiasi,
- 14) program kedaruratan nuklir/program kesiapsiagaan,
- 15) prosedur terkait, dan/atau
- 16) sistem perekaman dan pelaporan.

7) Persyaratan Keselamatan Radiasi dalam Instalasi/Fasilitas dan Kegiatan Lainnya

Pemegang izin wajib memenuhi persyaratan keselamatan radiasi dalam instalasi/fasilitas dan kegiatan lainnya dalam tahapan kegiatan penentuan tapak, desain, pembuatan, konstruksi, pemasangan, komisioning, operasi atau penggunaan, perawatan, dekomisioning, dan/atau penetapan penghentian. Persyaratan ini ditujukan untuk pencegahan dan mitigasi kecelakaan dan didasarkan atas prinsip kaidah rekayasa yang baik dan sistem pertahanan berlapis.

Dalam melaksanakan kegiatan perawatan, pemegang izin wajib melaksanakan dan memutakhirkan program perawatan terhadap

- 1) sumber radiasi pengion, fasilitas atau peralatan terkait keselamatan pada kegiatan pemanfaatan sumber radiasi pengion;
- 2) struktur, sistem, dan komponen yang penting untuk keselamatan untuk instalasi nuklir; serta
- 3) sarana, prasarana, instalasi/fasilitas, dan peralatan di fasilitas pertambangan bahan galian nuklir.

Dalam melaksanakan kegiatan dekomisioning, pemegang izin wajib menyusun, melaksanakan, dan memutakhirkan program dekomisioning yang meliputi informasi mengenai

- 1) uraian kondisi fasilitas terkini,
- 2) struktur organisasi dekomisioning,
- 3) rencana pelaksanaan dekomisioning,
- 4) kajian keselamatan,
- 5) pengelolaan dan pemantauan lingkungan,
- 6) proteksi radiasi dan keselamatan radiasi,

- 7) keamanan zat radioaktif,
- 8) penanganan limbah radioaktif,
- 9) survei radiologi akhir,
- 10) deskripsi wilayah tambang,
- 11) penutupan fasilitas penambangan dan/atau pengolahan bahan galian nuklir,
- 12) remediasi lingkungan hidup, dan/atau
- 13) pengelolaan dan pemulihan kondisi lingkungan hidup dan radiologis wilayah tambang.

b. Keselamatan Radiasi dalam Paparan Darurat

Keselamatan radiasi dalam paparan darurat meliputi kesiapsiagaan, penanggulangan kedaruratan, serta rehabilitasi dan rekonstruksi. Kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan dilaksanakan pada tingkat nasional, daerah, dan/atau instalasi/fasilitas, serta disesuaikan dengan jenis kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir dan kategori potensi bahaya radiologik.

1) Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan di Tingkat Nasional dan Tingkat Daerah

Kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan di tingkat nasional dan tingkat daerah dilakukan berdasarkan hasil kajian potensi bahaya nuklir dan melibatkan badan terkait dan bekerja sama dengan lembaga pemerintah nonkementerian yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang penanggulangan bencana di tingkat nasional dan/atau daerah. Kajian potensi bahaya nuklir ini juga dapat melibatkan pemangku kepentingan terkait.

Program kesiapsiagaan tingkat nasional kemudian disusun berdasarkan hasil kajian dan menjadi bagian dari rencana nasional penanggulangan bencana. Rencana nasional ini ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Di tingkat daerah, program kesiapsiagaan tingkat daerah disusun berdasarkan hasil kajian potensi bahaya nuklir di daerah tersebut. Penyusunan program kesiapsiagaan tingkat daerah ini dilaksanakan dalam hal di wilayahnya terdapat instalasi nuklir, berpotensi dilewati

oleh kendaraan yang mengangkut zat radioaktif, dan/atau berpotensi terdampak kedaruratan nuklir dari negara yang berbatasan dengan wilayah Indonesia. Seperti di tingkat nasional, program kesiagaan tingkat daerah merupakan bagian dari rencana penanggulangan kedaruratan bencana tingkat daerah.

2) Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan di Tingkat Instalasi/Fasilitas

Pemegang izin wajib menyusun, melaksanakan, dan memutakhirkan program kesiapsiagaan tingkat instalasi/fasilitas yang terdiri atas infrastruktur dan fungsi penanggulangan. Infrastruktur meliputi organisasi dan kewenangan, koordinasi, fasilitas dan peralatan, prosedur, serta pelatihan dan/atau gladi kedaruratan nuklir. Sementara itu, fungsi penanggulangan meliputi manajemen operasi tanggap darurat; identifikasi, pelaporan, dan pengaktifan; tindakan mitigasi; tindakan perlindungan; pemberian informasi, instruksi, dan peringatan kepada masyarakat; perlindungan untuk petugas penanggulangan, penanganan medis, komunikasi publik, pengelolaan limbah radioaktif; mitigasi konsekuensi nonradiologik; penghentian kedaruratan nuklir; serta analisis kedaruratan dan tanggap darurat.

Pemegang izin wajib melaksanakan kajian potensi bahaya radiologik terhadap instalasi/fasilitas dan kegiatan lainnya yang menjadi tanggung jawabnya. Kajian tersebut digunakan untuk menyusun dan menetapkan program kesiapsiagaan, dan mengembangkan strategi proteksi untuk melindungi anggota masyarakat dan petugas penanggulangan dari paparan darurat.

3) Pelindungan terhadap Anggota Masyarakat dan Petugas Penanggulangan

Pemegang izin wajib mengembangkan strategi proteksi untuk melindungi anggota masyarakat dari paparan darurat. Strategi proteksi meliputi memastikan penerimaan dosis masyarakat pada saat kedaruratan tidak melampaui kriteria dosis untuk masyarakat sebesar 50 mSv; menerapkan tindakan perlindungan dan/atau tindakan penanggulangan kedaruratan jika batas dosis pemicu kedaruratan

dilampaui dan menggunakan tingkat intervensi operasional untuk melaksanakan berbagai aspek tindakan penanggulangan kedaruratan.

Pemegang izin wajib mengembangkan strategi proteksi untuk melindungi petugas penanggulangan dari paparan darurat. Strategi proteksi ini dilakukan dengan memastikan petugas penanggulangan tidak menerima paparan darurat dengan dosis efektif melebihi 50 mSv kecuali dalam kondisi tertentu. Kondisi yang dimaksud meliputi

- 1) tindakan untuk menyelamatkan nyawa atau mencegah luka serius,
- 2) tindakan untuk mencegah efek deterministik parah dan mencegah dampak terhadap masyarakat dan lingkungan,
- 3) mencegah peningkatan kondisi katastrofik yang dapat berdampak pada masyarakat dan lingkungan,
- 4) tindakan untuk mencegah luka parah, dan
- 5) tindakan untuk mencegah dosis kolektif yang besar.

Pekerja radiasi yang ditunjuk sebagai petugas penanggulangan yang menerima dosis dari paparan darurat tetap diperbolehkan menerima paparan kerja. Jika pekerja radiasi tersebut menerima dosis melebihi 200 mSv dari paparan darurat, pemegang izin wajib menyediakan pemantauan kesehatan sebelum yang bersangkutan menerima dosis dari paparan kerja.

4) Rehabilitasi dan Rekonstruksi

Pemegang izin menyatakan paparan darurat berakhir jika dosis efektif tahunan kurang dari 20 mSv dan wajib melakukan rehabilitasi dan rekonstruksi setelah pernyataan tersebut. Tindakan selanjutnya adalah mengalihkan paparan darurat menjadi paparan existing jika dosis efektif tahunan kurang dari 20 mSv atau menjadi paparan terencana jika dosis efektif tahunan kurang dari 1 mSv.

c. Keselamatan Radiasi dalam Paparan *Existing*

Keselamatan radiasi dalam paparan *existing* diberlakukan untuk

- 1) daerah terkontaminasi zat radioaktif yang berasal dari kegiatan masa lalu,

- 2) daerah terkontaminasi zat radioaktif yang berasal dari kecelakaan nuklir dan/atau kecelakaan radiasi, sesudah kecelakaan dinyatakan berakhir,
- 3) paparan dari komoditas yang terkontaminasi zat radioaktif yang berasal dari kegiatan masa lalu dan dari kecelakaan nuklir dan/atau kecelakaan radiasi, dan
- 4) paparan yang disebabkan oleh radiasi alam.

Badan akan melakukan identifikasi mengenai pemilik sumber radiasi pengan penyebab dan penanggung jawab lokasi kontaminasi, dan melakukan penanganan jika pemilik tidak diketahui. Di lain pihak, jika pemiliknya diketahui maka pemilik tersebut wajib melakukan penanganan terhadap daerah yang terkontaminasi.

Setiap orang yang melakukan tindakan penanganan wajib menyampaikan rencana tindakan tersebut kepada Kepala Badan. Rencana tindakan perlu dilengkapi dengan kajian keselamatan, dan Badan melakukan pengawasan terhadap pelaksanaan tindakan penanganan tersebut.

Untuk paparan existing dari komoditas yang terkontaminasi zat radioaktif, konsentrasi radionuklida dari komoditas tidak boleh melebihi nilai batas konsentrasi radionuklida di dalam komoditas. Nilai batas tersebut ditetapkan oleh kementerian atau lembaga yang menangani komoditas terkait, tetapi harus mengacu pada tingkat panduan yang ditetapkan oleh Badan.

Paparan existing yang berupa paparan dari radiasi alam dapat berupa paparan radon dan paparan radiasi kosmis. Pengendalian paparan radon dilakukan dengan penerapan tingkat panduan radon sebesar 300 Bq/m^3 dalam rumah atau bangunan dengan tingkat okupansi yang tinggi, dan pengurangan konsentrasi aktivitas radon serendah mungkin yang dapat dicapai. Sementara itu, untuk paparan radiasi kosmis Badan menetapkan tingkat panduan dan metodologi penilaian dosis yang diterima oleh awak pesawat.

d. Sanksi Administratif

Kepala Badan menjatuhkan sanksi administratif berupa peringatan tertulis, pembekuan izin, atau pencabutan izin kepada pemegang izin yang melanggar ketentuan persyaratan keselamatan radiasi. Sanksi administratif peringatan tertulis dijatuhkan setelah diberikan sebanyak tiga kali—yang jika tidak ditindaklanjuti akan dilakukan pembekuan izin—dan terakhir pencabutan izin diberikan jika pembekuan izin juga tidak ditindaklanjuti.

2. Ketentuan Keamanan Zat Radioaktif

Ketentuan keamanan zat radioaktif berlaku untuk zat radioaktif selain bahan nuklir dan limbah radioaktif. Tujuan keamanan zat radioaktif adalah untuk mencegah sabotase, akses tidak sah, perusakan, kehilangan, pencurian, dan/atau pemindahan tidak sah zat radioaktif. Ketentuan keamanan zat radioaktif meliputi persyaratan keamanan zat radioaktif, pengamanan zat radioaktif yang berada di luar pengawasan, dan sanksi administratif.

a. Persyaratan Keamanan Zat Radioaktif

Persyaratan Keamanan zat radioaktif meliputi kategorisasi zat radioaktif, tingkat keamanan zat radioaktif, program keamanan zat radioaktif, dan tindakan keamanan zat radioaktif.

b. Kategorisasi Zat Radioaktif

Kategorisasi zat radioaktif meliputi zat radioaktif kategori 1 hingga kategori 5, dan ditetapkan berdasarkan jenis kegiatan atau rasio aktivitas. Zat radioaktif ini berupa sumber radioaktif, zat radioaktif terbuka, atau limbah radioaktif.

c. Tingkat Keamanan Zat Radioaktif

Tingkat keamanan zat radioaktif meliputi tingkat keamanan A, tingkat keamanan B, dan tingkat keamanan C. Tingkat keamanan ini dilaksanakan sesuai dengan kategorisasi zat radioaktif. Tabel 6.2 memperlihatkan kategori zat radioaktif dan tingkat keamanan

zat radioaktif untuk kegiatan ekspor, impor, penggunaan, produksi radioisotop dan pengelolaan limbah radioaktif.¹²

Tabel 6.2 Kategori Sumber Radioaktif dan Tingkat Keamanan Sumber Radioaktif untuk Kegiatan Ekspor, Impor, Penggunaan, Produksi radioisotop, dan Pengelolaan Limbah Radioaktif

Kategori Sumber Radioaktif	Rasio A/D (Aktivitas/ Nilai D)	Tingkat Keamanan	Kegiatan
1	$A/D \geq 1000$	Tingkat Keamanan A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ekspor dan Impor <ol style="list-style-type: none"> a. Sumber radioaktif untuk iradiator b. Sumber radioaktif untuk radioterapi jenis terapi eksternal 2. Penggunaan <ol style="list-style-type: none"> a. Iradiator b. Radioterapi jenis terapi eksternal 3. Produksi Radioisotop 4. Pengelolaan Limbah Radioaktif
2	$1000 > A/D \geq 10$	Tingkat Keamanan B	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ekspor dan Impor <ol style="list-style-type: none"> a. Sumber radioaktif untuk radiografi industri b. Sumber radioaktif untuk radioterapi jenis brakiterapi 2. Penggunaan <ol style="list-style-type: none"> a. Radiografi industri b. Radioterapi jenis brakiterapi 3. Penyimpanan* Sumber radioaktif untuk <i>well logging</i>, dan <i>gauging</i> industri dengan sumber radioaktif aktivitas tinggi dengan jumlah paling kurang 10 zat radioaktif.

¹² Tabel 6.2 masih menggunakan istilah "kategori sumber radioaktif" dan "tingkat keamanan sumber radioaktif" karena Perka BAPETEN No. 6 Tahun 2015 yang memuat tabel tersebut masih didasarkan atas PP No. 33 Tahun 2007.

Kategori Sumber Radioaktif	Rasio A/D (Aktivitas/ Nilai D)	Tingkat Keamanan	Kegiatan
3	$10 > A/D \geq 1$	Tingkat Keamanan C	Penggunaan: <i>Gauging</i> industri dengan sumber radioaktif aktivitas tinggi (Cs-137, Co-60, dan Am-241 Be dengan rentang aktivitas antara 0,4 MBq–40 GBq <i>Well logging</i> Fotofluorografi
4	$1 > A/D \geq 0,01$	Cukup Memenuhi Persyaratan Keselamatan Sumber Radioaktif	Penggunaan: <i>Gauging</i> industri dengan sumber radioaktif aktivitas rendah (Pm-147, Tl-204, Kr-85, Sr-90, AM-241, Fe-55, Cd-109, Ni-63, dengan rentang aktivitas antara 0,4 MBq – 40 GBq)
5	$0,01 > A/D$ dan $A >$ tingkat pengecualian	Cukup memenuhi persyaratan keselamatan sumber radioaktif	Penggunaan: Sumber radioaktif untuk tujuan pendidikan, penelitian dan pengembangan. <i>Check sources.</i> Sumber radioaktif untuk kalibrasi. Sumber radioaktif untuk standarisasi.

Catatan: * Penyimpanan: merupakan bagian dari kegiatan penggunaan *well logging* dan *gauging* industri dengan zat radioaktif aktivitas tinggi.

Sumber: Perka BAPETEN No. 6 (2015)

d. Program Keamanan Zat Radioaktif

Program keamanan zat radioaktif meliputi uraian mengenai informasi zat radioaktif dan lingkungan sekitar, kondisi keamanan khusus yang perlu diperhatikan, sistem keamanan yang digunakan dan tujuan penggunaannya, prosedur keamanan, aspek administrasi, dan tindakan respons termasuk kerja sama dengan instansi terkait di lokasi dan tindakan penemuan kembali zat radioaktif.

Untuk menyusun program keamanan zat radioaktif, pemegang izin wajib melakukan kajian keamanan zat radioaktif yang dilaksanakan

melalui analisis tingkat ancaman keamanan dan analisis kerentanan keamanan terhadap instalasi/fasilitas dan kegiatan lainnya. Kajian keamanan dibuat berdasarkan ancaman dasar desain nasional, yang penetapannya dilakukan oleh Badan melalui koordinasi dengan beberapa instansi nasional yang berwenang.

Dalam kajian keamanan ini juga wajib dilakukan verifikasi atas program keamanan zat radioaktif dan dilakukan untuk memastikan penerapan program keamanan zat radioaktif, mengevaluasi pelaksanaan program keamanan zat radioaktif, dan melakukan tindakan korektif yang diperlukan. Verifikasi keamanan wajib dilaporkan kepada Kepala Badan paling sedikit satu kali dalam satu tahun dalam bentuk laporan verifikasi keamanan zat radioaktif. Laporan verifikasi paling sedikit memuat

- 1) inventarisasi data dan lokasi zat radioaktif,
- 2) data petugas keamanan zat radioaktif,
- 3) pelaksanaan pelatihan petugas keamanan zat radioaktif,
- 4) hasil pelaksanaan gladi keamanan zat radioaktif,
- 5) kondisi keandalan peralatan keamanan zat radioaktif,
- 6) hasil penilaian deteksi,
- 7) hasil pemeriksaan keterpercayaan (*trustworthiness*),
- 8) pemeliharaan peralatan keamanan zat radioaktif, dan
- 9) insiden dan tindakan penanggulangan kejadian keamanan zat radioaktif yang dilakukan.

Pelaksanaan program keamanan wajib disimpan sebagai rekaman pelaksanaan dan terdiri atas pembagian tanggung jawab terkait pelaksanaan keamanan zat radioaktif, pelatihan yang diikuti oleh petugas keamanan zat radioaktif di instalasi/fasilitas dan kegiatan lainnya, inventarisasi data sumber radiasi pengion dan lokasi setiap sumber radiasi pengion, hasil pemeliharaan fasilitas dan/atau peralatan keamanan zat radioaktif, pelaksanaan prosedur operasional keamanan zat radioaktif, serta insiden dan tindakan penanggulangan kejadian keamanan zat radioaktif yang dilakukan. Tabel 6.3 memperlihatkan datar isi program keamanan sumber radioaktif yang diminta oleh BAPETEN.

Tabel 6.3 Program Keamanan Sumber Radioaktif

BAB I	PENDAHULUAN
	I.1. Latar Belakang
	I.2. Tujuan
	I.3. Ruang Lingkup
BAB II	DESKRIPSI SUMBER RADIOAKTIF, FASILITAS, PERALATAN DAN LINGKUNGAN SEKITARNYA
	II.1. Deskripsi Sumber Radioaktif
	II.2. Desain dan Denah Fasilitas
	II.3. Data Peralatan Keamanan Sumber Radioaktif
	II.4. Deskripsi Lingkungan Sekitar
BAB III	ORGANISASI KEAMANAN SUMBER RADIOAKTIF
	III.1. Struktur Organisasi
	III.2. Tanggung Jawab Pemegang izin
	III.3. Tanggung Jawab Petugas Keamanan Sumber Radioaktif
BAB IV	PROSEDUR OPERASIONAL KEAMANAN SUMBER RADIOAKTIF DALAM PENGGUNAAN, EKSPOR, IMPOR DAN PENGANGKUTAN SUMBER RADIOAKTIF
	IV.1. Prosedur Penggunaan
	IV.2. Prosedur Ekspor (untuk eksportir)
	IV.3. Prosedur Impor (untuk importir)
	IV.4. Rencana Keamanan untuk Kegiatan Pengangkutan Sumber radioaktif (jika ada kegiatan pengangkutan zat radioaktif)
BAB V	PELATIHAN
BAB VI	INVENTARISASI DAN REKAMAN HASIL INVENTARISASI
Bab VII	PENANGGULANGAN KEADAAN DARURAT KEAMANAN ZAT RADIOAKTIF
	VII.1. Prosedur Penanggulangan Keadaan Darurat Keamanan Zat radioaktif
	VII.2. Prosedur Penanggulangan Keadaan Darurat Keamanan untuk Kegiatan Pengangkutan Zat radioaktif
BAB VIII	PELAPORAN

Sumber: Perka BAPETEN No. 6 (2015)

e. Tindakan Keamanan Zat Radioaktif

Tindakan keamanan zat radioaktif harus memenuhi fungsi pencegahan, deteksi, penundaan, dan respons. Penerapan tindakan keamanan disesuaikan dengan tingkat keamanan zat radioaktif.

1) Pengamanan Zat Radioaktif yang Berada di Luar Pengawasan
Zat radioaktif yang tidak diketahui pemilik atau pemegang izinnya diamankan oleh Badan dengan investigasi mengenai kepemilikan atau perizinannya, dan dilakukan dengan berkoordinasi dengan instansi berwenang lainnya. Jika pemilik atau pemegang izin berhasil diketahui, keduanya melakukan penanganan pengamanan zat radioaktif.

Jika pemilik atau pemegang izin tetap tidak diketahui, penanganan pengamanan dilakukan oleh Badan dengan berkoordinasi dengan instansi yang berwenang untuk pelaksanaan pengamanan zat radioaktif. Biaya penanganan zat radioaktif yang tidak diketahui pemilik atau pemegang izin dibebankan pada anggaran Badan.

Untuk zat radioaktif yang dimiliki secara tidak sah yang berada di kawasan pabean harus disimpan di tempat penyimpanan sementara. Zat radioaktif tersebut kemudian ditetapkan Badan sebagai limbah radioaktif.

2) Sanksi Administratif

Sanksi administratif kepada pemegang izin yang melanggar ketentuan keamanan zat radioaktif sama seperti sanksi administratif kepada pemegang izin yang melanggar ketentuan persyaratan keselamatan radiasi, yaitu berupa peringatan tertulis, pembekuan izin, atau pencabutan izin.

3. Ketentuan Manajemen Keselamatan Radiasi dan Keamanan Zat Radioaktif

Manajemen keselamatan radiasi dan keamanan zat radioaktif bertujuan untuk mengatur manajemen yang berhubungan langsung maupun tidak langsung dengan keselamatan radiasi dan keamanan zat radioaktif. Ketentuan manajemen ini meliputi tanggung jawab pemegang izin, sumber daya manusia, dan sistem manajemen.

a. Tanggung Jawab Pemegang Izin

Tanggung jawab terhadap pelaksanaan keselamatan radiasi dan keamanan zat radioaktif berada pada pemegang izin, sementara beberapa pihak lain dapat memiliki tanggung jawab tertentu

sesuai dengan tugas dan peran masing-masing dalam pelaksanaan keselamatan radiasi dan keamanan zat radioaktif. Dalam melaksanakan tanggung jawab keselamatan radiasi dan keamanan zat radioaktif, pemegang izin wajib melakukan upaya untuk

- 1) mewujudkan tujuan keselamatan radiasi dan keamanan zat radioaktif;
- 2) menjamin perlindungan pekerja radiasi melalui penerapan keselamatan dan kesehatan kerja;
- 3) menyusun, mengembangkan, melaksanakan, mendokumentasikan, dan meninjau ulang program proteksi radiasi;
- 4) membentuk dan menetapkan penyelenggara keselamatan radiasi di dalam instalasi/fasilitas;
- 5) menetapkan tindakan dan menyediakan sumber daya yang memadai untuk mencapai tujuan sebagaimana dimaksud pada huruf a;
- 6) mengidentifikasi, mencegah, dan memperbaiki setiap kegagalan dan kekurangan dalam pelaksanaan program proteksi dan keselamatan radiasi;
- 7) membuat, memelihara, dan memutakhirkan dokumen prosedur dan rekaman terkait dengan proteksi radiasi dan keselamatan radiasi;
- 8) menetapkan sistem manajemen;
- 9) menyusun, mengembangkan, melaksanakan, mendokumentasikan, dan meninjau ulang program kesiapsiagaan nuklir;
- 10) menerapkan tindakan keamanan terhadap zat radioaktif beserta sarannya;
- 11) menyusun, mengembangkan, melaksanakan, mendokumentasikan, dan meninjau ulang program keamanan zat radioaktif;
- 12) mendokumentasikan tindakan keamanan zat radioaktif;
- 13) melakukan penanganan kejadian keamanan zat radioaktif; dan
- 14) mengidentifikasi informasi yang sensitif dan menjaga keamanan informasi.

b. Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia harus memiliki kualifikasi dan kompetensi sesuai dengan jenis pemanfaatan tenaga nuklir dan meliputi

- 1) petugas pada fasilitas radiasi dan/atau kegiatan yang memanfaatkan sumber radiasi pengion;
- 2) petugas pada instalasi nuklir dan bahan nuklir;
- 3) petugas pada kegiatan pertambangan bahan galian nuklir;
- 4) tenaga ahli; dan
- 5) pekerja radiasi lainnya.

Petugas yang dimaksud pada nomor 1), 2), dan 3) wajib mendapatkan izin bekerja dari Badan.

Tenaga ahli pada kategori 4) harus memiliki kualifikasi dan kompetensi di bidang proteksi radiasi, medis, industri, dan/atau lingkungan. Sementara itu, pelatihan keselamatan radiasi dan/atau keamanan zat radioaktif wajib diberikan kepada petugas kategori 1), 2), 3) dan 5) untuk pemenuhan kualifikasi dan kompetensi.

c. Sistem manajemen

Sistem manajemen mencakup

- 1) kebijakan dan perencanaan;
- 2) manajemen sumber daya;
- 3) tanggung jawab manajemen;
- 4) pelaksanaan proses;
- 5) pengukuran efektivitas, penilaian, dan peluang perbaikan;
- 6) penerapan, pendekatan bertingkat persyaratan manajemen;
- 7) dokumentasi sistem manajemen; dan
- 8) budaya keselamatan dan/atau budaya keamanan.

Penerapan sistem manajemen wajib dikaji ulang paling sedikit satu kali dalam setahun.

d. Kebijakan dan perencanaan

Dalam hal kebijakan, pemegang izin wajib menetapkan kebijakan untuk keselamatan radiasi dan/atau keamanan zat radioaktif.

Kebijakan memuat

- 1) visi, misi, dan kebijakan sistem manajemen;
- 2) kebijakan terhadap keselamatan sebagai prioritas utama;
- 3) identifikasi interaksi antara manusia, teknologi, dan organisasi;
- 4) perilaku personel yang diharapkan dalam pelaksanaan budaya keselamatan dan/atau budaya keamanan; dan
- 5) akuntabilitas keselamatan.

Sementara itu, perencanaan dilakukan dengan menetapkan tujuan, strategi, dan sasaran organisasi secara terpadu dan sesuai dengan kebijakan keselamatan. Sasaran organisasi ditetapkan secara terukur sesuai dengan tujuan dan strategi organisasi.

e. Manajemen Sumber Daya

Manajemen sumber daya dilakukan dengan menentukan dan menyediakan sumber daya yang memadai untuk melaksanakan kegiatan organisasi sesuai dengan tujuan keselamatan dan/atau keamanan. Sumber daya meliputi

- 1) sumber daya manusia;
- 2) sarana, prasarana, dan lingkungan kerja;
- 3) informasi dan pengetahuan; dan
- 4) pendanaan.

f. Tanggung Jawab Manajemen

Tanggung jawab manajemen dilakukan oleh pemegang izin dengan melakukan

- 1) penetapan, penerapan yang berkelanjutan, pertahanan, dan perbaikan sistem manajemen secara berkesinambungan untuk menjamin keselamatan;
- 2) pelaksanaan kegiatan sesuai dengan perencanaan;
- 3) pelaksanaan inspeksi, prosedur, atau ketentuan yang ditetapkan;
- 4) memastikan kegiatan manufaktur atau layanan yang dilakukan oleh kontraktor, subkontraktor, dan/atau pihak ketiga sesuai dengan kontrak;

- 5) memastikan validitas data dan informasi yang digunakan dalam penyusunan dokumen, khususnya termasuk yang berasal dari kontraktor, sub kontraktor, dan/atau pihak ketiga;
- 6) audit internal dan eksternal terhadap pelaksanaan sistem manajemen;
- 7) pelaksanaan surveilan terhadap pemenuhan ketentuan keselamatan yang dilaksanakan oleh kontraktor, subkontraktor, dan/atau pihak ketiga;
- 8) manajemen proyek termasuk penentuan titik tunda selama pelaksanaan konstruksi;
- 9) pengawasan terhadap perubahan desain, ketidakpatuhan, dan insiden;
- 10) pelaksanaan uji fungsi dan akuntabilitasnya terhadap sistem manajemen serta waktu, cara keputusan, dan personel yang mengambil keputusan dalam sistem manajemen.

g. Pelaksanaan Proses

Pelaksanaan proses harus dipastikan terhadap sistem manajemen umum dan pengembangan proses diidentifikasi dan ditetapkan dalam sistem manajemen.

h. Pengukuran Efektivitas, Penilaian dan Peluang Perbaikan

Pengukuran efektivitas, penilaian, dan peluang perbaikan wajib dilakukan terhadap penerapan sistem manajemen paling sedikit sekali dalam setahun.

i. Penerapan Pendekatan Bertingkat Persyaratan Manajemen

Pendekatan bertingkat persyaratan sistem manajemen wajib diterapkan untuk setiap sumber daya, produk, dan/atau proses dalam organisasi. Pendekatan bertingkat dilakukan dengan mempertimbangkan hal-hal berikut;

- 1) signifikansi keselamatan radiasi dan/ atau keamanan zat radioaktif dan kompleksitas organisasi, pengoperasian instalasi/fasilitas, atau pelaksanaan kegiatan;

- 2) potensi bahaya dan besar dampak yang terkait dengan aspek keselamatan, keamanan, kesehatan, lingkungan, mutu, dan ekonomi dari setiap instalasi/ fasilitas atau pelaksanaan kegiatan; dan
- 3) konsekuensi keselamatan radiasi dan/atau keamanan zat radioaktif yang dapat terjadi jika terdapat kegagalan, kejadian yang tidak diantisipasi, kegiatan yang tidak direncanakan secara memadai, atau kegiatan yang dilakukan dengan tidak semestinya.

j. Dokumentasi Sistem Manajemen

Dokumentasi sistem manajemen wajib dilaksanakan bagi seluruh pelaksanaan kegiatan yang penting untuk keselamatan. Dokumentasi ini dilakukan secara sistematis dan mencerminkan ciri dan kegiatan organisasi serta kerumitan dan interaksi proses.

k. Budaya Keselamatan dan/atau Budaya Keamanan

Budaya keselamatan dan/atau budaya keamanan wajib dibangun pada seluruh kegiatan organisasi. Budaya keselamatan diwujudkan dengan menerapkan sikap, tindakan, atau perilaku individu dalam organisasi yang mengutamakan pentingnya keselamatan, sedangkan budaya keamanan diwujudkan dengan membangun karakteristik, sikap serta kebiasaan organisasi dan individu untuk mendukung dan meningkatkan budaya keamanan.

l. Sanksi Administratif

Sanksi administratif kepada pemegang izin yang melanggar ketentuan manajemen keselamatan radiasi dan keamanan zat radioaktif sama seperti sanksi administratif kepada pemegang izin yang melanggar ketentuan persyaratan yang lain, yaitu berupa peringatan tertulis, pembekuan izin atau pencabutan izin.

4. Ketentuan Inspeksi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir

Inspeksi dalam pemanfaatan tenaga nuklir bertujuan untuk memastikan kepatuhan terhadap pelaksanaan keselamatan radiasi, keamanan zat radioaktif, serta manajemen keselamatan radiasi dan

keamanan zat radioaktif, dan dilaksanakan melalui audit dokumen dan verifikasi lapangan. Inspeksi terdiri atas

- 1) inspeksi selama proses penilaian persyaratan izin,
- 2) inspeksi selama masa berlaku izin,
- 3) inspeksi sebelum penetapan penghentian kegiatan diterbitkan oleh Kepala Badan,
- 4) inspeksi sebelum pernyataan pembebasan diterbitkan oleh Kepala Badan,
- 5) inspeksi karena adanya indikasi persyaratan keselamatan radiasi dan/ atau keamanan zat radioaktif,
- 6) inspeksi karena adanya informasi dugaan pelanggaran,
- 7) inspeksi terhadap pemanfaatan tenaga nuklir dalam proses penegakan hukum, dan/ atau
- 8) inspeksi karena adanya kegiatan pengangkutan zat radioaktif.

Inspeksi dilaksanakan secara berkala atau sewaktu-waktu berdasarkan pemberitahuan atau tanpa pemberitahuan, dan dilaksanakan oleh inspektur keselamatan nuklir. Inspektur keselamatan nuklir memiliki kewenangan untuk

- 1) melakukan inspeksi selama proses perizinan, selama masa izin, setelah penetapan penghentian, dan setelah penerbitan pernyataan pembebasan;
- 2) memasuki dan memeriksa setiap instalasi/fasilitas, instansi, atau lokasi pemanfaatan tenaga nuklir;
- 3) melakukan pemantauan radiasi di dalam dan di luar instalasi/fasilitas;
- 4) melakukan inspeksi dengan atau tanpa pemberitahuan;
- 5) meminta keterangan pemegang izin, pekerja radiasi dan pihak lain yang terkait,
- 6) melakukan koordinasi dengan pihak lain terkait dengan pelaksanaan tugas inspeksi;
- 7) menghentikan secara langsung kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir jika tidak memiliki izin pemanfaatan dari Kepala Badan dan

- 8) menghentikan kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir jika terjadi situasi yang membahayakan terhadap keselamatan pekerja, anggota masyarakat, dan lingkungan hidup, atau keamanan zat radioaktif.

B. Analisis

Penjelasan atas PP No. 45 Tahun 2023 menyatakan bahwa perkembangan ilmu pengetahuan, standar internasional, dan meluasnya penerapan teknologi ketenaganukliran menjadi dasar untuk dilakukannya pencabutan PP No. 33 Tahun 2007 dan digantikan oleh PP No. 45 Tahun 2023 ini. Penggantian ini sudah tepat dan masih dalam koridor waktu yang dapat diterima.

Sebagai latar belakang, disebutkan bahwa PP No.33 Tahun 2007 didasarkan atau "diharmonisasikan" sesuai dengan istilah yang digunakan dalam penjelasan atas PP No.33 Tahun 2007, pada publikasi *Safety Series No.115*, (IAEA, 1996). Sementara itu, publikasi tersebut sudah direvisi dan diganti dengan publikasi *IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3* yang terbit tahun 2014. Jika hanya melihat jangka waktu selama 16 tahun (dari tahun 2007–2023), penggantian PP ini memang terasa lama. Namun, jika melihat dari penerbitan standar IAEA tahun 2014 hingga penerbitan PP pengganti tahun 2023, koridor waktu pengantiannya masih dapat dikatakan cukup cepat. Namun demikian, ada beberapa kandungan PP No. 45 Tahun 2023 yang dapat dianalisis sebagai berikut.

1. Definisi "Keselamatan Radiasi" dan "Proteksi Radiasi"

Dalam PP No. 45 (2023) ini keselamatan radiasi didefinisikan atau dimaksudkan dengan kondisi ketika manusia dan lingkungan hidup terlindungi dari efek radiasi pengion yang berbahaya melalui tindakan proteksi radiasi, sedangkan proteksi radiasi adalah tindakan yang dilakukan untuk melindungi manusia dan lingkungan hidup dari akibat paparan radiasi pengion.

Berdasarkan IAEA (2022a), dalam keselamatan radiasi perhatian utamanya adalah memelihara pengendalian atas sumber radiasi,

sementara proteksi radiasi terutama terkait dengan pengendalian paparan radiasi dan efeknya. Dengan definisi ini, baik keselamatan radiasi maupun proteksi radiasi dapat merupakan suatu 'tindakan', dan bukan suatu 'kondisi' dan 'tindakan' seperti yang dinyatakan dalam definisi yang diberikan di PP ini.

Pemilihan kata *melindungi manusia dan lingkungan hidup dari akibat radiasi pengion* pada definisi proteksi radiasi juga kurang tepat karena akibat radiasi pengion bisa membahayakan, tetapi juga bisa memberikan manfaat. Akibat pemakaian radiasi pengion yang memberikan manfaat misalnya pada radioterapi, yaitu pemakaian radiasi pengion bisa membunuh sel kanker pada pasien. Selain itu, pada hidrologi, pemakaian radiasi pengion di suatu bendungan dapat memperkirakan titik bocor dari bendungan tersebut. Pemilihan kata *terlindungi dari efek radiasi pengion yang berbahaya* pada definisi keselamatan radiasi adalah yang lebih tepat, dan mestinya dapat digunakan pula sebagai anak kalimat pada definisi proteksi radiasi ini.

2. Definisi "Pemegang Izin"

Pemegang izin didefinisikan sebagai badan usaha yang memiliki perizinan berusaha sektor ketenaganukliran atau badan hukum publik yang memiliki izin dari Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). Definisi ini mirip dengan definisi yang diberikan pada PP No. 33 Tahun 2007 yang telah dicabut kecuali adanya penambahan frasa *yang memiliki perizinan berusaha sektor ketenaganukliran atau badan hukum publik*.

Pada saat ini, perizinan berusaha secara komprehensif diberikan pada Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja Menjadi Undang-Undang, yang aturan selanjutnya diberikan oleh PP Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko. Menurut Pasal 6 ayat (2) PP Nomor 5 Tahun 2021, "Ketenaganukliran merupakan salah satu sektor dalam penyelenggaraan perizinan berusaha berbasis risiko". Baik UU Nomor 6 Tahun 2023 maupun pada PP Nomor 5 Tahun 2021

ini mendefinisikan pelaku usaha sebagai orang perseorangan atau badan usaha yang melakukan usaha dan/atau kegiatan pada bidang tertentu.

Dari uraian tersebut tampak bahwa definisi "Pemegang Izin" pada PP Nomor 45 Tahun 2022 kurang sesuai dengan definisi "pelaku usaha" pada UU Nomor 6 Tahun 2023 dan PP Nomor 5 Tahun 2021. Agar harmonis, istilah "pemegang izin" pada PP Nomor 45 Tahun 2023 sebaiknya adalah "pelaku usaha di sektor ketenaganukliran", dan definisinya menjadi 'pelaku usaha di sektor ketenaganukliran yang selanjutnya disebut pelaku usaha adalah orang perseorangan atau badan usaha yang melakukan usaha dan/atau kegiatan pada bidang ketenaganukliran yang memiliki izin dari Badan Pengawas Tenaga Nuklir'.

Namun demikian, pemanfaatan tenaga nuklir dilakukan pula oleh pelaku nonusaha, seperti instansi pemerintah atau perguruan tinggi. Mengingat hal ini, sebaiknya diberikan pula definisi mengenai "Pelaku Nonusaha di sektor ketenaganukliran" di PP Nomor 45 Tahun 2023 tersebut.

3. Definisi "Pekerja Radiasi"

Pekerja radiasi didefinisikan sebagai setiap orang yang bekerja dengan sumber radiasi pengion dan diperkirakan dapat menerima dosis tahunan melebihi nilai batas dosis untuk anggota masyarakat serta menerima upah atau imbalan dalam bentuk lain. Adapun IAEA (2022a) mendefinisikan pekerja radiasi sebagai setiap orang yang bekerja baik secara penuh, paruh waktu, atau sementara, untuk seorang pengusaha dan telah memahami hak dan kewajibannya terkait dengan proteksi radiasi kerja.

4. Definisi "Pembatas Dosis"

Pembatas dosis didefinisikan sebagai nilai dosis radiasi yang digunakan sebagai panduan untuk melakukan optimisasi proteksi radiasi dan keselamatan radiasi dalam paparan terencana. Istilah "pembatas dosis" merupakan terjemahan dari *dose constraint*, yang oleh IAEA (2022a) didefinisikan sebagai 'nilai dosis individu yang prospektif dan terkait

sumber yang digunakan dalam situasi paparan terencana sebagai parameter untuk optimisasi proteksi dan keselamatan untuk sumber serta berfungsi sebagai batas dalam menentukan rentang pilihan dalam optimisasi'.

Dibandingkan dengan definisi yang diberikan IAEA, definisi PP No. 45 (2023) tidak menyertakan kata *individu* pada kata *nilai dosis radiasi*. Hal ini sangat penting dan cukup fatal karena bisa saja ditafsirkan sebagai 'nilai dosis radiasi daerah kerja', atau 'nilai dosis radiasi lingkungan'.

Selain itu, pemakaian kata *pembatas* juga rancu dan dapat dimaknai sebagai 'nilai batas'. Karena itu, perlu dicari kata atau istilah lain yang menegaskan fungsi *dose constraint* untuk mencegah agar nilai batas dosis tidak dicapai. Istilah yang dapat diusulkan adalah "penghambat dosis" karena upaya pencegahan tersebut dicapai dengan cara menghambatnya.

Menurut Pasal 10 ayat (2), "Pembatas dosis wajib ditetapkan oleh Pemegang Izin". Namun, cara Pemegang Izin melakukannya tidak jelas karena tidak ada pernyataan—misalnya—bahwa badan pengawas akan memberikan panduan mengenai hal tersebut.

5. Istilah "Radiologik"

Istilah "radiologik" banyak digunakan pada PP Nomor 45 Tahun 2023 ini, seperti "kesiapsiagaan nuklir dan radiologik", "penanggulangan kedaruratan nuklir dan radiologik", "kondisi radiologik", "tinjauan radiologik", "peralatan radiologik", "prosedur radiologik", dan 'bahaya radiologik'. Apa sebenarnya yang dimaksud dengan kata *radiologik* tersebut, apakah sama dengan kata *radiasi*? Kalau artinya sama dengan radiasi, mengapa tidak digunakan kata radiasi itu saja? Kata *radiologik* dengan demikian mestinya dapat dijelaskan untuk menghindari terjadinya salah pengertian dan salah penafsiran.

6. Istilah "Pendekatan Bertingkat"

Menurut Pasal 6 ayat (3), "Keselamatan radiasi diberlakukan dengan menerapkan pendekatan bertingkat". Pada penjelasan untuk Pasal 6 ayat (3) ini disebutkan perihal 'pendekatan bertingkat', yakni bahwa

dalam menerapkan persyaratan keselamatan radiasi dan keamanan zat radioaktif disesuaikan dengan karakteristik dan sumber radiasi yang digunakan.

Dari penjelasan tersebut muncul pertanyaan apa yang dimaksud dengan "karakteristik"? Dari penjelasan umum patut diduga bahwa karakteristik yang dimaksud adalah 'karakteristik pemanfaatan tenaga nuklir'. Namun, apa itu "karakteristik pemanfaatan tenaga nuklir"? Pada Pasal 1 dapat dijumpai definisi "pemanfaatan", tetapi karakteristiknya tidak jelas dan tidak didefinisikan.

Pasal 129 juga menyinggung kewajiban pemegang izin untuk menerapkan pendekatan bertingkat persyaratan sistem manajemen untuk setiap sumber daya, produk, dan/atau proses dalam organisasi. Pendekatan bertingkat tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan signifikansi keselamatan radiasi dan/atau keamanan zat radioaktif dan kompleksitas organisasi dan pelaksanaan kegiatan, potensi bahaya dan besar dampak yang terkait, dan konsekuensi keselamatan radiasi dan/atau keamanan zat radioaktif yang dapat terjadi.

Walaupun demikian, pertanyaan mendasar mengenai apa itu 'pendekatan bertingkat' tetap masih belum terjawab. Jika terlalu teknis dan kemudian menjadi ranah peraturan pelaksana di bawah PP untuk menguraikannya, sebaiknya diberikan pasal tambahan bahwa ketentuan lebih lanjut mengenai pendekatan bertingkat diatur dengan Peraturan Badan.

7. Istilah "Kecelakaan Nuklir dan/atau Kecelakaan Radiasi"

Pasal 85 huruf b. berbunyi "Daerah terkontaminasi zat radioaktif yang berasal dari kecelakaan nuklir dan/atau kecelakaan radiasi, sesudah kecelakaan dinyatakan berakhir" tanpa ada definisi mengenai pengertian kedua kata *kecelakaan nuklir* dan *kecelakaan radiasi* di ketentuan umum Pasal 1. Penjelasan umum atas PP untuk Pasal 85 tersebut hanya menjelaskan maksud "daerah terkontaminasi zat radioaktif yang berasal dari kecelakaan radiasi", tanpa ada penjelasan lebih lanjut mengenai apa itu "kecelakaan radiasi". Pada penjelasan umum ini juga tidak dijelaskan mengenai apa itu "kecelakaan nuklir".

8. Penanganan Daerah Terkontaminasi

Pasal 86 memuat ketentuan mengenai tugas Badan untuk melakukan identifikasi mengenai pemilik sumber radiasi pengion dan penanggung jawab lokasi untuk daerah yang terkontaminasi. Ketentuan ini sangat menyederhanakan masalah yang hanya berasumsi bahwa sumber radiasi pengion yang menyebabkan kontaminasi telah diketahui sehingga yang perlu diidentifikasi hanya pemilik sumber radiasi pengionnya.

Kontaminasi—apalagi pada suatu daerah yang dapat diduga cukup luas—dapat terjadi akibat kebocoran atau pun tumpahan segala jenis bentuk radiasi. Karena itu, Badan mestinya mengidentifikasi terlebih dahulu jenis radiasi apa yang menyebabkan kontaminasi, apa sumber radiasi yang menyebabkan terjadinya kontaminasi tersebut, dan seberapa luas daerah yang terkontaminasi. Identifikasi pemilik sumber radiasi akan menjadi kegiatan berikutnya setelah semua karakteristik mengenai daerah yang terkontaminasi tersebut telah menjadi jelas.

9. Penanganan Daerah yang Terkontaminasi

Menurut Pasal 86 ayat (2) dan (3), "Penanganan terhadap daerah yang terkontaminasi dilakukan oleh Badan jika pemilik sumber radiasi pengion tidak diketahui, atau oleh pemilik sumber jika pemilik tersebut teridentifikasi". Hal yang tidak jelas adalah bagaimana penanganan tersebut dilakukan dan apa saja yang harus dilakukan dalam melakukan penanganan. Tidak ada penjelasan sama sekali mengenai hal ini, dan bahkan dalam Penjelasan Umum untuk Pasal 86 ditulis sebagai "cukup jelas".

Status pihak—selain Badan—yang melakukan tindakan penanganan juga menjadi tidak jelas jika melihat Pasal 87. Pada Pasal 86 ayat (3) dinyatakan dengan jelas bahwa tindakan pengamanan dilakukan oleh pemilik sumber radiasi pengion sedangkan pada Pasal 87 dinyatakan bahwa tindakan tersebut dilakukan oleh "setiap orang". Apakah dengan demikian pemilik sumber radiasi pengion dapat meminta atau mendelegasikan tindakan pengamanan kepada pihak

lain yang disebut sebagai "setiap orang"? Jika demikian, mestinya hal ini disebutkan secara jelas pada teks PP. Penjelasan umum untuk Pasal 87 juga menyatakan bahwa pasal ini telah "cukup jelas".

10. Kajian Keselamatan

Pada Pasal 59 ayat (3) ditentukan bahwa kajian keselamatan dilakukan antara lain pada tahap "pembuatan". Apa yang dimaksud dengan "pembuatan" disini? Penjelasan atas PP ini juga tidak menjelaskan apa yang dimaksud dengan "pembuatan" ini.

11. Izin Pertambangan Bahan Galian Nuklir

Beberapa pasal dalam PP No. 45 Tahun 2023 ini menyatakan secara eksplisit bahwa beberapa komponen kegiatan proteksi dan keselamatan radiasi harus diajukan kepada Kepala Badan untuk memperoleh, antara lain, izin pertambangan bahan galian nuklir. Pasal-pasal tersebut adalah

- 1) Pasal 59 ayat (5) terkait kajian keselamatan,
- 2) Pasal 62 ayat (3) terkait program proteksi dan keselamatan radiasi,
- 3) Pasal 67 ayat (2) terkait program perawatan,
- 4) Pasal 68 ayat (3) terkait program dekomisioning,
- 5) Pasal 113 ayat (2) terkait sistem manajemen.

Pernyataan pada beberapa pasal tersebut cukup menarik karena hal ini diduga dapat bertentangan dengan PP Nomor 25 Tahun 2023 tentang Wilayah Pertambangan. Menurut Pasal 19 ayat (1) PP Nomor 25 Tahun 2023 tentang Wilayah Pertambangan,

"Menteri, yang dalam hal ini adalah Menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pertambangan mineral dan batu bara, menetapkan wilayah usaha pertambangan (WUP) setelah ditentukan oleh Gubernur".

Sementara itu, pada ayat (2) dinyatakan bahwa penetapan WUP untuk golongan mineral radioaktif didasarkan pada usulan dari instansi yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang ketenaganukliran.

Siapakah instansi yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang ketenaganukliran? Pasal 3 Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 78 Tahun 2021 tentang Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) menyatakan bahwa BRIN mempunyai tugas membantu Presiden dalam, antara lain, penyelenggaraan ketenaganukliran. Dari Perpres No.78 (2021) tersebut jelas bahwa instansi yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang ketenaganukliran adalah BRIN.

Di mana posisi BAPETEN—dengan demikian—dalam hal pertambangan mineral radioaktif? Dari judul PP Nomor 25 Tahun 2023 tersebut mestinya jelas, bahwa BAPETEN hanya terlibat dalam urusan keselamatan radiasi pengion dan keamanan zat radioaktif. Urusan izin pertambangan bahan galian nuklir sama sekali bukan urusan BAPETEN.

12. Kesejahteraan Pekerja Radiasi

Pasal 12 menyatakan bahwa proteksi radiasi pada paparan kerja meliputi, antara lain, kesejahteraan pekerja radiasi. Pasal 27 selanjutnya menyatakan bahwa kesejahteraan pekerja radiasi meliputi paling sedikit insentif dan jaminan sosial.

Dimasukkannya klausul terkait kesejahteraan pekerja ke dalam peraturan keselamatan seperti ini agak dipaksakan. Keselamatan adalah satu hal, dan kesejahteraan merupakan hal lain yang sangat berbeda esensinya. Mestinya pemrakarsa PP dapat memiliki argumen yang kuat dan jalan keluar atau kompromi untuk memasukkan aspek kesejahteraan ini pada peraturan lain yang relevan dan pengusul juga mestinya tidak memaksakan untuk memasukkan klausul kesejahteraan ini ke dalam peraturan keselamatan.

13. Persyaratan Keselamatan Radiasi dalam Instalasi/Fasilitas dan Kegiatan Lainnya

Pasal 66 menyatakan bahwa pemegang izin wajib memenuhi persyaratan keselamatan radiasi dalam instalasi/fasilitas dan kegiatan lainnya dalam beberapa tahapan kegiatan. Penjelasan atas PP untuk

Pasal 6 menyatakan bahwa yang dimaksud dengan "tahap kegiatan" adalah disesuaikan dengan jenis pemanfaatan tenaga nuklir. Sesuai dengan Ketentuan Umum pada Pasal 1, pemanfaatan adalah kegiatan yang berkaitan dengan tenaga nuklir yang meliputi penelitian, pengembangan, penambangan, pembuatan, produksi, pengangkutan, penyimpanan, pengalihan, ekspor, impor, penggunaan, dekomisioning, dan pengelolaan limbah radioaktif untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat.

Meskipun demikian, tidak jelas persyaratan yang mana yang wajib dipenuhi oleh suatu pemanfaatan tertentu dari begitu banyaknya persyaratan yang diminta pada Pasal 66 ayat (1). Apakah, misalnya, pemanfaatan dalam bentuk pengangkutan wajib memenuhi persyaratan dekomisioning? Hal ini mestinya dapat dijawab oleh peraturan pelaksana dari PP No. 45, 2023 ini.

14. Organisasi

Pasal 68 ayat (2) menyatakan perlunya ada organisasi dekomisioning untuk melaksanakan kegiatan dekomisioning. Selain itu, Pasal 73 ayat (3) juga menyatakan perlunya ada organisasi untuk melakukan kegiatan kesiapsiagaan tingkat instalasi/fasilitas, dan organisasi juga diperlukan untuk melaksanakan kegiatan keselamatan radiasi dan/atau keamanan zat radioaktif sesuai dengan Pasal 123 ayat (1).

Pembentukan organisasi untuk masing-masing kegiatan ini sepertinya terlalu berlebihan karena semuanya berada dalam satu instalasi/fasilitas yang sama. Alangkah lebih baiknya jika peraturan hanya meminta pembentukan satu organisasi yang mewadahi semua kegiatan tersebut.

15. Pengulangan Materi Ketentuan

Pasal 74 mengandung ketentuan bahwa pemegang izin wajib melakukan kajian potensi bahaya radiologik yang digunakan, antara lain, untuk mengembangkan strategi proteksi untuk melindungi anggota masyarakat dari paparan darurat. Namun, Pasal 76 mengulang hal yang sama bahwa pemegang izin wajib mengembangkan strategi

untuk melindungi anggota masyarakat dari paparan darurat. Kenapa harus diulang, dan kenapa Pasal 76 tidak mengacu saja ke Pasal 74? Apakah karena beda paragraf sehingga pernyataan kewajiban tersebut harus diulang?

16. Kriteria Dosis untuk Masyarakat pada Saat Kedaruratan.

Menurut Pasal 76 ayat (3),

"Strategi proteksi untuk melindungi anggota masyarakat dari paparan darurat antara lain adalah dengan memastikan penerimaan dosis masyarakat pada saat kedaruratan tidak melampaui kriteria dosis untuk masyarakat sebesar 50 mSv".

Kriteria tersebut sepertinya merupakan penafsiran dari strategi proteksi yang diberikan oleh Persyaratan 44 dari standar keselamatan IAEA (IAEA, 2014), yang salah satunya adalah

"Tingkat acuan yang dinyatakan dalam dosis residu harus ditetapkan, biasanya dalam dosis efektif pada rentang 20—100 mSv, yang termasuk kontribusi dosis melalui seluruh jalur paparan".

Namun, kata kunci dari persyaratan standar keselamatan IAEA di atas adalah *dosis residu*. Berdasarkan ICRP (ICRP, 2007), dosis residu adalah dosis yang dihasilkan saat strategi proteksi diterapkan. Dengan demikian, rentang dosis 20–100 mSv merupakan rentang dosis yang ada setelah strategi proteksi diterapkan dan bukan batas dosis yang tidak boleh dilampaui pada saat terjadi kedaruratan.

17. Rehabilitasi dan Rekonstruksi

Pasal 82 memuat ketentuan tentang kapan pemegang izin menyatakan paparan darurat berakhir, apa yang harus dilakukan setelah pemegang izin menyatakan paparan darurat berakhir, dan pengalihan status paparan darurat menjadi paparan existing dan paparan terencana setelah paparan darurat berakhir. Berdasarkan Ketentuan Umum Pasal 1, paparan darurat didefinisikan sebagai kondisi adanya paparan dari sumber radiasi pengion sebagai akibat kecelakaan, tindak kejahatan,

atau kejadian lain yang tidak direncanakan yang mengakibatkan paparan berlebih. Definisi ini bisa dibandingkan dengan definisi yang diberikan oleh IAEA (IAEA, 2022a), yaitu paparan darurat adalah paparan yang timbul akibat kecelakaan, tindak kejahatan, atau kejadian lain yang tidak diharapkan, dan memerlukan tindakan protektif mendesak.

Dari kedua definisi itu terlihat bahwa PP mempertimbangkan adanya paparan berlebih untuk menyatakan telah terjadi kondisi atau situasi paparan darurat, sementara IAEA lebih menekankan perlunya dilakukan tindakan protektif mendesak. Pada publikasi GSG-11, IAEA menyatakan bahwa keadaan darurat yang tidak melepaskan radioaktivitas ke lingkungan dalam jumlah yang signifikan, dan dengan demikian tidak mengakibatkan paparan publik jangka panjang karena zat radioaktif residu, tidak berarti menimbulkan situasi paparan darurat (IAEA, 2018a). Penghentian keadaan darurat seperti ini dapat dihentikan hanya pada tingkat fasilitas, dan aktivitas dan kegiatan selanjutnya dapat dikelola seperti situasi paparan terencana.

Dengan demikian, ketika Pasal 82 PP No. 45 Tahun 2023 menyatakan bahwa pemegang izin dapat menyatakan paparan darurat berakhir dan paparan darurat dapat dialihkan menjadi paparan terencana, hal ini harusnya dimaknai bahwa ketentuan ini hanya berlaku jika terjadi keadaan darurat dan bukan paparan darurat di instalasi/fasilitas yang menjadi tanggung jawabnya.

Terkait dengan pernyataan paparan darurat telah berakhir, publikasi GSR Part 7 IAEA menyatakan bahwa pemerintah harus memastikan adanya pengaturan untuk penghentian situasi paparan darurat dengan mempertimbangkan keperluan untuk memulihkan kegiatan sosial dan ekonomi (IAEA, 2015a). Selain itu, penghentian keadaan darurat nuklir atau radiasi harus didasarkan pada keputusan resmi yang diumumkan kepada publik dan harus sebelumnya dikonsultasikan terlebih dahulu dengan pihak-pihak yang berkepentingan. Baik konsekuensi radiologis maupun nonradiologis harus dipertimbangkan dalam memutuskan penghentian keadaan

darurat, termasuk juga pertimbangan justifikasi dan optimisasi untuk strategi proteksi lebih lanjut.

Dalam kaitan ini timbul pertanyaan siapa yang berwenang untuk menyatakan situasi paparan darurat di area lingkungan di luar lokasi instalasi/fasilitas telah berakhir? IAEA tidak secara eksplisit menyatakan siapa yang berwenang dalam hal ini. Namun, jika terjadi keadaan darurat karena sebab apa pun, baik bencana alam atau bencana nonalam, organisasi penanggulangan bencana nasional atau daerah biasanya akan bertindak sebagai koordinator penanggulangan sesuai dengan sifat atau luasnya dampak keadaan darurat. Berkenaan dengan hal ini dapat dimengerti jika keputusan untuk menyatakan keadaan darurat telah berakhir harus diambil oleh ketua organisasi penanggulangan bencana tersebut.

Meski demikian, ketentuan terkait dengan penetapan telah terjadinya situasi paparan darurat dan pernyataan situasi paparan darurat telah berakhir telah diberikan pada PP Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir, seperti yang diuraikan pada Bab VIII. Perbedaannya hanya dalam istilah. PP Nomor 45 Tahun 2023 menggunakan istilah baru, yaitu "situasi paparan darurat", sedangkan PP Nomor 54 Tahun 2012 menggunakan istilah "kedaruratan nuklir".

Hal lain yang menarik adalah pemegang izin dapat menyatakan paparan darurat dinyatakan berakhir jika dosis efektif tahunan kurang dari 20 mSv. Sekali lagi, ketentuan ini dapat dipahami hanya jika keadaan darurat terjadi di instalasi/fasilitas, dan tidak melepaskan radioaktivitas ke lingkungan dalam jumlah yang signifikan.

18. Istilah "Kategorisasi Zat Radioaktif".

Pada PP Nomor 45 Tahun 2023 ini diberikan definisi untuk istilah keamanan zat radioaktif, yaitu "Tindakan yang dilakukan untuk mencegah sabotase, akses tidak sah, perusakan, kehilangan, pencurian, dan/ atau pemindahan tidak sah zat radioaktif". Pada PP No. 33 Tahun 2007, susunan definisi yang hampir sama digunakan untuk istilah

"keamanan sumber radioaktif", kecuali kata *zat radioaktif* yang ditulis sebagai "sumber radioaktif".

Dari kedua definisi yang hampir sama tersebut timbul pertanyaan, kenapa istilah "keamanan sumber radioaktif" pada PP No. 33 Tahun 2007 diganti menjadi "keamanan zat radioaktif" pada PP Nomor 45 Tahun 2023? PP Nomor 45 Tahun 2023 memberikan definisi untuk istilah "zat radioaktif" sebagai "zat yang mengandung paling sedikit satu radionuklida, yang aktivitasnya atau kadarnya sama dengan atau melebihi tingkat pengecualian". Sementara itu, untuk istilah "sumber radioaktif" definisi yang diberikan sama dengan definisi yang diberikan pada PP No.33 Tahun 2007, yaitu "zat radioaktif berbentuk padat yang terbungkus secara permanen dalam kapsul yang terikat kuat".

Jadi, apakah zat radioaktif atau sumber radioaktif yang dapat disabotase, diakses secara tidak sah, dirusak, dihilangkan, dicuri, dan/ atau dipindahkan tidak sah? Dalam bahasa Inggris, *zat radioaktif* dinyatakan sebagai *radioactive substance*, sedangkan *sumber radioaktif* sebagai *radioactive source*. Menariknya, IAEA tidak menuliskan salah satu publikasinya sebagai *Categorization of Radioactive Substance*, tetapi *Categorization of Radiation Sources* (IAEA, 2005).

19. Penetapan Ancaman Dasar Desain Nasional

Pasal 103 ayat (3) menetapkan perlunya dibuat kajian keamanan zat radioaktif berdasarkan ancaman dasar desain nasional. Berdasarkan penjelasan atas PP, ancaman dasar desain nasional adalah sifat dan karakteristik musuh (*adversary*) dari dalam maupun luar yang digunakan sebagai dasar untuk mendesain dan mengevaluasi sistem keamanan zat radioaktif.

Pasal 106 selanjutnya menyatakan bahwa Badan melaksanakan koordinasi dalam penetapan ancaman dasar desain nasional dengan instansi yang berwenang yang meliputi kementerian yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pertahanan. Instansi-instansi yang berwenang itu di antaranya Tentara Nasional Indonesia, Kepolisian Negara Republik Indonesia, Badan Intelijen

Negara, Badan Keamanan Laut, Badan Nasional Penanggulangan Terorisme, Komite Nasional Keselamatan Transportasi, dan/atau kementerian atau lembaga lain yang terkait.

Pertanyaan yang timbul adalah apakah ancaman dasar desain nasional ini merupakan sesuatu yang berkembang dan dapat berubah setiap saat? Dengan menggunakan istilah "ancaman dasar", mestinya ancaman tersebut bersifat mendasar yang dapat diantisipasi. Namun, dalam dunia yang terus berkembang seperti saat ini, ancaman senantiasa dapat terus berubah.

Dalam kaitan ini, melalui Publikasi No. 10-G (Rev.1), IAEA menyatakan ancaman baru perlu segera ditindaklanjuti bersama dengan operator, atau pemegang izin sesuai dengan istilah yang digunakan di peraturan nasional, dalam dokumen tersendiri sebelum dokumen ancaman dasar direvisi (IAEA, 2021). Proses ini juga harus diintegrasikan ke dalam rezim keamanan nuklir nasional.

Dari uraian tersebut, dua hal tampaknya perlu ditambahkan dalam peraturan yang terkait dengan ancaman dasar desain nasional ini. Pertama adalah bahwa ancaman dasar desain nasional dapat direvisi sesuai dengan perkembangan adanya ancaman baru dan yang kedua adalah dokumen ancaman dasar perlu diintegrasikan ke dalam dokumen keamanan nuklir nasional.

20. Istilah "Pemilik Zat Radioaktif".

Pasal 108 ayat (1) menyatakan bahwa Badan melakukan pengamanan terhadap zat radioaktif yang tidak diketahui pemiliknya atau pemegang izin. Menarik bahwa Pasal 108 ini menggunakan istilah "pemilik", yang tidak dijumpai definisinya di Ketentuan Umum Pasal 1. Apakah "pemilik" sama dengan "pemegang izin"? Jika ya, mestinya cukup ditulis pemegang izin saja yang sudah didefinisikan di Pasal 1 tanpa perlu menambah istilah baru.

21. Istilah "Zat Radioaktif yang Dimiliki Secara Tidak Sah"

Pasal 109 ayat (1) menyatakan bahwa zat radioaktif yang dimiliki secara tidak sah yang berada di kawasan pabean harus disimpan di

tempat penyimpanan sementara. Istilah "zat radioaktif yang dimiliki secara tidak sah" ini cukup membingungkan karena bisa ditafsirkan bahwa pemiliknya sebenarnya telah diketahui, tetapi kepemilikannya diperoleh secara tidak sah. Padahal, Pasal 108 sebelumnya hanya menyatakan bahwa zat radioaktif dibedakan atas zat radioaktif yang diketahui pemiliknya atau tidak diketahui pemiliknya.

Bab VII

Keselamatan Radiasi dalam Aplikasi Medis

Aplikasi radiasi di bidang medis di Indonesia saat ini telah cukup berkembang. Berdasarkan data yang ditampilkan pada situs internetnya—awal November 2022, BAPETEN telah mengeluarkan sejumlah 9.878 izin pemanfaatan kepada 3.104 instansi. Dari jumlah tersebut, 5.806 (58,78%) izin dan sebanyak 2.150 (69,26% instansi) adalah untuk kegiatan pemanfaatan di bidang medis.

Aplikasi radiasi di bidang medis dapat dibedakan atas tiga jenis, yaitu aplikasi di bidang radiologi diagnostik dan intervensional, radioterapi, dan kedokteran nuklir. Berdasarkan hal ini, BAPETEN juga telah mengeluarkan peraturan terkait keselamatan radiasi untuk ketiga jenis aplikasi ini, yaitu

- 1) Peraturan BAPETEN Nomor 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensial yang merupakan pengganti dari Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2011 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensial,
- 2) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 17 Tahun 2012 tentang Keselamatan Radiasi dalam Kedokteran Nuklir, dan

- 3) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 3 Tahun 2013 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Radioterapi.

A. Peraturan Perundang-Undangan

1. Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Radiologi Intervensional

Persyaratan keselamatan radiasi pada penggunaan sinar-X dalam radiologi diagnostik dan radiologi intervensional meliputi persyaratan manajemen, persyaratan proteksi radiasi, persyaratan teknik, dan verifikasi keselamatan.

Jenis pesawat sinar-X yang diatur dalam Perka BAPETEN No. 4 Tahun 2020 hanya yang untuk kepentingan diagnostik dan intervensional, sementara yang digunakan untuk penunjang radioterapi dan penunjang kedokteran nuklir diatur oleh masing-masing peraturan aplikasi. Jenis pesawat sinar-X yang digunakan dalam prosedur radiologi diagnostik dan radiologi intervensional meliputi pesawat sinar-X radiografi umum, pesawat sinar-X fluoroskopi, pesawat sinar-X mamografi, pesawat sinar-X CT-scan, dan pesawat sinar-X gigi.

a. Persyaratan Manajemen

Persyaratan manajemen yang wajib dipenuhi oleh pemegang izin meliputi penanggung jawab keselamatan radiasi, budaya keselamatan, pemantauan kesehatan, personel, pendidikan dan pelatihan proteksi dan keselamatan radiasi, serta rekaman dan laporan. Persyaratan-persyaratan tersebut dijelaskan lebih mendetail sebagai berikut.

1) Penanggung Jawab Keselamatan Radiasi

Penanggung jawab keselamatan radiasi adalah pemegang izin dan pihak lain yang terkait, dengan penggunaan pesawat sinar-X dalam radiologi diagnostik dan radiologi intervensional. Pemegang izin memiliki tanggung jawab, antara lain,

- 1) mempromosikan dan mengembangkan budaya keselamatan;
- 2) menyusun, menetapkan, mengembangkan, melaksanakan, dan mendokumentasikan program proteksi dan keselamatan radiasi;

- 3) membentuk dan menetapkan penyelenggara proteksi dan keselamatan radiasi;
- 4) menyelenggarakan pemantauan kesehatan bagi pekerja radiasi;
- 5) menyediakan personel sesuai dengan jenis pesawat sinar-X yang digunakan dan tujuan penggunaan;
- 6) menetapkan personel yang menjadi petugas proteksi radiasi dan pekerja radiasi sesuai dengan beban kerja;
- 7) memfasilitasi pelatihan proteksi dan keselamatan radiasi bagi personel;
- 8) menyelenggarakan pemantauan radiasi di daerah kerja;
- 9) menyelenggarakan pemantauan dosis perorangan bagi pekerja radiasi;
- 10) menyediakan perlengkapan proteksi radiasi bagi personel;
- 11) menetapkan prosedur dengan semua pihak yang terkait dengan keselamatan radiasi; dan
- 12) memelihara rekaman yang terkait dengan keselamatan radiasi.

2) Budaya Keselamatan

Penanggung jawab keselamatan radiasi wajib mewujudkan budaya keselamatan dengan cara sebagai berikut:

- 1) mendorong komitmen individu dan kolektif terhadap proteksi dan keselamatan radiasi pada semua tingkat organisasi;
- 2) memberikan pemahaman umum mengenai aspek dasar budaya keselamatan dalam organisasi;
- 3) menyediakan sarana yang mendukung individu atau kelompok dalam melaksanakan tugas dengan mempertimbangkan interaksi antara individu, teknologi, dan organisasi;
- 4) membangun partisipasi personel yang relevan dalam pengembangan dan pelaksanaan kebijakan, peraturan, dan prosedur terkait proteksi dan keselamatan radiasi;
- 5) menetapkan akuntabilitas organisasi dan individu untuk proteksi dan keselamatan radiasi;
- 6) membangun komunikasi terbuka mengenai proteksi dan keselamatan radiasi dalam organisasi dan dengan pihak terkait;

- 7) mendorong sikap bertanya dan belajar, serta menjauhkan dari rasa puas, terkait dengan proteksi dan keselamatan radiasi; dan
- 8) menyediakan sarana bagi organisasi untuk terus berusaha berkembang dan memperkuat budaya keselamatan.

3) Pemantauan Kesehatan

Pemegang izin wajib menyelenggarakan pemantauan kesehatan untuk seluruh pekerja radiasi.

4) Personel

Personel dalam aplikasi radiologi diagnostik dan intervensional meliputi

- 1) tenaga medis dalam bidang radiologi, yang meliputi dokter spesialis radiologi, dokter spesialis lain yang menggunakan sumber radiasi, dokter gigi spesialis radiologi kedokteran gigi, dan/atau dokter gigi;
- 2) tenaga kesehatan, yang meliputi fisikawan medis dan/atau radiografer; dan
- 3) petugas proteksi radiasi.

Semua personel memiliki tugas dan tanggung jawab masing-masing dalam menjamin pelaksanaan seluruh aspek proteksi radiasi pasien.

Tenaga medis dalam bidang radiologi dan tenaga kesehatan harus tersedia sesuai dengan jenis pesawat sinar-X yang digunakan. Secara khusus, dokter spesialis lain harus memiliki kewenangan klinis dari pemegang izin, dokter spesialis radiologi kedokteran gigi harus tersedia pada penggunaan pesawat sinar-X gigi ekstraoral 2D dan pesawat sinar-X gigi ekstraoral 3D, dan dokter gigi harus tersedia hanya pada penggunaan pesawat sinar-X intraoral.

Dalam hal pesawat sinar-X digunakan untuk pemeriksaan hewan, personel meliputi tenaga kesehatan hewan dan petugas proteksi radiasi. Pesawat sinar-X ini juga dilarang digunakan untuk pemeriksaan manusia.

5) Pendidikan dan Pelatihan Proteksi dan Keselamatan Radiasi

Pemegang izin wajib memfasilitasi pendidikan dan pelatihan untuk setiap personel fasilitas. Personel dimaksud wajib mengikuti pelatihan proteksi dan keselamatan radiasi dan pelatihan mengenai pesawat sinar-X yang digunakan. Pelatihan tersebut ditujukan untuk menumbuhkan pemahaman tentang tanggung jawab dalam proteksi dan keselamatan radiasi dan pentingnya menerapkan proteksi dan keselamatan radiasi selama melaksanakan pekerjaan yang terkait dengan radiasi.

Pelatihan dapat diselenggarakan secara internal (*in house training*) oleh pemegang izin dan paling sedikit mencakup materi

- 1) peraturan perundang-undangan ketenaganukliran,
- 2) sumber radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir,
- 3) efek biologi radiasi,
- 4) dosimetri radiasi,
- 5) prinsip proteksi dan keselamatan radiasi,
- 6) alat ukur radiasi, dan
- 7) tindakan dalam mencegah paparan yang tidak diinginkan (*unintended exposure*) dan terkait paparan yang tidak diperlukan (*unnecessary exposure*).

6) Rekaman dan Laporan

Pemegang izin wajib membuat, memelihara, dan menyimpan rekaman dan laporan yang terkait dengan proteksi dan keselamatan radiasi. Rekaman meliputi, antara lain,

- 1) data inventarisasi pesawat sinar-X yang paling sedikit meliputi spesifikasi teknis pesawat sinar-X dan/atau data penggantian tabung sinar-X,
- 2) hasil evaluasi pemantauan dosis perorangan yang diterima pekerja radiasi,
- 3) dosis personel yang menggunakan dosimeter aktif,
- 4) dosis pasien,
- 5) hasil pemantauan kesehatan pekerja radiasi,
- 6) hasil pemantauan paparan radiasi,

- 7) hasil verifikasi keselamatan,
- 8) sertifikat kalibrasi alat ukur radiasi,
- 9) sertifikat atau surat keterangan pelatihan personel,
- 10) data perawatan dan perbaikan pesawat sinar-X,
- 11) data kejadian terkait paparan yang tidak diinginkan dan terkait paparan yang tidak diperlukan serta langkah perbaikan yang dilakukan, dan
- 12) data pelatihan yang paling sedikit memuat informasi nama personel, tanggal dan jangka waktu pelatihan, topik yang diberikan, dan fotokopi sertifikat pelatihan atau surat keterangan. Sementara itu, dalam laporan meliputi pelaksanaan
 - a) program proteksi dan keselamatan radiasi,
 - b) verifikasi keselamatan,
 - c) pencegahan kejadian paparan yang tidak diinginkan dan paparan yang tidak diperlukan, dan
 - d) rekaman dosis pasien.

b. Persyaratan Proteksi Radiasi

Persyaratan proteksi radiasi meliputi kewajiban pemegang izin untuk memenuhi prinsip proteksi radiasi, proteksi radiasi terhadap paparan kerja, dan proteksi radiasi terhadap paparan medis.

1) Prinsip Proteksi Radiasi

Persyaratan proteksi radiasi meliputi justifikasi, limitasi dosis dan penerapan optimisasi proteksi, serta keselamatan radiasi. Dalam hal justifikasi, prinsip ini harus didasarkan pada pertimbangan bahwa manfaat yang diperoleh jauh lebih besar daripada risiko bahaya radiasi yang ditimbulkan. Justifikasi harus tercantum dalam program proteksi dan keselamatan radiasi. Justifikasi juga diperlukan jika pesawat sinar-X mengalami modifikasi.

Untuk limitasi dosis, nilai batas dosis (NBD) diberlakukan kepada setiap pekerja radiasi. Walaupun demikian, NBD tidak berlaku terhadap paparan medis. Sementara itu, optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi harus didasarkan pada upaya agar paparan

radiasi yang diterima pekerja radiasi, pasien, dan anggota masyarakat serendah mungkin yang dapat dicapai.

2) Proteksi Radiasi terhadap Paparan Kerja

Proteksi terhadap paparan kerja dimaksudkan untuk memastikan nilai batas dosis bagi pekerja dan masyarakat tidak terlampaui, dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut.

- 1) Pembagian daerah kerja. Terdiri atas daerah pengendalian dan daerah supervisi.
- 2) Penyusunan prosedur keselamatan pengoperasian pesawat sinar-X. Ditujukan untuk menjamin keselamatan radiasi bagi pekerja radiasi dan meminimalkan paparan kerja saat pengoperasian pesawat sinar-X.
- 3) Penetapan dan peninjauan ulang pembatas dosis. Dilakukan pada tahap konstruksi untuk fasilitas baru dan tahap operasional untuk fasilitas yang sudah beroperasi.
- 4) Pemantauan paparan radiasi di daerah kerja. Wajib dilakukan secara berkala dan ketika ruangan baru selesai dibangun, ruangan baru direnovasi, pesawat sinar-X baru diperbaiki, dan/atau perangkat lunak terkait pesawat sinar-X baru dimodifikasi.
- 5) Pemantauan dosis perorangan. Dilakukan dengan peralatan dosimeter aktif dan/atau dosimeter pasif.
- 6) Pertimbangan khusus pekerja radiasi wanita hamil atau diperkirakan hamil. Tidak menempatkan keduanya di daerah pengendalian, tetapi di daerah kerja yang tingkat radiasinya kurang dari 1 mSv per tahun.

3) Proteksi Radiasi terhadap Paparan Medis

Penerapan proteksi terhadap paparan medis meliputi justifikasi paparan medis dan optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi terhadap paparan medis. Justifikasi dilakukan dengan mempertimbangkan

- 1) indikasi klini,
- 2) pemberian paparan medis sebelumnya,

- 3) manfaat modalitas radiasi pengion yang lebih besar atau risiko yang ditimbulkan lebih kecil dibanding modalitas lain,
- 4) besar dosis radiasi yang akan diberikan dan dampaknya pada pasien,
- 5) kondisi pasien dengan radiosensitivitas yang tinggi (bayi, anak-anak dan wanita hamil atau diperkirakan hamil), dan
- 6) kondisi kesehatan pasien sebelum dan setelah pemberian paparan medis.

Justifikasi diberikan dalam bentuk surat rujukan dari tenaga medis yang berwenang dengan mengacu pada pedoman rujukan (*referral guidelines*) nasional atau internasional. Pemegang izin wajib menetapkan prosedur untuk melaksanakan justifikasi paparan medis ini.

Justifikasi juga diperlukan untuk setiap pemeriksaan radiologi diagnostik dan intervensional untuk keperluan pekerjaan, legal, atau asuransi kesehatan. Demikian pula justifikasi diperlukan untuk pemeriksaan massal secara selektif terhadap kelompok populasi tertentu.

Untuk pemeriksaan payudara menggunakan pesawat sinar-X mamografi, justifikasi dilakukan dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut.

- 1) Hasil pemeriksaan dengan modalitas ultrasonografi mengindikasikan gambaran mikrokalsifikasi dan memerlukan pemeriksaan lanjutan bagi wanita usia di bawah 35 tahun.
- 2) Hasil pemeriksaan payudara klinis mengindikasikan adanya benjolan dan memerlukan pemeriksaan lanjutan bagi wanita berusia 35 tahun sampai dengan 40 tahun.
- 3) Hasil pemeriksaan payudara klinis tidak mengindikasikan adanya benjolan, namun dianjurkan oleh tenaga medis dalam bidang radiologi untuk melakukan pemeriksaan mamografi bagi wanita berusia di atas 40 tahun.

Dalam hal optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi, paparan medis dilakukan melalui pertimbangan operasional pesawat sinar-X,

tingkat panduan diagnostik, dan pendampingan pasien. Pertimbangan operasional pesawat sinar-X dilakukan dengan prosedur keselamatan pengoperasian pesawat sinar-X dan melalui pertimbangan operasional umum serta operasional khusus.

Pertimbangan operasional khusus berlaku untuk masing-masing jenis pesawat sinar-X, sedangkan pertimbangan operasional umum meliputi hal-hal sebagai berikut

- 1) Mekanisme identifikasi pasien harus jelas.
- 2) Kolimasi penyinaran disesuaikan dengan objek penyinaran.
- 3) Penggunaan perisai radiasi untuk organ sensitif dilakukan jika memungkinkan.
- 4) Penyinaran berulang harus dihindari sedapat mungkin.
- 5) Kondisi penyinaran harus tepat sehingga menghasilkan kualitas citra yang baik.
- 6) Pengendali paparan otomatis (*Automatic Exposure Control-AEC*) pada pesawat sinar-X harus terkalibrasi.
- 7) Pesawat sinar-X yang tidak menggunakan pengendali paparan otomatis harus mempertimbangkan ukuran dan ketebalan pasien.
- 8) Pesawat sinar-X konvensional (*film screen*) harus memperhatikan jenis kombinasi film dengan *intensifying screen* dan kondisi pengolahan film, dan
- 9) Untuk wanita hamil atau diperkirakan hamil untuk diperhatikan hal-hal sebagai berikut.
 - a) Mekanisme identifikasi ditetapkan untuk memastikan apakah pasien hamil atau diperkirakan hamil.
 - b) Dosis radiasi diupayakan serendah mungkin.
 - c) Penyinaran pada daerah rahim atau sekitar rahim sedapat mungkin dihindari.

Tingkat panduan diagnostik, sementara itu, wajib diterapkan dan jika dilampaui harus dapat dijustifikasi. Tabel 7.1 memperlihatkan tingkat panduan diagnostik yang berlaku saat ini sesuai dengan Keputusan Kepala BAPETEN untuk Modalitas Sinar-X CT-Scan dan Radiografi Umum dan untuk kedokteran nuklir diagnostik dan

untuk fluoroskopi intervensional sesuai dengan Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 3426/K/XI/2022.

Tabel 7.1 Tingkat Panduan Diagnostik (CT *Scan* untuk Kelompok Usia di Atas 15 Tahun)

Jenis Pemeriksaan	CTDIvol (mGy)*	DLP (mGy.cm)**
CT abdomen kontras	20	1360
CT abdomen nonkontras	17	885
CT abdo pelvis kontras	16	1775
CT abdo pelvis nonkontras	17	885
CT cardiac studies kontras	47	1200
CT chest kontras	16	810
CT chest nonkontras	11	430
CT head kontras	60	2500
CT head nonkontras	60	1275
CT neck kontras	50	2600
CT urologi nonkontras	17	830

Keterangan: * Nilai CTDIvol merupakan rerata dari serial pemindaian setiap pasien

** Nilai DLP merupakan total nilai DLP dari serial pemindaian setiap pasien

Sumber: Kepka BAPETEN No. 1211/K/V/2021 (2021)

Tabel 7.2 Tingkat Panduan Diagnostik (Radiografi Umum untuk Kelompok Usia di Atas 15 Tahun)

Jenis Pemeriksaan	ESAK (mGy)*	INAK (mGy)**
Abdomen AP	2,0	1,4
Ankle joint AP	0,2	0,1
Antebrachia AP	0,1	0,1
BNO AP	1,7	1,3
Chest AP	0,4	0,3
Chest PA	0,4	0,3
Cervical LAT	1,4	1,0
Cervical AP	0,7	0,5
Femur AP	0,5	0,4
Genu AP	0,4	0,3
Genu LAT	0,4	0,3
Lumbar spine AP	2,0	1,4
Lumbar spine LAT	4,4	3,1
Manus AP	0,2	0,1

Jenis Pemeriksaan	ESAK (mGy)*	INAK (mGy)**
Pedis AP	0,2	0,2
Pelvis AP	1,8	1,4
Shoulder	0,4	0,3
Skull AP	1,3	0,9
Skull LAT	1,2	0,9
GR cruris/tibia fibula	0,3	0,2
Wrist joint AP	0,2	0,2
Waters	1,7	1,2

Keterangan: * ESAK = *Entrance Surface Air Kerma*, kerma udara dengan hamburan balik.

Nilai ESAK diperoleh dengan mempertimbangkan faktor hamburan balik sebesar 1,35

** INAK = *Incident Air Kerma*, kerma udara tanpa hamburan balik.

Sumber: Kepka BAPETEN No. 1211/K/V/2021 (2021)

Tabel 7.3 Tingkat Panduan Diagnostik (Kedokteran Nuklir Diagnostik)

Jenis Pemeriksaan	Radiofarmaka	Aktivitas (MBq)
PET tumor	¹⁸ F FDG	340
Thyroid scan	^{99m} Tc pertechnetate	170
Thyroid WBS scan	¹³¹ I iodide	150
WBS scan	^{99m} Tc MIBI	1030
Renal scan	^{99m} Tc DTPA	200
Myocardial Perfusion Imaging (MPI) stress*	^{99m} Tc tetrafosmin, MIBI	410
Myocardial Perfusion Imaging (MPI) rest*	^{99m} Tc tetrafosmin, MIBI	410
Myocardial Perfusion Imaging (MPI)**	^{99m} Tc tetrafosmin, MIBI	1260
Bone scan	^{99m} Tc MDP, pyrophosphate	770

Keterangan:

- 1) Nilai di atas untuk kelompok usia di atas 15 tahun.
- 2) Tanda * mengindikasikan bahwa jenis pemeriksaan tersebut dilaksanakan pada hari yang berbeda (*over two days*).
- 3) Tanda ** mengindikasikan bahwa pemeriksaan MPI rest/stress dilakukan pada hari yang sama (*one day services*).

Sumber: Kepka BAPETEN No. 3426/K/XI/2022 (2022)

Tabel 7.4 Tingkat Panduan Diagnostik (Fluoroskopi Intervensional)

Jenis Pemeriksaan	Total kerma (mGy)	Dose Area Product (Gy cm ²)
Abdominal angiogram	140	12
Cerebral angiogram (1-3 vessels)	400	34
Coronary angiogram (1-3 vessels)	460	20
Coronary angiogram (CAG)	330	24
Coronary (CAG) dan Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty (PTCA)	510	14
Directional coronary atherectomy (DCA)	290	20
Tunneled double lumen catheter (TDLC)	6,5	2,7
Digital subtraction angiography (DSA) kepala	350	71
Endoscopic retrograde cholangio pancreatography (ERCP)	375	105
Open reduction and Internal Fixation (ORIF)	1,3	0,3
Percutaneous coronary intervention (PCA)	790	53

Keterangan: Nilai di atas untuk kelompok usia di atas 15 tahun

Sumber: Kepka BAPETEN Nomor 3426/K/XI/2022 (2022)

Dalam hal pendampingan pasien, pendamping pasien harus berusia di atas 18 tahun, tidak dalam kondisi hamil atau diperkirakan hamil, menggunakan peralatan protektif radiasi, dan diberi informasi mengenai prinsip optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi, cara dan posisi pendampingan yang tepat, dan cara penggunaan peralatan protektif radiasi yang tepat. Pembatas dosis bagi pendamping pasien ditetapkan 5 mSv untuk setiap periode penyinaran.

c. Persyaratan Teknis

Persyaratan teknis meliputi ruangan pesawat sinar-X dan fitur pesawat sinar-X adalah sebagai berikut.

1) Ruang Pesawat Sinar-X

Persyaratan ruangan pesawat sinar-X paling sedikit meliputi unsur-unsur berikut:

- 1) Desain ruangan memenuhi ketentuan pembatas dosis dan memungkinkan personel dapat dengan jelas mengobservasi atau berkomunikasi dengan pasien dari ruang kendali.

- 2) Penahan radiasi terpasang pada dinding, pintu, dan jendela, dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut
 - 1) mempertimbangkan beban kerja maksimum, okupansi dan orientasi berkas dalam menghitung ketebalannya;
 - 2) memperhatikan pemasangan saluran dan sambungan agar tidak terjadi kebocoran radiasi;
 - 3) menggunakan bahan yang efektif dalam menahan radiasi dan
 - 4) menggunakan penahan radiasi pada dinding ruangan paling rendah 2 m dari lantai untuk selain ruang pesawat sinar-X CT Scan dan selain ruang intervensional.
- 3) Ukuran ruangan cukup memadai untuk tercapainya optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi dengan memastikan jarak dari titik fokus tabung pesawat sinar-X terhadap dinding paling sedikit 1 m.
- 4) Dalam satu ruangan pesawat sinar-X tidak boleh terdapat dua atau lebih pesawat sinar-X yang dioperasikan secara bersamaan.
- 5) Pada pintu ruangan pesawat sinar-X terpasang dengan jelas tanda radiasi, peringatan bahaya radiasi, peringatan terhadap wanita hamil, dan lampu peringatan yang harus menyala ketika penyinaran berlangsung.
- 8) Pintu pesawat sinar-X harus selalu tertutup rapat pada saat penyinaran berlangsung.
- 9) Terdapat sistem pendingin ruangan yang memadai.

Untuk ruangan pesawat sinar-X *CT scan* dan radiologi intervensional, penahan radiasi harus terpasang penuh pada seluruh dinding ruangan, sedangkan ruangan pesawat sinar-X pada fasilitas pelayanan kesehatan bergerak (*mobile station*), juga harus memenuhi persyaratan berikut.

- 1) Fasilitas dapat menjaga kestabilan pesawat sinar-X dari perubahan mekanik.

- 2) Catu daya harus memadai dan koneksi catu daya harus dapat diandalkan.
- 3) Pintu masuk ke fasilitas harus dikendalikan personel.
- 4) Apabila terdapat ruang tunggu di dalam fasilitas, dinding ruang tunggu diberi penahan radiasi yang memadai sehingga tidak melampaui pembatas dosis untuk masyarakat.

2) Fitur Pesawat Sinar-X

Fitur pesawat sinar-X meliputi fitur umum dan fitur khusus. Fitur khusus berlaku untuk masing-masing jenis pesawat sinar-X sebagaimana diuraikan pada Lampiran VI dari PerBAPETEN No. 4, 2020, sedangkan fitur umum meliputi

- 1) perangkat keras dan perangkat lunak terintegrasi;
- 2) semua parameter operasi dapat ditampilkan dengan jelas dan akurat;
- 3) terdapat mekanisme kendali berkas radiasi, termasuk tanda yang menunjukkan secara jelas secara visual atau audio ketika penyinaran sedang berlangsung;
- 4) terdapat sistem untuk meminimalkan kesalahan manusia;
- 5) terdapat kolimator untuk membatasi berkas radiasi;
- 6) terdapat filter bawaan dan filter tambahan untuk mengurangi energi rendah radiasi; dan
- 7) kebocoran radiasi pesawat sinar-X tidak melampaui 1 mGy (satu miligray) dalam satu jam pada jarak satu meter dari fokus.

Untuk pesawat sinar-X berbasis digital, pesawat juga harus memiliki tampilan dosis *real-time* dan laporan dosis akhir yang ada dalam informasi di DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), termasuk transfer data dosis untuk tujuan tingkat panduan diagnostik dan perhitungan dosis pasien. Selain itu juga harus memiliki sambungan ke *Radiology information system* (ris) atau *picture archive and communication system* (PACS).

3) Verifikasi Keselamatan

Verifikasi keselamatan dilakukan melalui pengukuran pemantauan paparan radiasi di daerah kerja, identifikasi terjadinya paparan potensial, dan kendali mutu pesawat sinar-X. Hasil verifikasi keselamatan wajib didokumentasikan.

4) Identifikasi Paparan Potensial

Identifikasi dilakukan dengan mempertimbangkan kelemahan desain pesawat sinar-X, kegagalan pesawat sinar-X saat beroperasi, kegagalan dan kesalahan perangkat lunak, dan/atau kesalahan manusia. Identifikasi terjadinya paparan potensial dinyatakan dalam bentuk informasi kejadian paparan yang tidak diperlukan dan langkah perbaikan yang dilakukan.

5) Kendali Mutu Pesawat Sinar-X

Kendali mutu dilakukan secara internal yang dilakukan atau disupervisi oleh fisikawan medis dan secara eksternal melalui uji kesesuaian yang dilaksanakan sesuai dengan PerBAPETEN No. 2, 2018. Uji kesesuaian adalah serangkaian kegiatan pengujian untuk memastikan pesawat sinar-X dalam kondisi andal.

Uji kesesuaian wajib dilaksanakan oleh pemegang izin penggunaan pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan intervensional melalui lembaga uji kesesuaian yang ditunjuk oleh Kepala BAPETEN. Hasil uji harus dapat menunjukkan bahwa pesawat sinar-X dalam kondisi andal, andal dengan perbaikan, atau tidak andal.

Uji kesesuaian dilaksanakan secara berkala setiap 3 tahun untuk pesawat sinar-X mamografi dan setiap 4 tahun untuk pesawat sinar-X radiografi umum, pesawat sinar-X fluoroskopi, pesawat sinar-X CT-Scan, dan pesawat sinar-X gigi. Selain secara berkala, uji kesesuaian juga dilakukan terhadap pesawat sinar-X yang belum memiliki sertifikat uji kesesuaian karena baru dipasang, dan pesawat sinar-X yang mengalami perbaikan atau penggantian komponen sehingga memengaruhi parameter uji kesesuaian.

2. Keselamatan Radiasi Dalam Kedokteran Nuklir

Keselamatan radiasi dalam kedokteran nuklir terdiri atas persyaratan izin, persyaratan keselamatan radiasi, intervensi, rekaman dan laporan dalam kegiatan penggunaan kedokteran nuklir. Penggunaan kedokteran nuklir meliputi

- 1) diagnostik in vitro;
- 2) diagnostik in vivo dan/atau penelitian medis klinik yang menggunakan peralatan kamera gamma (kamera gamma planar dan/atau SPECT atau SPECT-CT) dan PET atau PET-CT; dan/atau
- 3) terapi.

a. Persyaratan Izin

Izin penggunaan kedokteran nuklir diagnostik in vivo dan/atau penelitian medis klinik serta izin penggunaan kedokteran nuklir terapi diberikan secara bertahap yang meliputi izin konstruksi, izin operasi, dan izin penutupan. Izin penutupan wajib diajukan jika pemegang izin tidak berkehendak untuk memperpanjang izin operasi atau bermaksud akan menghentikan kegiatan kedokteran nuklir.

Persyaratan izin untuk penggunaan kedokteran nuklir diagnostik in vitro meliputi

- 1) identitas pemohon izin berupa KTP, KITAS, atau paspor;
- 2) fotokopi akta badan hukum bagi pemohon yang berbentuk badan hukum;
- 3) fotokopi izin dan/atau persyaratan instansi lain, seperti surat keterangan domisili perusahaan, NPWP, IUT, izin pelayanan kesehatan, dan/atau surat pengangkatan sebagai pimpinan rumah sakit;
- 4) surat keterangan lokasi penggunaan kedokteran nuklir;
- 5) fotokopi sertifikat mutu radionuklida dan/atau radiofarmaka;
- 6) fotokopi bukti permohonan pelayanan atau hasil evaluasi pemantauan dosis perorangan pekerja radiasi;
- 7) fotokopi hasil pemantauan kesehatan pekerja radiasi;
- 8) fotokopi sertifikat kalibrasi surveimeter dan atau monitor kontaminasi yang masih berlaku;

- 9) fotokopi ijazah semua personel;
- 10) fotokopi SIB PPR Medis tingkat III; dan
- 11) dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi.

Persyaratan izin penggunaan kedokteran nuklir diagnostik in vivo dan/atau penelitian medis klinik dan penggunaan terapi hampir sama dengan persyaratan izin untuk penggunaan kedokteran nuklir diagnostik in vitro, kecuali untuk izin konstruksi persyaratan izin ditambah dengan perhitungan ketebalan penahan radiasi untuk ruang *uptake* dan ruang pencitraan dalam hal penggunaan diagnostik in vivo dan/atau penelitian medis klinik, ruang isolasi untuk pasien dalam hal penggunaan kedokteran nuklir terapi, dan ruang pengolahan limbah radioaktif. Dalam hal penutupan untuk penggunaan kedokteran nuklir diagnostik in vivo dan/atau penelitian medis klinik dan penggunaan terapi, persyaratan izin meliputi

- 1) dokumen hasil pemantauan radiasi dan kontaminasi,
- 2) dokumen inventarisasi radionuklida dan/atau radiofarmaka yang sudah tidak digunakan,
- 3) dokumen inventarisasi limbah radioaktif,
- 4) dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi,
- 5) dokumen metode dekontaminasi hingga mencapai klierens, dan
- 6) dokumen rencana pengelolaan limbah radioaktif.

b. Persyaratan Keselamatan Radiasi

Persyaratan keselamatan radiasi, atau proteksi radiasi, dalam kedokteran nuklir secara umum sama dengan persyaratan dalam radiologi diagnostik dan intervensional seperti yang diuraikan pada VII.A.1.b Persyaratan Proteksi Radiasi. Untuk penggunaan kedokteran nuklir diagnosis in vivo dan/atau penelitian medis klinik dan penggunaan terapi, personel ditambah dengan radiofarmasis yang memiliki tugas dan tanggung jawab untuk:

- 1) memiliki pemahaman mengenai radionuklida dan/atau radiofarmaka yang digunakan dalam kedokteran nuklir;
- 2) bekerja sama dengan dokter spesialis kedokteran nuklir dalam hal penggunaan radionuklida dan/atau radiofarmaka;

- 3) melaporkan hasil elusi dan preparasi radionuklida dan/atau radiofarmaka kepada dokter spesialis kedokteran nuklir sebelum diberikan kepada pasien;
- 4) membuat petunjuk pelaksana dan kontrol kualitas elusi dan preparasi radionuklida dan/atau radiofarmaka;
- 5) memberikan rujukan dan justifikasi hasil elusi dan preparasi radionuklida dan/atau radiofarmaka kepada dokter spesialis kedokteran nuklir;
- 6) melaporkan segera kepada dokter spesialis kedokteran nuklir, PPR, dan fisikawan medis jika terjadi kecelakaan dalam melakukan elusi maupun preparasi radionuklida dan/atau radiofarmaka; dan
- 7) memastikan bahwa peralatan medis yang telah selesai digunakan disimpan/dibuang pada tempat yang telah ditentukan.

Untuk penggunaan kedokteran nuklir diagnostik *in vivo* ini personel juga ditambah dengan analisis kesehatan yang memiliki tugas dan tanggung jawab untuk

- 1) melakukan elusi dan preparasi radionuklida dan/atau radiofarmaka;
- 2) mencatat dan melaporkan jumlah dan aktivitas radionuklida dan/atau radiofarmaka yang telah digunakan;
- 3) mencatat sisa radionuklida dan/atau radiofarmaka yang tidak digunakan dan memastikan penyimpanannya;
- 4) membuat *logbook* harian dan laporan bulanan secara tertulis mengenai penggunaan radionuklida dan/atau radiofarmaka;
- 5) mendokumentasikan seluruh kegiatan penggunaan radionuklida dan/atau radiofarmaka;
- 6) melaporkan segera kepada PPR bila terjadi kecelakaan radiasi; dan
- 7) membantu PPR dalam melakukan dekontaminasi.

Dalam melaksanakan ketentuan terkait optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi, dokter spesialis kedokteran nuklir harus menerapkan tingkat panduan aktivitas radionuklida untuk pasien

diagnostik. Tabel 7.5 memberikan tingkat panduan yang dimaksud, yang dapat dilampaui jika terdapat justifikasi berdasar kebutuhan klinis. Untuk pasien terapi yang akan keluar dari rumah sakit, dan juga untuk pasien yang meninggal saat pemberian ^{131}I , tingkat panduan aktivitas maksimum radionuklida ditetapkan sebesar 1.100 MBq untuk pemberian ^{131}I .

Tabel 7.5 Tingkat Panduan Aktivitas Radionuklida untuk Pasien Diagnostik

Prosedur Diagnosis	Radionuklida	Bentuk Kimia	Aktivitas Maksimum tiap Prosedur (MBq)
Tulang:			
Pencitraan tulang	Tc-99m	Campuran fosfonat dan fosfat	600
Pencitraan tulang dengan <i>single photon emission computed tomography</i> (SPECT)	Tc-99m	Campuran fosfonat dan fosfat	800
Pencitraan sumsum tulang	Tc-99m	Koloid terlabel	400
Otak:			
Pencitraan otak: permeabilitas (planar/ <i>blood brain barrier</i> (BBB))	Tc-99m	TcO_4^-	500
	Tc-99m	Dietilene triamine penta-acetic acid (DTPA), atau gluco heptonat GH	500
Pencitraan otak: permeabilitas BBB (SPECT)	Tc-99m	TcO_4^-	800
	Tc-99m	DTPA atau GH	800
Pencitraan otak: aliran darah cerebral (SPECT)	Tc-99m	Hexamethyl propilene amine oxime (HM-PAO) atau ethyl cysteinat dimer (ECD)	700
Kisternografi <i>Lacrima</i>	In-111	DTPA	40

Prosedur Diagnosis	Radionuklida	Bentuk Kimia	Aktivitas Maksimum tiap Prosedur (MBq)
Pengaliran lacrimal	Tc-99m	TcO ₄ ⁻ Koloid terlabel	4 4
Tiroid:			
Pencitraan tiroid	Tc-99m	TcO ₄ ⁻	100
	I-123	I ⁻	20
Scan seluruh tubuh untuk visualisasi metastase tiroid (setelah ablasi)	I-131	I ⁻	370
Pencitraan paratiroid <i>Paru-paru</i>	Tl-201	Tl klorida	80
Pencitraan ventilasi paru-paru	Tc-99m	DTPA-aerosol	80
Pencitraan perfusi paru-paru	Tc-99m		
	Tc-99m	Albumin manusia (macroagregates-MAA atau microspheres)	100
Pencitraan perfusi paru-paru (dengan venografi)	Tc-99m	Albumin manusia (macroagregates-MAA atau microspheres)	160
Pencitraan paru-paru (SPECT)	Tc-99m	MAA	200
Hati dan limpa:			
Pencitraan hati dan limpa	Tc-99m	Koloid terlabel	80
Pencitraan sistem <i>biliary</i> fungsional	Tc-99m	Iminodacetates dan agen-agen yang sama	150
Pencitraan limpa	Tc-99m	Sel-sel darah merah terlabel yang didenaturasi	100
Pencitraan hati (SPECT)	Tc-99m	Koloid terlabel	200
Cardiovascular:			
Studi aliran darah yang pertama kali lewat	Tc-99m	TcO ₄ ⁻	800

Prosedur Diagnosis	Radionuklida	Bentuk Kimia	Aktivitas Maksimum tiap Prosedur (MBq)
	Tc-99m	DTPA	800
	Tc-99m	Macroaggregated globulin 3	400
Pencitraan kantung darah (pencitraan gerbang keseimbangan)	Tc-99m	Sel darah merah terlabel	800
Studi pemeriksaan/ pencitraan cardiac dan vascular	Tc-99m	Sel darah merah terlabel	800
Pencitraan miokardial daerah nekrotik dalam fase akut	Tc-99m	Campuran fosfonat dan fosfat	600
Pencitraan mikrokardial	Tc-99m	Campuran yang merefleksikan perfusion myocardial	400
	Tl-201	Tl ⁺ klorida	100
Pencitraan mikrokardial (SPECT)	Tc-99m	Campuran yang merefleksikan perfusion myocardial	800
Perut, sistem gastrointestinal:			
Pencitraan perut/ kelenjar ludah	Tc-99m	TcO ₄ ⁻	100
Pencitraan Meckel's diverticulum	Tc-99m	TcO ₄ ⁻	400
Pendarahan gastrointestinal	Tc-99m	Koloid terlabel	400
	Tc-99m	Sel darah merah normal terlabel	400
Lintasan oesophageal dan reflux	Tc-99m	Koloid terlabel	40
	Tc-99m	Campuran yang tidak dapat diserap	40
Pengosongan gastrik	Tc-99m	Campuran yang tidak dapat diserap	12
	In-111	Campuran yang tidak dapat diserap	12
	In-113m	Campuran yang tidak dapat diserap	12

Prosedur Diagnosis	Radionuklida	Bentuk Kimia	Aktivitas Maksimum tiap Prosedur (MBq)
Ginjal, sistem saluran air seni, dan adrenal:			
Pencitraan saluran ginjal (renal): statis	Tc-99m	Asam dimercaptosuccinic	160
Pencitraan kelenjar ginjal (renal)/renografi	Tc-99m	DTPA, glkonat dan glukheptonat	350
	Tc-99m	Macroaggregated globulin 3	100
	I-123	O-iodohippurate	20
Pencitraan adrenalin	Se-75	Selenorkolesterol	8
<i>Lain-lain</i>			
Pencitraan abses atau tumor	Ga-67	Sitrat	300
Pencitraan tumor	Tl-201	Klorida	100
	Tc-99m	Penta asam dimercaptosuccinic	400
Pencitraan tumor neuroectodermal	I-123	Meta-iodo-benzyl guanidine	400
	I-131	Meta-iodo-benzyl guanidine	20
Pencitraan node kelenjar getah bening	Tc-99m	Nanokoloid terlabel	80
Pencitraan abses	Tc-99m	Sel-sel putih terlabel exametazime	400
	In-111	Sel-sel puith terlabel	20
Pencitraan thrombus	In-111	Platelets terlabel	20

Keterangan: Umumnya aktivitas maksimal untuk untuk tiap prosedur dapat bervariasi berdasarkan kondisi klinis pasien, pertanyaan klinis, protokol dan alat yang digunakan. Untuk pasien pediatrik, dosis harus dimodifikasi berdasarkan umur dan/atau berat pasien.

Sumber: Perka BAPETEN No. 17 (2012)

Pemberian radionuklida dan/atau radiofarmaka untuk penggunaan kedokteran nuklir in vivo dan penggunaan terapi pada pasien wanita hamil atau diperkirakan hamil harus dihindari kecuali jika ada indikasi klinis yang kuat. Pasien wanita yang akan menjalani kedokteran nuklir terapi harus menunda kehamilan sampai jangka waktu tertentu seperti yang diberikan pada Tabel 7.6.

Tabel 7.6 Rekomendasi Jangka Waktu untuk Menunda Kehamilan Setelah Terapi

Jenis dan Bentuk Radionuklida	Penyakit	Aktivitas Maksimum (MBq)	Jangka Waktu menghindari Kehamilan (bulan)
Au-198 koloid	Kanker	10.000	2
I-131 koloid	Tirotoksikosis	800	4
I-131 iodium	Kanker tiroid	5.000	4
I-131 MIBG (<i>meta-iodobenzyl-guanidine</i>)	Phaeochromocytoma	5.000	4
P-32 fosfat	Polycythemia	200	3
Sr-89 klorida	Metastasis tulang	150	24
Y-90 koloid	Peradangan sendi	400	0
Y-90 koloid	Kanker	4.000	1
Er-169 koloid	Peradangan sendi	400	0
Sm-153 EDTMP (<i>ethylene-diamine-tetramethylene-phosponic-acid</i>)	Metastatis tulang	5.550	24

Kehamilan harus dihindari untuk jangka waktu yang ditunjukkan dalam kolom empat, bahkan juga berlaku jika aktivitas yang diberikan lebih kecil dari yang ditunjukkan dalam kolom tiga. Radionuklida dan/atau radiofarmaka selain yang ada di tabel, jangka waktu untuk menghindari kehamilan agar disesuaikan dengan batas keselamatan radionuklida dan/atau radiofarmaka terkait.

Sumber: Perka BAPETEN No. 17 (2012)

Pasien wanita menyusui yang sedang menjalani diagnostik in vivo atau terapi juga harus menghentikan pemberian air susu ibu (ASI) dan perawatan pada bayi. Tabel 7.7 memberikan rekomendasi jangka waktu penghentian pemberian ASI tersebut.

Tabel 7.7 Rekomendasi Penghentian Pemberian Air Susu Ibu setelah Pemberian Radiofarmaka

Radiofarmaka	Aktivitas yang Diberikan dalam MBq (mCi)	Perlu Saran Dokter	Jangka Waktu
Radiofarmaka Kelas A			
Ga-67 sitrat	185 (5,0)	Ya	Berhenti
Tc-99m DTPA	740 (20)	Tidak	

Radofarmaka	Aktivitas yang Diberikan dalam MBq (mCi)	Perlu Saran Dokter	Jangka Waktu
Tc-99m MAA	148 (4)	Ya	12 jam
Tc-99m pertenitat	185 (5)	Ya	4 jam
I-131 NaI	5.550 (150)	Ya	Berhenti
Radiofarmaka Kelas B			
Cr-51 EDTA	1,85 (0,05)	Tidak	
Tc-99m DISIDA	300 (8)	Tidak	
Tc-99m glukohheptonat	740 (20)	Tidak	
Tc-99m HAM	300 (8)	Tidak	
Tc-99m MIBI	1.110 (30)	Tidak	
Tc-99m MDP	740 (20)	Tidak	
Tc-99m PYP	740 (20)	Tidak	
Tc-99m RBC in vivo radiolabelling	740 (20)	Ya	12 jam
Tc-99m RBC in vitro radiolabelling	740 (20)	Tidak	
Tc-99m koloid sulfur	444 (20)	Tidak	
In-111 WBC	0,5 (18,5)	Tidak	
In-123 NaI	14,8 (0,4)	Ya	Berhenti
I-123 OIH	74 (2)	Tidak	
I-123 mIBG	370 (10)	Ya	48 jam
I-125 OH	0,37 (0,01)	Tidak	
I-131 OIH	11,1 (0,3)	Tidak	
Tl-201	111 (3)	Ya	96 jam
Tc-99m DTPA aerosol	37 (1)	Tidak	
Radiofarmaka Kelas C			
Tc-99m WBC	185 (5)	Ya	48 jam
Tc-99m MAG3	370 (10)	Tidak	
Xe-133 gas		Tidak	

Sumber: Perka BAPETEN No. 17 (2012)

c. Intervensi

Persyaratan terkait tindakan intervensi yang perlu dilakukan jika terjadi keadaan darurat juga sama dengan tindakan intervensi yang perlu dilakukan jika terjadi keadaan darurat pada radiologi diagnostik dan intervensional. Keadaan darurat pada kedokteran nuklir dapat diakibatkan oleh kejadian:

- 1) pengobatan yang diberikan pada pasien yang salah atau pada jaringan yang salah, atau penggunaan radionuklida dan/atau radiofarmaka yang salah;
- 2) nilai dosis yang diberikan sangat berbeda dari yang seharusnya diberikan atau nilai dosis yang diberikan dapat menyebabkan efek sekunder akut; atau
- 3) kegagalan alat, kesalahan, atau kejadian lain yang tidak lazim yang menyebabkan paparan pasien sangat berbeda dari dosis yang diharapkan.

d Rekaman dan Laporan

Rekaman pada kedokteran nuklir meliputi hal yang serupa pada rekaman pada radiologi diagnostik dan intervensi, ditambah dengan hasil pemantauan radiasi pasien setelah menjalani terapi, penyimpanan sementara radionuklida dan/atau radiofarmaka, penggantian zat radioaktif untuk kalibrasi peralatan, dan penanganan limbah radioaktif.

Sementara itu, laporan pada kedokteran nuklir meliputi pelaksanaan program proteksi dan keselamatan radiasi, pelaksanaan verifikasi keselamatan radiasi, dan pencarian fakta mengenai panjangan darurat akibat kecelakaan radiasi. Laporan dibuat secara tertulis oleh PPR dan disampaikan kepada Kepala BAPETEN paling kurang sekali dalam 1 tahun, kecuali laporan pencarian fakta yang paling lambat 5 hari kerja setelah kecelakaan radiasi.

3. Keselamatan Radiasi dalam Radioterapi

Keselamatan radiasi dalam radioterapi terdiri atas persyaratan izin, persyaratan keselamatan radiasi, intervensi, dan rekaman dan laporan dalam penggunaan radioterapi. Penggunaan radioterapi meliputi

- 1) terapi eksternal yang dapat dibedakan atas teleterapi ^{60}Co , pisau gamma (*gamma knife*), LINAC, *cyberknife*, pesawat sinar-X orthovolt, dan pesawat sinar-X superfisial serta

- 2) brakiterapi yang brakiterapi manual implan permanen dan brakiterapi *remote afterloading*¹³.

a. Persyaratan izin

Semua penggunaan radioterapi harus memiliki izin dari BAPETEN. Persyaratan izin untuk penggunaan terapi eksternal dan/atau brakiterapi *remote afterloading* diberikan bertahap melalui izin konstruksi dan izin operasi. Persyaratan izin konstruksi ini meliputi hal-hal umum yang berlaku juga untuk persyaratan izin diagnostik radiologi dan kedokteran nuklir, ditambah dengan gambar desain ruangan radioterapi dalam bentuk cetak biru skala 1:50 dengan tiga penampang lintang dan penggunaan ruang sekitarnya.

Selain itu juga perlu dilengkapi dengan fotokopi spesifikasi peralatan terapi eksternal dan brakiterapi *remote afterloading* dari pabrikan dan uraian konstruksi ruangan yang meliputi perhitungan ketebalan penahan radiasi, dan jenis serta densitas material. Adapun persyaratan izin operasi meliputi hal-hal umum seperti untuk radiologi diagnostik dan kedokteran nuklir, ditambah dengan fotokopi SIB PPR Medis tingkat I, gambar ruangan radioterapi yang terbangun, dan fotokopi sertifikat alat ukur aktivitas brakiterapi.

Untuk terapi eksternal, persyaratan izin operasi dalam bentuk hasil verifikasi keselamatan radiasi meliputi dokumen hasil uji keberterimaan, hasil uji komisioning, hasil pengukuran paparan radiasi, dan sertifikat keluaran terapi eksternal. Untuk brakiterapi *remote afterloading*, hasil verifikasi keselamatan radiasi meliputi dokumen hasil uji keberterimaan, hasil uji komisioning dan hasil pengukuran paparan radiasi.

Uji keberterimaan untuk terapi eksternal meliputi uji sistem keselamatan, uji sistem mekanik dan pengukuran sistem dosimetri. Adapun uji komisioning meliputi pengukuran berkas foton dan/atau elektron dan pengisian data ke *treatment planning system* (TPS).

13 Menurut Bab I Ketentuan Umum pada Peraturan Kepala BAPETEN No. 3 Tahun 2013 tentang Keselamatan Radiasi Dalam Penggunaan Radioterapi, "Brakiterapi *remote afterloading* adalah jenis radioterapi jarak dekat yang diberikan secara manual".

Untuk brakiterapi *remote afterloading*, uji keberterimaan meliputi uji akurasi posisi sumber, uji akurasi pergeseran sumber, dan uji akurasi waktu keluar sumber. Sementara itu, uji komisioningnya meliputi verifikasi distribusi dosis sumber di medium air atau udara antara pengukuran dengan TPS, kalibrasi sumber dengan menggunakan faktor kalibrasi yang tepat, dan/atau kalibrasi laju dosis atau aktivitas dengan pengukuran di fantom, di udara, atau dengan menggunakan *well chamber*.

b. Persyaratan Keselamatan Radiasi

Persyaratan keselamatan radiasi meliputi hal-hal umum yang berlaku juga untuk persyaratan keselamatan radiasi diagnostik radiologi dan kedokteran nuklir. Untuk personel yang terlibat selain dokter spesialis, PPR dan perawat, ada juga tenaga ahli dan/atau fisikawan medis, radioterapis, dosimetris, teknisi elektromedis dan teknisi ruang cetak (*mould room technician*).

Dalam hal perlengkapan proteksi radiasi yang merupakan bagian dari persyaratan keselamatan radiasi, perlengkapan minimal meliputi surveimeter, monitor perorangan, apron dan pelindung organ. Untuk brakiterapi manual harus dilengkapi pula dengan tang penjepit, kontener, dosimeter jari, dan blok Pb.

Dalam hal persyaratan teknik yang juga merupakan bagian dari persyaratan keselamatan radiasi, ditentukan bahwa peralatan radioterapi harus memiliki desain sistem gagal-selamat yang berupa sistem *interlock* dan sistem manual yang independen untuk menghentikan penyinaran. Pesawat teleterapi Co-60 harus dilengkapi dengan alat untuk mengembalikan sumber secara manual pada posisi terperisai dan dinding perisai pada pengoperasian Linac dengan energi foton di atas 10 MV harus dilapis dengan bahan penyerap neutron.

c. Intervensi

Persyaratan terkait intervensi secara umum juga sama dengan persyaratan intervensi untuk diagnostik dan kedokteran nuklir, yaitu perlu adanya prosedur rencana penanggulangan, tindakan yang harus

dilakukan jika terjadi kecelakaan yang menyebabkan paparan darurat, dan pencatatan hasil pencarian fakta mengenai kecelakaan di dalam *logbook*.

d. Rekaman dan Laporan

Persyaratan terkait rekaman dan laporan secara umum juga sama dengan persyaratan rekaman dan laporan untuk diagnostik dan kedokteran nuklir. Untuk data inventarisasi peralatan yang termasuk dalam persyaratan rekaman, hal ini meliputi pula data penggantian zat radioaktif terbungkus yang dipakai dan data penggantian tabung akselerator dan pesawat sinar-X yang relevan.

B. Analisis

Persyaratan keselamatan radiasi untuk aplikasi medis dalam publikasi standar IAEA diberikan pada dokumen *Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation* (IAEA, 2018b). Dokumen IAEA ini menggantikan empat dokumen IAEA sebelumnya, yaitu *Radiological Protection for Medical Exposure to Ionizing Radiation* (IAEA RS-G-1.5, 2002), *Applying Radiation Safety Standards in Radiotherapy* (IAEA Safety Reports Series No.38, 2006), *Applying Radiation Safety Standards in Diagnostic Radiology and Interventional Procedures Using X Rays* (IAEA Safety Reports Series No.39, 2006), dan *Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine* (IAEA Safety Reports Series No.40, 2005).

Penggabungan standar ketiga jenis aplikasi radiasi di bidang medis ini cukup efisien. Beberapa persyaratan umum standar, seperti tugas dan tanggung jawab, persyaratan manajemen, serta persyaratan proteksi radiasi, dapat digabung dalam satu bab sehingga peraturan dapat lebih kompak dan efisien. Dengan perkembangan aplikasi radiasi di bidang medis saat ini yang memperkenalkan sistem pencitraan hibrida yang menggabungkan keahlian radiologi diagnostik dan kedokteran nuklir, juga meningkatnya penggunaan pencitraan pada verifikasi awal terapi, keterkaitan ketiga sektor aplikasi radiasi di bidang medis ini membutuhkan satu dokumen persyaratan yang terintegrasi dan komprehensif.

Beberapa ketentuan pada PerBAPETEN 4 (2020), sementara itu, patut dianalisis. Pasal 3 ayat (2) terkait penghambat dosis—atau pembatas dosis sesuai dengan istilah yang digunakan pada peraturan BAPETEN ini—menyatakan,

"dalam hal personel bekerja di lebih dari satu fasilitas, pembatas dosis harus ditetapkan dengan mempertimbangkan kontribusi dari masing-masing fasilitas".

Ketentuan ini menyiratkan bahwa pembatas dosis berlaku untuk personel. Padahal, pengertian yang diberikan IAEA tidak demikian. Paragraf 2.17 dari publikasi SSG-46 IAEA (IAEA SSG-46, 2018a) menyatakan bahwa salah satu tujuan penetapan penghambat dosis untuk setiap sumber paparan radiasi tertentu adalah untuk memastikan bahwa jumlah dosis dari paparan terencana untuk semua sumber yang terkendali tetap dalam nilai batas dosis. Dari paragraf ini dapat dilihat bahwa IAEA menetapkan penghambat dosis dalam kaitannya dengan sumber radiasi dan bukan untuk kepentingan personel.

Ketentuan terkait penggunaan dosimeter aktif untuk personel selain pekerja radiasi dan dosimeter pasif untuk pekerja radiasi pada prosedur radiologi intervensional juga cukup menarik perhatian. Pada saat prosedur intervensional dilaksanakan, tidak mungkin seorang nonpekerja radiasi diizinkan masuk ke dalam ruang tindakan dan karena itu tidak perlu ada keharusan penggunaan dosimeter aktif bagi dirinya. Dosimeter aktif justru dapat dianjurkan untuk digunakan oleh pekerja radiasi saat prosedur tindakan dilaksanakan, sebagai pendukung untuk melihat penerimaan dosis radiasi dengan segera. Dosimeter pasif, seperti diketahui, dievaluasi 3 bulan sekali, dan akan cukup menyulitkan untuk mengambil tindakan jika terjadi penerimaan dosis radiasi berlebih oleh pekerja radiasi.

Terkait dengan uji kesesuaian pesawat sinar-X, mekanisme yang diterapkan BAPETEN saat ini cukup rumit. Setelah dilakukan pengujian oleh penguji berkualifikasi yang lulus pelatihan ditunjuk oleh BAPETEN, Laporan Hasil Uji (LHU) yang disiapkan oleh penguji

berkualifikasi tersebut harus dievaluasi oleh tiga orang tenaga ahli (TA), yang terdiri atas satu orang koordinator TA yang memeriksa kelengkapan LHU dan kemudian menyetujui diterbitkannya sertifikat, satu orang TA yang mengevaluasi LHU, dan satu orang TA lain yang menyetujui hasil evaluasi LHU.

Untuk efisiensi dan mempercepat keluarnya sertifikat, sebenarnya BAPETEN dapat menyerahkan sepenuhnya proses pengujian hingga penerbitan sertifikat kepada Lembaga Uji Kesesuaian. Untuk ini, penguji berkualifikasi harus memiliki kompetensi yang sama dengan kompetensi untuk tenaga ahli yang dipersyaratkan saat ini, dan juga lulus pelatihan dan mendapat sertifikat kompetensi. Dengan demikian tidak perlu ada lagi tenaga ahli khusus seperti saat ini. Untuk menjaga mutu Lembaga Uji Kesesuaian, BAPETEN dapat melakukan audit secara berkala kepada Lembaga.

Pada Perka BAPETEN Nomor 8 Tahun 2011 yang telah dicabut dan diganti dengan PerBAPETEN No. 4 Tahun 2020 diberikan ketentuan terkait ukuran ruangan pesawat sinar-X dan *mobile station*. Ketentuan ini dihilangkan dari PerBAPETEN Nomor 4 tahun 2020, tetapi kemudian diakomodasi pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 24 Tahun 2020 tentang Pelayanan Radiologi Klinik, yang tidak hanya memberikan ketentuan mengenai ukuran ruangan pemeriksaan, tetapi juga ukuran semua ruangan pada pelayanan radiologi klinik. Tabel 7.8 memberikan ukuran ruangan fasilitas pelayanan radiologi klinik.

Tabel 7.8 Ukuran Ruangannya Pemeriksaan pada Pelayanan Radiologi Klinik

No.	Jenis Pesawat Sinar-X	Ukuran Minimum Ruangannya (Panjang x Lebar x Tinggi)
1	Pesawat sinar-X dengan tegangan s/d 125 kV	4 m x 3 m x 2,8 m
2	Pesawat sinar-X dengan tegangan >125 kV	6,5 m x 4 m x 2,8 m
3	Pesawat sinar-X fluoroskopi	7,5 m x 5,7 m x 2,8 m
4	CT scan	6 m x 4 m x 3 m
5	DSA	8,5 m x 7,5 m x 2,8 m

6	Mammografi	4 m x 3 m x 2,8 m
7	Panoramik-cefalometri	3 m x 2 m x 2,8 m

Sumber: Permenkes No. 24 (2020)

Berdasarkan kemampuan pelayanan, Kemenkes Nomor 24 Tahun 2020 membedakan pelayanan radiologi klinik atas pelayanan radiologi klinik pratama, madya, utama, dan paripurna. Kemampuan pelayanan ini didasarkan pada sumber daya manusia dan peralatan yang dimiliki oleh masing-masing jenis pelayanan tersebut.

Dari sisi proteksi dan keselamatan radiasi praktis, peraturan yang diberikan pada Permenkes Nomor 24 Tahun 2020 dapat dikatakan lebih lengkap dan terperinci dibandingkan dengan PerBAPETEN Nomor 4 Tahun 2020. Beberapa ketentuan yang lebih terperinci, antara lain, mengenai jumlah sumber daya manusia yang diperlukan serta jenis, kelengkapan, dan jumlah minimal peralatan proteksi radiasi. Perlengkapan proteksi radiasi yang dibutuhkan untuk setiap jenis pelayanan radiologi klinik diberikan pada Tabel 7.9.

Tabel 7.9 Perlengkapan Proteksi Radiasi pada Pelayanan Radiologi Klinik

Pelayanan Radiologi Klinik	Perlengkapan Proteksi Radiasi	Jumlah (Minimal)
Pratama	- Apron Pb tebal minimal 0,25 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Pelindung tiroid Pb tebal minimal 0,25 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Pelindung gonad Pb tebal minimal 0,5 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Surveimeter	- Satu/pekerja
	- Film badge/TLD	
Madya	- Apron Pb tebal minimal 0,5 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Sarung tangan Pb, tebal minimal 0,5 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Kacamata Pb, tebal minimal 1 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Pelindung tiroid Pb tebal minimal 1 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Pelindung gonad Pb tebal minimal 0,5 mm	

Pelayanan Radiologi Klinik	Perlengkapan Proteksi Radiasi	Jumlah (Minimal)
	- Tabir mobile minimal tinggi 200 cm dan lebar 100 cm setara 2 mm Pb + kaca Pb +, ukuran kaca sesuai kebutuhan, tebal 2 mm Pb	- Sesuai kebutuhan
	- Surveimeter	- Sesuai kebutuhan
	- Film badge/TLD	- Satu/pekerja
Utama	- Apron Pb tebal minimal 0,5 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Sarung tangan Pb, tebal minimal 0,5 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Kacamata Pb, tebal minimal 1 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Pelindung tiroid Pb tebal minimal 1 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Pelindung gonad Pb tebal minimal 0,5 mm	- 1 per unit mobile X-ray
	- Tabir mobile minimal tinggi 200 cm dan lebar 100 cm setara 2 mm Pb + kaca Pb +, ukuran kaca sesuai kebutuhan, tebal 2 mm Pb	- Sesuai kebutuhan
	- Surveimeter	- Sesuai kebutuhan
	- Analog/digital dosimeter kantong	- Satu/pekerja
	- <i>Film badge/TLD</i>	
Paripurna	- Apron Pb tebal minimal 0,5 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Sarung tangan Pb, tebal minimal 0,5 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Kacamata Pb, tebal minimal 1 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Pelindung tiroid Pb tebal minimal 1 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Pelindung gonad Pb tebal minimal 0,5 mm	- Sesuai kebutuhan
	- Tabir <i>mobile</i> minimal tinggi 200 cm dan lebar 100 cm setara 2 mm Pb + kaca Pb+, ukuran kaca sesuai kebutuhan, tebal 2 mm Pb	- 1 per unit <i>mobile</i> X-ray
	- Surveimeter	- Sesuai kebutuhan
	- Analog/digital dosimeter kantong	- Sesuai kebutuhan
	- <i>Film badge/TLD</i>	- Satu/pekerja

Pelayanan Radiologi Klinik	Perlengkapan Proteksi Radiasi	Jumlah (Minimal)
	- TLD <i>reader</i> untuk pengukuran dosis pasien, dengan 1 tabung nitrogen dan 1 oven annealing	- Satu unit
	- TLD pasien	- Minimal 1 per <i>reading</i>

Sumber: Permenkes No. 24 (2020)

Dalam hal persyaratan izin operasi penggunaan terapi eksternal, pada Pasal 6 Perka BAPETEN Nomor 3 Tahun 2013,

"Salah satu persyaratan untuk memperoleh izin adalah laporan hasil verifikasi keselamatan radiasi yang meliputi antara lain dokumen sertifikat keluaran terapi eksternal".

Terkait dengan hal ini, disebutkan dalam Pasal 13 Perka BAPETEN Nomor 1 Tahun 2006,

"Kalibrasi keluaran sumber radiasi teleterapi gamma dan LINAC dilakukan secara berkala sekurang-kurangnya dua tahun sekali oleh Laboratorium Dosimetri Standar Sekunder (LDSS)".

Yang dimaksud dengan sumber radiasi teleterapi gamma dan LINAC dalam hal ini adalah sama dengan terapi eksternal.

Penunjukan LDSS yang saat itu berada di lingkungan BATAN—atau di BRIN sekarang—menimbulkan sedikit riak dengan Kementerian Kesehatan yang menilai bahwa kalibrasi keluaran sumber radiasi teleterapi tersebut merupakan juga kewajiban instansi Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) yang berada di lingkungannya. Sehubungan dengan hal ini, BPFK meminta agar mereka juga berhak memiliki kewenangan melakukan kalibrasi tersebut.

Namun, kewajiban LDSS untuk melakukan kalibrasi keluaran terapi eksternal sebenarnya bertentangan dengan kewajiban LDSS yang disepakati secara internasional melalui IAEA. Menurut

IAEA, LDSS seharusnya hanya melakukan verifikasi terhadap hasil pengukuran atau kalibrasi keluaran yang dilakukan oleh pihak rumah sakit. Dengan kata lain, pihak rumah sakit yang sebenarnya harus bertanggung jawab atas keluaran kalibrasi pada pesawat terapi eksternal miliknya, sementara LDSS hanya melakukan verifikasi terhadap hasil pengukuran tersebut.

Baik Perka BAPETEN Nomor 17 Tahun 2012 maupun Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 3 Tahun 2013 masih mengandung ketentuan mengenai intervensi, salah satu kategori paparan yang direkomendasikan ICRP pada tahun 1991, tetapi sudah tidak lagi direkomendasikan pada tahun 2007 dan juga sudah ditinggalkan pada standar keselamatan IAEA yang diacu saat ini (IAEA, 2014). Karena itu, kedua Perka BAPETEN ini sudah selayaknya diganti atau direvisi sesuai dengan perkembangan ini.

Bab VIII

Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran,

"instalasi nuklir adalah reaktor nuklir, fasilitas yang digunakan untuk pemurnian, konversi, pengayaan bahan nuklir, fabrikasi bahan bakar nuklir dan/atau pengolahan ulang bahan bakar nuklir bekas, dan/atau fasilitas yang digunakan untuk menyimpan bahan bakar nuklir dan bahan bakar nuklir bekas".

Sementara itu reaktor nuklir adalah alat atau instalasi yang dijalankan dengan bahan bakar nuklir yang dapat menghasilkan reaktor inti berantai yang terkendali dan digunakan untuk pembangkitan daya, atau penelitian, dan/atau produksi radioisotop.

Keselamatan instalasi nuklir diatur pada Peraturan Pemerintah Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir. Terkait dengan ini, sebelumnya Kepala BAPETEN telah mengeluarkan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2009 tentang Ketentuan Sistem Proteksi Fisik Instalasi dan Bahan Nuklir.

Keselamatan instalasi nuklir dimaksudkan untuk melindungi pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup yang dilakukan melalui

upaya pertahanan yang efektif terhadap timbulnya bahaya radiasi di instalasi nuklir, sementara keamanan instalasi nuklir ditujukan untuk mencegah penyimpangan terhadap pemanfaatan bahan nuklir dari tujuan damai dan mencegah, mendeteksi, menilai, menunda, serta merespons tindakan pemindahan bahan nuklir secara tidak sah dan sabotase instalasi nuklir dan bahan nuklir.

A. Peraturan Perundang-Undangan

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 54 Tahun 2012, keselamatan dan keamanan instalasi nuklir meliputi teknis keselamatan instalasi nuklir, teknis keamanan instalasi nuklir, manajemen keselamatan dan keamanan instalasi nuklir, serta kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir.

1. Teknis Keselamatan Instalasi Nuklir

Teknis keselamatan instalasi nuklir meliputi pemantauan tapak, desain dan konstruksi, komisioning, operasi, modifikasi, dekomisioning dan verifikasi dan penilaian keselamatan.

a. Pemantauan Tapak

Pemantauan tapak wajib dilakukan pada tahap konstruksi, komisioning, operasi dan dekomisioning, dan meliputi pemantauan karakteristik bahaya akibat kejadian alam dan kejadian ulah manusia terhadap keselamatan instalasi nuklir. Karakteristik bahaya dimaksud meliputi aspek

- 1) pengaruh kejadian alam dan kejadian ulah manusia terhadap keselamatan instalasi nuklir di tapak dan wilayah sekitarnya,
- 2) karakteristik tapak dan wilayah sekitarnya yang berpengaruh pada perpindahan zat radioaktif yang dilepaskan oleh instalasi nuklir sampai pada manusia dan lingkungan hidup, dan
- 3) demografi penduduk dan karakteristik lain dari tapak dan wilayah sekitarnya yang berkaitan dengan evaluasi risiko terhadap anggota masyarakat dan kelayakan penerapan program kesiapsiagaan nuklir.

Jika dari hasil pemantauan tapak pada tahap konstruksi, komisioning, atau operasi ditemukan bahaya yang signifikan terhadap keselamatan instalasi nuklir, pemegang izin wajib melakukan solusi rekayasa. Solusi rekayasa ini berupa perubahan desain atau modifikasi yang paling sedikit meliputi

- 1) penguatan struktur;
- 2) penambahan struktur, sistem, dan komponen; serta
- 3) penyediaan peralatan proteksi.

Pemantauan tapak juga wajib dilaksanakan sesuai dengan rencana pemantauan lingkungan hidup (RPL) dan rencana pengelolaan lingkungan hidup (RKL). RPL dan RKL ini paling sedikit memuat

- 1) dampak penting dan sumber dampak penting,
- 2) tolok ukur dampak,
- 3) tujuan rencana pengelolaan lingkungan hidup,
- 4) pengelolaan lingkungan hidup,
- 5) lokasi pengelolaan lingkungan hidup,
- 6) periode pengelolaan lingkungan hidup,
- 7) pembiayaan pengelolaan lingkungan hidup, dan
- 8) institusi pengelolaan lingkungan hidup.

Dalam hal pemantauan tapak untuk reaktor nuklir—selain pelaksanaan RPL dan RKL—pemantauan dilakukan terhadap kemampuan tapak untuk menerima buangan panas selama tahap operasi. Ketentuan lengkap mengenai RPL dan RKL diberikan pada Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 3 Tahun 2014 tentang Penyusunan Dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Bidang Ketenaganukliran.

b. Desain dan Konstruksi

Konstruksi instalasi nuklir dilaksanakan oleh pemegang izin dengan didasarkan pada desain yang memenuhi prinsip dasar keselamatan nuklir yang meliputi keselamatan inheren, penghalang ganda, margin keselamatan, redundansi, keragaman, kemandirian, gagal-selamat, dan kualifikasi peralatan.

Pemegang izin wajib menjamin terpenuhinya persyaratan desain sejak konstruksi sampai dengan dekomisioning. Persyaratan desain terdiri atas

- 1) persyaratan umum, yang meliputi desain
 - a) keandalan struktur, sistem dan komponen;
 - b) kemudahan operasi, inspeksi, perawatan, dan pengujian;
 - c) kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir;
 - d) kemudahan dekomisioning;
 - e) proteksi radiasi;
 - f) untuk faktor manusia; dan
 - g) untuk meminimalkan penuaan.
- 2) Persyaratan khusus, yang meliputi persyaratan khusus desain reaktor nuklir dan persyaratan khusus desain instalasi nuklir nonreaktor.

Untuk desain reaktor nuklir, persyaratan khusus meliputi paling sedikit desain

- 1) teras reaktor,
- 2) sistem pemindahan panas,
- 3) sistem *shutdown*,
- 4) sistem proteksi reaktor,
- 5) fitur keselamatan teknis,
- 6) sistem pengungkung,
- 7) sistem instrumentasi dan kendali,
- 8) sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir,
- 9) sistem pengelolaan limbah radioaktif, dan
- 10) sistem bantu.

Sementara itu, untuk desain instalasi nuklir nonreaktor, persyaratan khususnya meliputi

- 1) sistem penanganan dan penyimpanan bahan nuklir,
- 2) sistem fabrikasi,
- 3) sistem proses,
- 4) sistem proteksi dan interlock,

- 5) sistem alarm,
- 6) sistem catu daya listrik,
- 7) sistem pemasok air,
- 8) sistem pemasok udara,
- 9) sistem pemasok dan distribusi uap,
- 10) sistem pendingin,
- 11) sistem komunikasi, dan/atau
- 12) sistem proteksi kebakaran dan ledakan.

Untuk memenuhi persyaratan umum dan khusus tersebut, pemegang izin wajib menetapkan klasifikasi struktur, sistem, dan komponen instalasi nuklir yang dilakukan berdasarkan kelas keselamatan, kelas mutu, dan/atau kelas seismik. Selanjutnya, konstruksi wajib dilaksanakan sesuai dengan program konstruksi, yang meliputi

- 1) prosedur dan jadwal pelaksanaan konstruksi,
- 2) prosedur uji fungsi,
- 3) titik tunda,
- 4) kriteria penerimaan desain, dan
- 5) dokumentasi dan pelaporan.

Pemegang izin dapat melaksanakan perubahan desain selama konstruksi instalasi nuklir untuk meningkatkan keselamatan instalasi, mencegah kegagalan yang teridentifikasi selama konstruksi, dan/atau meningkatkan kemudahan untuk perawatan instalasi nuklir. Perubahan desain yang dapat dilakukan meliputi perubahan desain yang memengaruhi struktur, sistem, dan komponen yang penting untuk keselamatan, serta tidak memengaruhi struktur, sistem, dan komponen yang penting untuk keselamatan. Dalam hal ini, struktur, sistem, dan komponen yang penting untuk keselamatan terdiri atas

- 1) struktur, sistem, dan komponen yang mencegah timbulnya paparan radiasi pada pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup;
- 2) struktur, sistem, dan komponen yang mencegah kejadian operasi terantisipasi menjadi kondisi kecelakaan; dan

- 3) fitur yang disediakan untuk mitigasi konsekuensi penyimpangan fungsi atau kegagalan struktur, sistem, dan komponen.

c. Komisioning

Program komisioning wajib ditetapkan untuk memastikan struktur, sistem, dan komponen instalasi nuklir yang telah terpasang dapat berfungsi sesuai dengan desain. Program ini harus memuat pengujian desain secara terintegrasi untuk semua sistem dengan bahan nuklir.

Dalam pengujian, pemegang izin melakukan verifikasi untuk menetapkan batasan dan kondisi operasi sesuai dengan persyaratan umum dan persyaratan khusus desain. Pemegang izin juga wajib menetapkan rencana deteksi penuaan struktur, sistem, dan komponen sebelum kegiatan komisioning dimulai yang dilaksanakan melalui pengumpulan dan analisis data yang terkait dengan penuaan struktur, sistem, dan komponen sejak kegiatan komisioning dimulai.

d. Operasi

Dalam pelaksanaan operasi instalasi nuklir, pemegang izin wajib menetapkan batasan dan kondisi operasi, prosedur operasi, program perawatan, surveilans dan inspeksi, serta program manajemen penuaan. Penetapan batasan dan kondisi operasi dilaksanakan sesuai dengan pengujian dan komisioning, yang meliputi batas keselamatan, pengesetan sistem keselamatan, kondisi batas untuk operasi normal, persyaratan surveilans, dan persyaratan administrasi. Operasi instalasi nuklir wajib dilaksanakan sesuai dengan batasan dan kondisi operasi ini. Prosedur operasi wajib dilaksanakan pada semua kondisi instalasi nuklir yang meliputi operasi normal, kejadian operasi terantisipasi, dan kecelakaan dasar desain dan kecelakaan yang melampaui dasar desain.

Dalam hal program perawatan—surveilans dan inspeksi—hal ini wajib ditetapkan dan dilaksanakan untuk setiap struktur, sistem, dan komponen yang penting untuk keselamatan. Program ini wajib dilaksanakan oleh petugas yang terlatih dan/atau terqualifikasi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Program manajemen penuaan wajib ditetapkan dan dilaksanakan pada struktur, sistem, dan komponen kritis. Evaluasi secara berkala wajib dilakukan terhadap pelaksanaan program.

Selain itu, jika selama pelaksanaan operasi dilakukan utilisasi yang tidak tercantum dalam laporan analisis keselamatan, hal tersebut dapat memengaruhi keselamatan instalasi nuklir atau mengubah batasan dan kondisi operasi. Oleh karena itu, pemegang izin wajib memperoleh persetujuan dari Kepala BAPETEN. Izin akan diberikan apabila Kepala BAPETEN setuju dengan hasil analisis keselamatan yang perlu dilakukan sebelumnya, paling sedikit memuat

- 1) alasan dan justifikasi utilisasi,
- 2) analisis potensi bahaya akibat utilisasi,
- 3) analisis dampak radiologi dan nonradiologi selama pelaksanaan utilisasi dan saat uji fungsi setelah utilisasi, dan
- 4) upaya untuk mengatasi potensi bahaya akibat utilisasi.

Untuk reaktor daya komersial, pemegang izin dilarang melakukan eksperimen selama operasi.

e. Modifikasi

Pemegang izin dapat melaksanakan modifikasi selama tahap komisioning dan operasi instalasi nuklir untuk meningkatkan keselamatan instalasi nuklir, mencegah kegagalan yang teridentifikasi selama komisioning dan operasi instalasi nuklir, memenuhi peraturan perundang-undangan, mengurangi kebolehjadian kesalahan manusia, mempermudah perawatan instalasi nuklir, dan/atau meningkatkan kinerja instalasi nuklir. Untuk tiga jenis modifikasi yang pertama, kegiatan komisioning dan operasi reaktor nuklir wajib dihentikan.

Persetujuan Kepala BAPETEN untuk pelaksanaan modifikasi wajib diperoleh apabila modifikasi menyebabkan perubahan batasan dan kondisi operasi; memengaruhi struktur; memengaruhi sistem dan komponen yang penting untuk keselamatan; atau menimbulkan bahaya yang sifatnya berbeda atau kemungkinan terjadinya lebih besar dari yang dianalisis dalam laporan analisis keselamatan. Dalam

memperoleh persetujuan, pemegang izin harus menyampaikan program modifikasi yang paling sedikit memuat analisis keselamatan dan desain terperinci modifikasi, dan menyampaikan dokumen sistem manajemen untuk modifikasi.

Uji fungsi setelah modifikasi wajib dilaksanakan untuk memastikan struktur, sistem, dan komponen berfungsi sesuai dengan program modifikasi. Jika hasil uji fungsi tidak sesuai dengan program modifikasi, pemegang izin wajib melakukan analisis untuk mencari penyebab ketidaksesuaian dan melakukan upaya untuk mengatasi ketidaksesuaian.

f. Dekomisioning

Pelaksanaan program dekomisioning dilakukan mulai dari karakterisasi sampai dengan survei radiasi akhir, serta dikaji ulang dan dimutakhirkan secara berkala selama tahap komisioning, operasi, dan dekomisioning. Dalam mengkaji ulang dan memutakhirkan program dekomisioning, pertimbangan harus dilakukan paling sedikit pada

- 1) perubahan struktur, sistem, dan komponen selama operasi instalasi nuklir;
- 2) kejadian operasi terantisipasi dan/atau kecelakaan yang pernah terjadi selama komisioning dan operasi instalasi nuklir;
- 3) biaya dekomisioning; dan
- 4) teknologi terkini terkait dekomisioning.

g. Verifikasi dan penilaian keselamatan

Verifikasi dan penilaian keselamatan wajib dilaksanakan selama tahap konstruksi, komisioning, dan operasi instalasi nuklir. Verifikasi keselamatan harus dilakukan melalui analisis dan surveilans yang meliputi

- 1) penerapan sistem manajemen pada setiap tahap kegiatan;
- 2) konfirmasi desain oleh tim independen;
- 3) peninjauan kembali faktor yang terkait tapak;

- 4) surveilans yang dilakukan secara terus menerus selama komisioning dan operasi instalasi nuklir, termasuk pemantauan lingkungan hidup; dan
- 5) penilaian terhadap keperluan modifikasi dan pengendaliannya.

Penilaian keselamatan, sementara itu, juga wajib dilakukan secara berkala yang meliputi penilaian terhadap

- 1) desain instalasi nuklir;
- 2) kondisi terkini struktur, sistem, dan komponen;
- 3) kualifikasi peralatan;
- 4) penuaan;
- 5) kinerja keselamatan dan umpan balik pengalaman operasi;
- 6) manajemen keselamatan dan program kesiapsiagaan nuklir; dan
- 7) dampak radiologi pada lingkungan hidup.

Selama tahap komisioning, operasi, dan dekomisioning, pemegang izin wajib membentuk panitia penilai keselamatan instalasi nuklir yang independen. Anggota panitia ini harus memiliki kualifikasi dan kompetensi yang berkaitan dengan komisioning, operasi, dan/atau dekomisioning, bisa berasal dari dalam dan/atau luar organisasi pemegang izin, dan untuk yang dari dalam tidak boleh berasal dari unit kerja yang terkait langsung dengan komisioning, operasi, dan/atau dekomisioning.

Panitia penilai keselamatan bertugas melakukan penilaian dan memberikan rekomendasi paling sedikit mengenai

- 1) operasi dan pemantauan radiasi personel, daerah kerja, dan lingkungan hidup;
- 2) modifikasi struktur, sistem, dan komponen;
- 3) perubahan batasan dan kondisi operasi;
- 4) pelanggaran terhadap batasan dan kondisi operasi, kondisi izin, serta prosedur yang memengaruhi keselamatan;
- 5) prosedur dan perubahan prosedur yang memengaruhi keselamatan;
- 6) kejadian operasi terantisipasi, kecelakaan dasar desain, dan kecelakaan yang melampaui dasar desain;

- 7) pengujian dan perubahan pengujian terhadap struktur, sistem, dan komponen;
- 8) eksperimen dan perubahan eksperimen; dan
- 9) penilaian berkala terhadap kinerja operasi dan keselamatan instalasi nuklir.

2. Teknis Keamanan Instalasi Nuklir

Teknis keamanan instalasi nuklir meliputi garda-aman (*safeguards*) dan proteksi fisik, yang dilaksanakan selama pemantauan tapak sebelum desain dan konstruksi, komisioning dan operasi, perubahan *safeguards* dan sistem proteksi fisik, evaluasi keamanan, dan dekomisioning.

a. Pemantauan Tapak sebelum Desain dan Konstruksi

Selama pemantauan tapak sebelum desain dan konstruksi, dalam melaksanakan *safeguards* pemegang izin wajib menyampaikan deklarasi rencana umum pengembangan daur bahan bakar nuklir, penelitian, dan pengembangan yang terkait dengan daur bahan bakar nuklir, serta menyusun daftar informasi desain pendahuluan. Sementara itu, untuk pelaksanaan proteksi fisik pemegang izin menetapkan ancaman dasar desain lokal yang mengacu pada ancaman dasar desain nasional. Dalam hal ini, ancaman dasar desain lokal adalah sifat dan karakteristik musuh baik dari dalam maupun luar yang spesifik untuk wilayah di sekitar tapak instalasi dan digunakan sebagai dasar atau alasan bagi pemegang izin untuk merancang dan mengevaluasi sistem proteksi fisik.

b. Desain dan Konstruksi

Selama kegiatan desain dan konstruksi, dalam melaksanakan *safeguards* pemegang izin wajib menyampaikan deklarasi impor peralatan khusus dan bahan yang terkait nuklir dan menyusun daftar informasi desain. Sementara itu, untuk pelaksanaan proteksi fisik, pemegang izin wajib menetapkan dan melaksanakan sistem proteksi fisik yang meliputi kajian kerawanan fasilitas, rencana proteksi fisik, karakteristik sistem proteksi fisik, kendali jalur komunikasi, ketentuan akses, dan uji fungsi sistem proteksi fisik.

Dalam menetapkan dan melaksanakan rencana proteksi fisik, pemegang izin harus mengklasifikasikan bahan nuklir yang digunakan, disimpan dan diangkut, mengacu pada ancaman dasar desain lokal sesuai dengan klasifikasi dan lokasi bahan nuklir, dan menerapkan konsep pertahanan berlapis untuk tindakan pencegahan dan perlindungan. Klasifikasi bahan nuklir meliputi bahan nuklir golongan I, golongan II, golongan III, dan golongan IV.

Uji fungsi sistem proteksi fisik sebelum bahan nuklir sampai di tapak perlu dilakukan. Sistem proteksi fisik juga perlu diterapkan dan dirawat sejak konstruksi hingga dekomisioning dengan melaksanakan prosedur untuk memastikan terkendalinya keamanan dalam segala kondisi ancaman.

c. Komisioning dan Operasi

Dalam melaksanakan *safeguards*—sejak komisioning hingga bahan nuklir dipindahkan ke luar tapak—pemegang izin wajib mempunyai sistem perekaman dan pelaporan inventori bahan nuklir, menyampaikan laporan mengenai keberadaan bahan nuklir kepada Kepala BAPETEN, dan menyampaikan deklarasi protokol tambahan kepada Kepala BAPETEN. Selain itu, perlu pula disampaikan laporan pelaksanaan sistem proteksi fisik secara berkala.

Selama kegiatan komisioning dan operasi dalam melaksanakan proteksi fisik pemegang izin juga wajib menetapkan dan melaksanakan uji fungsi sistem proteksi fisik terintegrasi, uji kontingensi, dan koordinasi dengan satuan perespons. Untuk ini, pemegang izin wajib melaksanakan pelatihan dan/atau gladi sistem proteksi fisik secara berkala selama komisioning, operasi, dan dekomisioning.

d. Perubahan *Safeguards* dan Sistem Proteksi Fisik

Apabila terjadi perubahan data *safeguards*, pemegang izin wajib melaksanakan pemutakhiran daftar informasi desain dan melaporkannya kepada Kepala BAPETEN. Pemegang izin juga dapat melaksanakan perubahan sistem proteksi fisik dan melaporkannya kepada Kepala BAPETEN. Perubahan meliputi

- 1) ancaman dasar desain,
- 2) organisasi dan personel sistem proteksi fisik,
- 3) klasifikasi bahan nuklir,
- 4) prosedur terkait proteksi fisik,
- 5) desain dan pembagian daerah proteksi fisik,
- 6) sistem deteksi,
- 7) sistem penghalang fisik,
- 8) sistem akses yang diperlukan,
- 9) sistem komunikasi,
- 10) perawatan dan surveilans,
- 11) rencana kontingensi, dan
- 12) dokumentasi.

Dalam hal perubahan sistem proteksi fisik yang terkait dengan perubahan ancaman dasar desain dan/atau klasifikasi bahan nuklir selama tahap komisioning, pemegang izin wajib memperoleh persetujuan dari Kepala BAPETEN disertai dengan alasan perubahannya.

Setelah perubahan sistem proteksi fisik selesai wajib dilaksanakan uji fungsi untuk memastikan tujuan perubahan tercapai. Jika uji fungsi tidak memenuhi tujuan perubahan, pemegang izin wajib mengidentifikasi penyebab ketidaksesuaian dan melakukan upaya untuk mengatasi ketidaksesuaian.

e. Evaluasi Keamanan

Evaluasi keamanan meliputi evaluasi sistem *safeguards* dan evaluasi ancaman dasar desain lokal dan proteksi fisik. Kedua jenis evaluasi dilaksanakan secara berkala dan wajib dilaporkan kepada Kepala BAPETEN. Jika evaluasi ancaman dasar desain lokal dan sistem proteksi fisik menunjukkan adanya perubahan ancaman yang sifatnya berbeda atau lebih besar, pemegang izin wajib melakukan perubahan terhadap sistem proteksi fisik.

f. Dekomisioning

Pada tahap dekomisioning, setelah bahan nuklir dipindahkan ke luar tapak instalasi nuklir, pemegang izin wajib menyampaikan deklarasi

peralatan khusus dan bahan yang terkait nuklir kepada Kepala BAPETEN setiap terjadi perubahan dan menjamin proteksi fisik instalasi nuklir, peralatan khusus, serta bahan yang terkait nuklir. Kewajiban ini dilaksanakan sampai dengan diperolehnya pernyataan pembebasan dari Kepala BAPETEN.

3. Manajemen Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir

Manajemen keselamatan dan keamanan instalasi nuklir meliputi tanggung jawab pemegang izin, sistem manajemen, dan faktor manusia.

a. Tanggung Jawab Pemegang Izin

Dalam melaksanakan teknis keselamatan dan keamanan instalasi nuklir, pemegang izin bertanggung jawab untuk

- a) mewujudkan tujuan keselamatan dan keamanan;
- b) menetapkan dan melaksanakan kebijakan sesuai dengan tujuan keselamatan dan keamanan;
- c) menentukan kriteria keselamatan dan keamanan;
- d) menjamin keselamatan dan keamanan dalam pemanfaatan bahan nuklir;
- e) menetapkan, melaksanakan, dan mengembangkan prosedur dan aturan internal untuk memastikan keselamatan dan keamanan;
- f) memiliki organisasi dengan pembagian tugas, kewenangan, tanggung jawab, dan jalur komunikasi yang jelas;
- g) menetapkan dan memastikan petugas memiliki tingkat kompetensi dan keahlian yang sesuai dengan bidang tugasnya; dan
- h) melakukan evaluasi, pemantauan, dan audit secara berkala terhadap hal yang berkaitan dengan keselamatan dan keamanan.

Tanggung jawab untuk mewujudkan tujuan keselamatan dilaksanakan melalui upaya pertahanan efektif terhadap bahaya radiasi yang ditimbulkan instalasi nuklir dengan menerapkan prinsip pertahanan berlapis untuk memenuhi fungsi keselamatan dasar instalasi nuklir. Upaya tersebut meliputi pencegahan penyimpangan terhadap

pemanfaatan bahan nuklir dari tujuan damai dan pencegahan, pendeteksian, penilaian, penundaan, serta respons terhadap tindakan pemindahan bahan nuklir secara tidak sah dan sabotase instalasi dan bahan nuklir.

b. Sistem Manajemen

Sistem manajemen adalah sekumpulan unsur yang saling terkait atau berinteraksi untuk menetapkan kebijakan dan sasaran, serta memungkinkan sasaran tersebut tercapai secara efisien dan efektif, dengan memadukan semua unsur organisasi yang meliputi struktur, sumber daya, dan proses. Tujuan sistem manajemen adalah evaluasi yang sistematis dan teratur yang dilakukan terhadap kesesuaian, kecukupan, efektivitas dan efisiensi sistem manajemen dalam melaksanakan kebijakan, serta mencapai tujuan dan sasaran.

Sistem manajemen keselamatan dan keamanan instalasi nuklir yang wajib diterapkan paling sedikit memuat

- a) budaya keselamatan dan keamanan;
- b) pemeringkatan dan dokumentasi;
- c) tanggung jawab manajemen;
- d) manajemen sumber daya;
- e) pelaksanaan proses; serta
- f) pengukuran efektivitas, penilaian, dan peluang perbaikan.

c. Faktor Manusia

Dalam menjamin faktor manusia, pemegang izin wajib melaksanakan analisis keandalan manusia dan program pendidikan dan pelatihan. Analisis keandalan manusia dilaksanakan dengan mempertimbangkan kualifikasi personel yang akan dipekerjakan di instalasi nuklir, faktor kesehatan, analisis tugas, dan faktor ergonomi dan faktor antarmuka manusia-mesin. Adapun program pendidikan dan pelatihan dilaksanakan dengan menetapkan kualifikasi, kompetensi, dan tingkat keahlian petugas yang melaksanakan pemantauan tapak hingga dekomisioning.

4. Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir

Kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir meliputi kesiapsiagaan nuklir, kedaruratan nuklir, dan penanggulangan kedaruratan nuklir.

a. Kesiapsiagaan Nuklir

Kesiapsiagaan nuklir terdiri atas kesiapsiagaan nuklir tingkat instalasi, kesiapsiagaan nuklir tingkat provinsi, dan kesiapsiagaan nuklir tingkat nasional. Kesiapsiagaan nuklir ini dilakukan berdasarkan program kesiapsiagaan nuklir. Program kesiapsiagaan nuklir disusun oleh:

- 1) pemegang izin, untuk program kesiapsiagaan nuklir tingkat instalasi;
- 2) Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), untuk program kesiapsiagaan nuklir tingkat provinsi; dan
- 3) Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), untuk program kesiapsiagaan nuklir tingkat nasional.

Dalam penyusunan program kesiapsiagaan nuklir tingkat provinsi, Kepala BPBD tingkat provinsi berkoordinasi dengan pemegang izin, BAPETEN, dan instansi terkait lainnya seperti kepolisian daerah, dinas kesehatan dan dinas pemadam kebakaran. Program kesiapsiagaan nuklir ini merupakan bagian dari program kesiapsiagaan penanggulangan bencana provinsi.

Untuk tingkat nasional, program kesiapsiagaan nuklir disiapkan oleh Kepala BNPB berkoordinasi dengan pemegang izin, BAPETEN, dan kementerian dan/atau lembaga nonkementerian lainnya seperti kementerian kesehatan, kementerian perhubungan, dan kepolisian negara. Program kesiapsiagaan nuklir ini merupakan bagian dari program kesiapsiagaan penanggulangan bencana nasional.

Program kesiapsiagaan nuklir memuat infrastruktur dan fungsi penanggulangan. Infrastruktur paling sedikit meliputi unsur organisasi, koordinasi, fasilitas dan peralatan, prosedur penanggulangan, dan pelatihan serta gladi kedaruratan nuklir. Sementara itu, fungsi penanggulangan paling sedikit terdiri atas

- 1) identifikasi, pelaporan, dan pengaktifan;
- 2) tindakan mitigasi;
- 3) tindakan perlindungan segera;
- 4) tindakan perlindungan untuk petugas penanggulangan kedaruratan nuklir, pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup; serta
- 5) pemberian informasi dan instruksi pada masyarakat.

b. Kesiapsiagaan Nuklir Tingkat Instalasi

Kesiapsiagaan nuklir tingkat instalasi wajib dilaksanakan oleh pemegang izin berdasarkan program kesiapsiagaan nuklir tingkat instalasi. Untuk memastikan program dapat dilaksanakan, pemegang izin menyelenggarakan pelatihan dan gladi kedaruratan nuklir paling sedikit sekali dalam setahun.

c. Kesiapsiagaan Nuklir Tingkat Provinsi

Kesiapsiagaan nuklir tingkat provinsi dikoordinasikan oleh Kepala BPBD provinsi dan dilaksanakan bersama dengan pemegang izin dan instansi terkait berdasarkan program kesiapsiagaan nuklir tingkat provinsi. Kepala BPBD provinsi mengkoordinasikan pelatihan dan gladi kedaruratan nuklir paling sedikit sekali dalam dua tahun.

d. Kesiapsiagaan Nuklir Tingkat Nasional

Kesiapsiagaan nuklir tingkat nasional dikoordinasikan oleh Kepala BNPB dan dilaksanakan bersama dengan pemegang izin dan kementerian dan/atau lembaga nonkementerian terkait berdasarkan program kesiapsiagaan nuklir tingkat nasional. Kepala BNPB mengkoordinasikan pelatihan dan gladi kedaruratan nuklir paling sedikit sekali dalam 4 tahun.

e. Kedaruratan Nuklir

Kedaruratan nuklir terdiri atas kedaruratan nuklir tingkat instalasi, kedaruratan nuklir tingkat provinsi, dan kedaruratan nuklir tingkat nasional. Kedaruratan nuklir tingkat instalasi ditentukan apabila terjadi kondisi yang melampaui nilai dasar desain, kedaruratan nuklir tingkat provinsi ditentukan apabila terjadi kondisi

- 1) laju dosis 5 mSv/jam atau lebih yang terukur selama 10 menit atau lebih di batas tapak instalasi dan/atau
- 2) lepasan radioaktif abnormal dengan konsentrasi aktivitas udara setara dengan atau melebihi laju dosis 5 mSv/jam di batas tapak instalasi yang terdeteksi dari jalur lepasan normal.

Kedaruratan nuklir tingkat nasional, sementara itu, ditentukan apabila terjadi kondisi

- a) laju dosis μ 500 Sv/jam atau lebih yang terukur selama 10 menit atau lebih di batas tapak instalasi dan/atau
- b) lepasan radioaktif abnormal dengan konsentrasi aktivitas udara setara dengan atau melebihi laju dosis 500 μ Sv/jam di batas tapak instalasi yang terdeteksi dari jalur lepasan normal.

Penetapan status kedaruratan nuklir dan pernyataan status tersebut telah berakhir dilakukan oleh

- 1) pemegang izin untuk tingkat instalasi,
- 2) gubernur berdasarkan rekomendasi Kepala BAPETEN untuk tingkat provinsi, dan
- 3) Presiden berdasarkan rekomendasi Kepala BAPETEN untuk tingkat nasional.

f. Penanggulangan Kedaruratan Nuklir

Penanggulangan kedaruratan nuklir terdiri atas penanggulangan kedaruratan nuklir tingkat instalasi, penanggulangan kedaruratan nuklir tingkat provinsi, dan penanggulangan kedaruratan nuklir tingkat nasional. Adapun penanggulangan kedaruratan nuklir itu sendiri meliputi kegiatan

- 1) identifikasi kedaruratan nuklir, penentuan status kedaruratan nuklir, tingkat penanggulangan, pelaporan kepada instansi terkait, dan pengaktifan tim penanggulangan kedaruratan nuklir;
- 2) tindakan untuk membatasi dan mengurangi dampak radiasi, kondisi paparan radiasi, dan/atau kontaminasi apabila terjadi kedaruratan nuklir;

- 3) tindakan pemberian tempat berlindung sementara, evakuasi, dan/atau pemberian tablet yodium;
- 4) penggunaan alat proteksi radiasi, pemantauan dosis radiasi yang diterima dan pengendalian kontaminasi zat radioaktif agar selalu sesuai dengan nilai batas yang dapat diterima, tindakan bagi petugas penanggulangan yang terkena paparan berlebih, dan pemberian instruksi untuk tidak mengonsumsi makanan yang dicurigai telah terkontaminasi zat radioaktif; dan/atau
- 5) pemberian informasi dan instruksi kepada pekerja dan masyarakat sekitar secara cepat dan tepat dan pemberian informasi kepada media.

g. Kejadian Khusus

Kepala BAPETEN memimpin pelaksanaan tindakan penanggulangan dalam hal terdapat kejadian khusus yang meliputi adanya sumber radioaktif atau bahan nuklir yang tidak diketahui pemiliknya dan lepasan zat radioaktif dan kontaminasi dari negara lain. Dalam pelaksanaan tindakan penanggulangan ini, Kepala BAPETEN dapat meminta bantuan kepada dan/atau berkoordinasi dengan BNPB dan/atau instansi terkait, dan dilakukan sesuai dengan pedoman teknis yang ditetapkan Kepala BAPETEN.

h. Pengawasan dan Pelaporan

BAPETEN melakukan pengawasan terhadap pelaksanaan program kesiapsiagaan nuklir yang dilakukan pada tingkat instalasi, provinsi, dan nasional. Apabila terdapat kejadian operasi terantisipasi, kecelakaan dasar desain, dan kedaruratan nuklir, pemegang izin wajib melaporkan kejadian, dan kegiatan pelaksanaan penanggulangannya kepada Kepala BAPETEN.

Untuk kedaruratan nuklir tingkat nasional, Kepala BNPB bersama dengan Kepala BAPETEN melaporkan kejadian dan kegiatan pelaksanaan penanggulangannya kepada Presiden. Kepala BAPETEN juga wajib menyampaikan pemberitahuan dini kepada Badan Tenaga Atom Internasional dan/atau kepada pemerintah negara lain mengenai terjadinya kedaruratan nuklir.

i. Pengalokasian Dana

Pemerintah provinsi dan pemerintah mengalokasikan anggaran untuk kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir tingkat provinsi dan tingkat nasional dalam anggaran pendapatan dan belanja daerah dan anggaran pendapatan dan belanja negara. Sementara itu, pemegang izin wajib mengalokasikan anggaran untuk kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir sebelum kegiatan komisioning dan operasi instalasi nuklir dimulai.

j. Bantuan Penanggulangan

BNPB, BPBD provinsi, dan BAPETEN dapat memperoleh bantuan dari lembaga internasional, negara lain, dan/atau lembaga asing nonpemerintah dalam rangka penanggulangan kedaruratan nuklir sesuai dengan peraturan perundang-undangan mengenai penanggulangan bencana.

k. Sanksi Administratif

Kepala BAPETEN menjatuhkan sanksi administratif kepada pemegang izin apabila ditemukan pelanggaran terhadap keselamatan dan keamanan instalasi nuklir. Kepala Badan menjatuhkan sanksi administratif berupa peringatan tertulis, pembekuan izin, atau pencabutan izin kepada pemegang izin yang melanggar ketentuan keselamatan dan keamanan instalasi nuklir. Sanksi administratif peringatan tertulis dijatuhkan setelah diberikan sebanyak tiga kali, yang jika tidak ditindaklanjuti akan dilakukan pembekuan izin. Terakhir, pencabutan izin diberikan jika pembekuan izin juga tidak ditindaklanjuti.

5. Sistem Proteksi Fisik Instalasi dan Bahan Nuklir

Sistem proteksi fisik untuk instalasi nuklir, termasuk instalasi radiometalurgi, dan bahan nuklir selama penggunaan, penyimpanan dan pengangkutan diatur dalam Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2009 tentang Ketentuan Sistem Proteksi Fisik Instalasi dan Bahan Nuklir. Peraturan bertujuan untuk memastikan pelaksanaan sistem proteksi fisik berjalan efektif dan efisien.

a. Sistem Proteksi Fisik

Sistem proteksi fisik ditetapkan, diterapkan, dan dirawat berdasarkan ancaman dasar desain lokal dan bertujuan untuk

- 1) mencegah pemindahan secara tidak sah terhadap bahan nuklir;
- 2) menemukan kembali bahan nuklir yang hilang,
- 3) mencegah sabotase terhadap instalasi dan bahan nuklir; dan
- 4) memitigasi konsekuensi yang ditimbulkan sabotase.

Sistem proteksi fisik terdiri atas kumpulan peralatan, instalasi, personel dan program/prosedur yang secara bersama-sama memberikan proteksi terhadap instalasi dan bahan nuklir. Ancaman dasar desain lokal ditetapkan dengan berkoordinasi dengan instansi terkait, mengacu pada ancaman dasar desain nasional, dan dievaluasi secara berkala dan disesuaikan dengan kondisi ancaman terkini.

Sistem proteksi fisik harus memiliki fungsi utama yang meliputi menangkal, mendeteksi, menilai, menunda dan merespons. Adapun karakteristik sistem proteksi fisik adalah

- 1) disesuaikan dengan sistem keselamatan di instalasi nuklir;
- 2) memiliki pertahanan berlapis untuk proteksi fisik;
- 3) memiliki konsekuensi minimum akibat kegagalan komponen;
- 4) memiliki proteksi yang seimbang; dan
- 5) memiliki proteksi atas dasar pendekatan bertingkat.

Dokumen rencana proteksi fisik wajib disampaikan oleh pemegang izin untuk mendapatkan persetujuan dalam rangka memenuhi persyaratan izin yang memuat uraian tentang

- 1) ancaman dasar desain,
- 2) organisasi dan personel sistem proteksi fisik,
- 3) penggolongan bahan nuklir,
- 4) prosedur terkait proteksi fisik,
- 5) desain dan pembagian daerah proteksi fisik,
- 6) sistem deteksi,
- 7) sistem penghalang fisik,
- 8) sistem akses yang diperlukan;

- 9) sistem komunikasi;
- 10) perawatan dan surveilans;
- 11) rencana kontingensi, dan
- 12) dokumentasi.

Organisasi proteksi fisik terdiri atas unsur organisasi, yaitu pemegang izin, penjaga, dan penilai, dengan tanggung jawab dan wewenangnya masing-masing. Untuk kawasan yang mempunyai lebih dari satu instalasi nuklir, pemegang izin dari masing-masing instalasi dapat melakukan koordinasi dalam pelaksanaan proteksi fisik ini. Beberapa kewajiban pemegang izin yang lain adalah

- 1) menetapkan dan melaksanakan program jaminan mutu di bawah sistem manajemen untuk memastikan dilaksanakannya semua persyaratan proteksi fisik;
- 2) menyusun prosedur dan instruksi kerja untuk menetapkan, menerapkan dan memelihara sistem proteksi fisik;
- 3) menyusun mekanisme untuk melindungi informasi yang bersifat rahasia terkait sistem proteksi fisik instalasi dan bahan nuklir;
- 4) menentukan pembagian daerah kerja yang terdiri atas daerah proteksi, daerah vital, dan/atau daerah dalam: daerah proteksi adalah lokasi penilaian tempat bahan nuklir golongan I atau II berada, dan/atau daerah vital yang dikelilingi penghalang fisik, daerah vital adalah lokasi di dalam daerah proteksi tempat peralatan, sistem atau bahan nuklir berada, yang dimungkinkan terjadi sabotase, dan daerah dalam adalah suatu lokasi yang terdapat di dalam daerah proteksi, tempat bahan nuklir golongan I digunakan dan/atau disimpan;
- 5) menyediakan peralatan dan perlengkapan sistem proteksi fisik yang diperlukan berupa peralatan deteksi, komunikasi, penghalang fisik, dan kendali akses;
- 6) melakukan pengujian sistem deteksi penyusupan, pengkajian, dan komunikasi serta fungsi proteksi fisik lainnya untuk menentukan ketahanan sistem tersebut;
- 7) menyelenggarakan evaluasi terhadap sistem proteksi fisik:
 - a) secara berkala atau apabila terjadi perubahan ancaman dasar desain lokal,

- b) dalam hal pengangkutan, apabila terjadi insiden atau keterlambatan selama pengangkutan untuk mengoptimalkan efektivitas proteksi fisik pada pengangkutan selanjutnya dan pengangkutan di masa mendatang,
 - c) evaluasi berkala sistem secara menyeluruh termasuk waktu respons penjaga dan satuan perespons dilaksanakan satu kali dalam setahun;
- 8) menyusun dan melaksanakan rencana kontingensi untuk mengantisipasi pemindahan bahan nuklir secara tidak sah dan/atau sabotase instalasi dan bahan nuklir sesuai dengan golongan bahan nuklir yang dapat menjadi bagian dari program kesiapsiagaan nuklir; dan
- 9) menyelenggarakan pelatihan dan/atau gladi kedaruratan secara berkala satu kali dalam setahun yang dilakukan bersama dengan tim penanggulangan kedaruratan instalasi.

b. Penggolongan Bahan Nuklir

Penggolongan bahan nuklir dilakukan berdasar risiko potensial bahan nuklir, komposisi isotop, bentuk fisik dan kimia, konsentrasi, tingkat radiasi, dan jumlah bahan nuklir. Tabel 8.1 memberikan perincian tentang penggolongan bahan nuklir ini. Berdasarkan penggolongan bahan nuklir, pemegang izin menetapkan tingkat penerapan sistem proteksi fisik untuk instalasi dan bahan nuklir dalam penggunaan, penyimpanan dan pengangkutan.

Tabel 8.1 Penggolongan Bahan Nuklir

Bahan	Uraian	Golongan			
		I	II	III	IV
Plutonium	Tidak teriradiasi atau teriradiasi dengan paparan ≤ 1 Gy/jam pada jarak 1 m tidak terbungkus	3 2kg	500 g <Pu <2 kg	15 g <Pu ≤ 500 g	1 g <Pu ≤ 15 g

Bahan	Uraian	Golongan			
		I	II	III	IV
Uranium	Tidak teriradiasi atau teriradiasi dengan paparan ≤ 1 Gy/jam pada jarak 1 m tidak terbungkus				
	- Uranium diperkaya ^{235}U 20%	≤ 5 kg	1 kg $<^{235}\text{U}$ < 5 kg	15 g $<^{235}\text{U}$ ≤ 1 kg	1 g $<^{235}\text{U}$ ≤ 15 g
	- Uranium diperkaya antara 10%-20% ^{235}U	-	≤ 10 kg	1 kg $<^{235}\text{U}$ < 10 kg	1 g $<^{235}\text{U}$ ≤ 1 kg
	- Uranium diperkaya di atas U-alam, tetapi kurang dari 10% ^{235}U	-	-	≤ 10 kg	1 g $<^{235}\text{U}$ < 10 kg
^{233}U (Uranium-233)	Tidak teriradiasi atau teriradiasi dengan paparan ≤ 1 Gy/jam pada jarak 1 m tidak terbungkus	≤ 2 kg	500 g $<^{233}\text{U}$ < 2 kg	15 g $<^{233}\text{U}$ ≤ 500 g	1 g $<^{233}\text{U}$ ≤ 15 g
U-alam, U-depleksi, Th dan limbah bahan nuklir curah	Tidak teriradiasi atau teriradiasi dengan paparan ≤ 1 Gy/jam pada jarak 1 m tidak terbungkus	-	-	≤ 500 kg	1 kg $< \text{U/Th}$ < 500 kg
Bahan bakar teriradiasi (U-alam, U-depleksi, Th atau bahan bakar diperkaya ($< 10\%$))	- untuk pengangkutan	-	Tidak dibatasi jumlahnya	-	-
	- untuk penyimpanan/ penggunaan	-	-	Tidak dibatasi jumlahnya	-

Sumber: Perka BAPETEN No. 1 (2009)

c. Sistem Proteksi Fisik Bahan Nuklir Selama Penggunaan dan Penyimpanan

Sesuai dengan golongan bahan nuklir yang digunakan dan/atau disimpan, pemegang izin menetapkan dan melaksanakan sistem proteksi fisik selama penggunaan dan penyimpanan untuk mencegah pemindahan secara tidak sah. Penyimpanan bahan nuklir golongan

I, II, dan III harus dilakukan di dalam ruangan kokoh yang terkunci, terpantau, dan dilengkapi sistem deteksi. Apabila bahan nuklir di luar jam kerja ditinggalkan di daerah kerja atau di dalam tempat penyimpanan di daerah kerja, pemegang izin harus menetapkan prosedur penyimpanan bahan nuklir di daerah kerja.

Bahan nuklir golongan I harus digunakan atau disimpan hanya di daerah dalam yang merupakan bagian dari daerah proteksi, sedangkan bahan nuklir golongan II harus digunakan atau disimpan hanya di daerah proteksi. Sementara itu, bahan nuklir golongan III harus digunakan atau disimpan di daerah yang aksesnya diawasi dengan cara memberikan perlindungan atau penghalang fisik berupa pagar, bangunan, ruangan, atau kontener sehingga akses menuju tempat tersebut hanya dibatasi untuk pekerja yang berwenang.

Pemindahan bahan nuklir golongan I, II, dan III antara dua daerah proteksi harus dilakukan sesuai dengan persyaratan untuk bahan nuklir dalam pengangkutan, dengan mempertimbangkan kondisi yang ada. Faktor lain yang harus dipertimbangkan dalam pemindahan bahan nuklir adalah jarak, pengaturan proteksi di tempat instalasi nuklir, dan adanya ancaman lingkungan. Selain itu, akses ke daerah proteksi harus dibatasi sesedikit mungkin.

Bahan nuklir golongan IV harus digunakan atau disimpan di daerah yang aksesnya diawasi. Pemegang izin harus memberi diseminasi dan/atau pelatihan kepada semua pekerja mengenai pentingnya proteksi fisik dan cara penerapan proteksi fisik satu kali dalam setahun agar semua pekerja terbiasa dan terkoordinasi baik dalam keadaan normal maupun darurat.

d. Sistem Proteksi Fisik terhadap Pengangkutan Bahan Nuklir

Sistem proteksi fisik terhadap pengangkutan bahan nuklir harus ditetapkan dan dilaksanakan sesuai dengan golongan bahan nuklir yang diangkut. Jika dalam pengangkutan harus menginap, bahan nuklir harus diproteksi sesuai dengan ketentuan proteksi fisik untuk golongan bahan nuklir tersebut.

Sebelum melaksanakan pengangkutan, pengirim harus menyerahkan rencana proteksi fisik pengangkutan bahan nuklir, termasuk kontrak perjanjian pengangkutan, kepada Kepala BAPETEN. Kontrak perjanjian harus menyebutkan secara jelas tempat dan waktu pengalihan tanggung jawab proteksi fisik dan kepemilikan bahan nuklir dari satu pihak kepada pihak lainnya.

Sistem proteksi fisik terhadap pengangkutan bahan nuklir golongan I, II, dan III meliputi

- 1) pemberitahuan pendahuluan kepada penerima,
- 2) pemilihan moda pengangkutan dan rute,
- 3) ketentuan tentang kunci dan segel,
- 4) pemeriksaan kendaraan pengangkut,
- 5) tindakan setelah pengiriman,
- 6) komunikasi,
- 7) penjaga, dan
- 8) tindakan dalam hal keadaan darurat.

Pemberitahuan pendahuluan kepada penerima dilakukan oleh pengirim dengan menyebutkan moda angkutan, perkiraan waktu kedatangan, dan tempat serah terima barang apabila dilakukan di suatu tempat sebelum tujuan akhir. Penerima harus memberitahukan pengirim mengenai kesiapan menerima bahan nuklir pada waktu yang ditentukan.

Moda angkutan dipilih dengan mempertimbangkan waktu tempuh dan rute yang akan dilalui. Pemilihan rute dilakukan dengan mempertimbangkan faktor keamanan dan memperhitungkan kemampuan satuan perespons. Moda pengangkutan meliputi darat melalui jalan raya atau kereta api, laut atau air, dan udara.

Ketentuan tentang kunci dan segel dilakukan, sebagai berikut.

- 1) Bungkusan bahan nuklir harus diangkut dengan kendaraan tertutup dan dalam kontainer yang terkunci.
- 2) Sebelum pengiriman dilakukan, pengirim harus melakukan pemeriksaan fisik kunci dan segel pada kontainer dan ruangan khusus barang atau kompartemen untuk memastikan kunci dan segel dalam keadaan baik.

- 3) Bungkusan bahan nuklir dalam kontainer yang terkunci dan tersegel dengan berat lebih dari dua ribu kg dapat diangkat dalam kendaraan terbuka.

Pemeriksaan kendaraan pengangkut dilakukan pengirim secara teliti sebelum barang dimuat dan dikirim untuk memastikan tidak ada sabotase atau pemasangan alat sabotase.

Tindakan setelah pengiriman dilakukan pengirim dengan memastikan bahwa bungkusan bahan nuklir sudah diterima oleh penerima. Sebaliknya, penerima wajib memastikan keutuhan bungkusan, kunci, dan segel segera setelah bungkusan tiba. Penerima memberitahukan pengirim mengenai kedatangan bungkusan, dan juga jika bungkusan tidak datang sesuai dengan jadwal.

Komunikasi harus dilakukan antara pengangkut, penjaga, dan pusat kendali pengangkutan. Pemegang izin wajib menyediakan peralatan komunikasi dua arah, sementara penjaga wajib melaporkan melalui komunikasi dua arah kepada pusat kendali pengangkutan mengenai kedatangan bungkusan bahan nuklir di tempat tujuan, di setiap persinggahan dan di tempat penyerahan bungkusan. Selain itu, pusat kendali pengangkutan harus dipasang sistem pelacak data transmisi secara otomatis untuk bungkusan yang dibawa sehingga dapat merekam dan menyelidiki segera pemberhentian yang tidak terencana atau perubahan rute.

Penjaga wajib dipersenjatai dan dilatih mengawal pengangkutan untuk melindungi bahan nuklir terhadap upaya sabotase dan/atau pemindahan secara tidak sah. Penjaga wajib melakukan pengamatan secara terus-menerus terhadap bungkusan atau kargo bungkusan yang terkunci, termasuk ketika pengangkutan terhenti. Penjaga juga harus memberitahu pusat kendali pengangkutan mengenai serah terima bungkusan.

Pemegang izin harus memastikan kesiagaan satuan perespons untuk melakukan tindakan dalam hal keadaan darurat. Sistem pelacak data dapat dimasukkan data pesan yang diberikan secara singkat oleh pengemudi atau penjaga yang dapat dikirim dalam keadaan darurat.

Apabila terdapat ancaman, pengangkut harus

- 1) memperbanyak komunikasi dengan pusat kendali pengangkutan, penjaga, dan satuan perespons untuk menghindari kegagalan komunikasi;
- 2) komunikasi ke penjaga apabila terjadi penangkapan musuh; dan
- 3) segera memberikan sinyal alarm apabila terdapat serangan atau perampokan.

e. Sistem Proteksi Fisik terhadap Sabotase Instalasi dan Bahan Nuklir selama Penggunaan dan Penyimpanan

Tindakan proteksi fisik terhadap sabotase berlaku untuk setiap instalasi dan semua golongan bahan nuklir. Penerapan proteksi fisik terhadap sabotase harus menggunakan perangkat keras, prosedur, dan desain instalasi, termasuk tata letak.

Proteksi fisik terhadap sabotase bertujuan untuk mencegah atau menunda akses menuju daerah vital. Untuk ini, pemegang izin harus

- 1) memasukkan aspek proteksi fisik ke dalam desain instalasi nuklir;
- 2) membatasi jumlah minimum individu yang memiliki akses ke daerah vital; dan
- 3) melakukan penentuan tingkat kepercayaan terhadap semua pekerja yang diizinkan masuk ke daerah vital tanpa pengawal.

Dengan mempertimbangkan hasil evaluasi konsekuensi tindak kejahatan dalam ancaman dasar desain, pemegang izin dapat menentukan bahan nuklir, sistem, dan/atau peralatan tambahan minimum yang harus dilindungi terhadap sabotase. Pekerja yang masuk ke dalam daerah proteksi tanpa pengawal harus dibatasi hanya kepada pekerja tertentu, sedangkan tamu dan pengunjung lainnya yang masuk ke daerah proteksi tersebut harus dikawal oleh petugas yang berwenang dan semuanya harus menggunakan tanda pengenal.

Daerah vital harus didesain dengan jumlah pintu masuk dan keluar dibatasi seminimal mungkin, tidak boleh dekat dengan kegiatan umum, memberikan penundaan penyusupan, dan dipasang sistem alarm apabila tidak dijaga. Penjagaan ini dilakukan selama 24 jam

penuh dan penjaganya harus berkoordinasi dengan satuan perespons yang harus dapat cepat datang sebelum kegiatan sabotase dimulai atau sedang berlangsung, dan menggagalkan sabotase tersebut.

B. Analisis

PP Nomor 54 Tahun 2012 mengamanatkan perlu disusunnya ketentuan lebih lanjut dengan Peraturan Kepala BAPETEN, atau Peraturan BAPETEN, untuk 13 subjek dari PP. Ketiga belas subjek tersebut, berikut dengan peraturan pelaksana yang telah diterbitkan, adalah sebagai berikut.

- 1) Tata cara dan lingkup pemantauan tapak (Pasal 8), telah diatur dengan Peraturan BAPETEN No.4 Tahun 2018 tentang Ketentuan Keselamatan Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir.
- 2) Persyaratan dan penilaian desain (Pasal 16), telah diatur dengan Peraturan BAPETEN No.1 Tahun 2020 tentang Aspek Proteksi Radiasi Dalam Desain Reaktor Daya.
- 3) Penatalaksanaan komisioning (Pasal 19), telah diatur dengan Peraturan BAPETEN No.2 Tahun 2019 tentang Keselamatan Komisioning Reaktor Nondaya.
- 4) Penatalaksanaan operasi (Pasal 29), telah diatur dengan Perka BAPETEN No.9 Tahun 2013 tentang Batasan dan Kondisi Operasi Reaktor Nondaya, Perka BAPETEN No. 2 Tahun 2014 tentang Manajemen Teras Serta Penanganan dan Penyimpanan Bahan Bakar Nuklir Pada Reaktor Nondaya, Perka BAPETEN No. 4 Tahun 2014 tentang Batasan dan Kondisi Operasi Instalasi Nuklir Nonreaktor, Perka BAPETEN No.9 Tahun 2015 tentang Ketentuan Perawatan Instalasi Nuklir Nonreaktor.
- 5) Penatalaksanaan modifikasi (Pasal 33), (belum ada peraturan pelaksanaannya).
- 6) Penatalaksanaan dekomisioning (Pasal 36), (belum ada peraturan pelaksanaannya).
- 7) Penatalaksanaan verifikasi dan penilaian keselamatan (Pasal 42), telah diatur dengan Perka BAPETEN No.2 Tahun 2015 tentang Verifikasi dan Penilaian Keselamatan Reaktor Nondaya.

- 8) Tata cara pelaksanaan *safeguards* dan sistem proteksi fisik instalasi dan bahan nuklir selama pemantauan tapak sebelum desain dan konstruksi (Pasal 45), (belum ada peraturan pelaksanaannya).
- 9) Perincian klasifikasi bahan nuklir (Pasal 46 ayat (5)), telah diatur sebelumnya dalam bentuk penggolongan bahan nuklir pada Perka BAPETEN No. 1 Tahun 2009 tentang Ketentuan Sistem Proteksi Fisik Instalasi dan Bahan Nuklir.
- 10) Tata cara pelaksanaan *safeguards* dan sistem proteksi fisik selama desain dan konstruksi (Pasal 49), (belum ada peraturan pelaksanaannya).
- 11) Tata cara pelaksanaan *safeguards* dan sistem proteksi fisik selama komisioning dan operasi (Pasal 51), (belum ada peraturan pelaksanaannya).
- 12) Tata cara pelaksanaan *safeguards* dan sistem proteksi fisik instalasi dan bahan nuklir selama dekomisioning (Pasal 59), (belum ada peraturan pelaksanaannya).
- 13) Penetapan dan penerapan sistem manajemen (Pasal 63), (belum ada peraturan pelaksanaannya).

Dari uraian tersebut, tampak bahwa tujuh subjek masih belum memiliki peraturan pelaksana dalam bentuk Peraturan BAPETEN sesuai dengan amanat PP Nomor 54 Tahun 2012. Mengingat PP Nomor 54 Tahun 2012 tersebut sudah lebih dari 10 tahun berlaku, BAPETEN tampaknya harus dapat bekerja lebih keras lagi untuk dapat merealisasikan berbagai peraturan pelaksana yang diminta oleh PP Nomor 54 Tahun 2012 tersebut.

Belum lama ini BAPETEN menerbitkan Peraturan BAPETEN Nomor 3 Tahun 2022 tentang Keselamatan Desain Teras Reaktor Daya. Langkah ini menjadi sesuatu yang aneh karena Indonesia masih belum memiliki PLTN sehingga ketentuan terkait reaktor daya masih belum dibutuhkan dalam waktu dekat.

Dari sisi internasional, dokumen standar IAEA terkait keselamatan dan keamanan instalasi nuklir cukup banyak dan beragam. Berbagai dokumen tersebut diterbitkan baik sebagai bagian dari serial *Specific Safety Requirements* (SSR), *Nuclear Safety Requirements* (NS-R),

General Safety Guide (GS-G), *Specific Safety Guide (SSG)*, maupun *Nuclear Safety Guide (NS-G)*. Sebagian besar instalasi nuklir yang menjadi subjek dokumen adalah Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), meskipun reaktor riset juga menjadi salah satu subjek.

Beberapa publikasi standar IAEA terkait reaktor riset atau reaktor nondaya, antara lain,

- 1) *Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors (WS-G-2.1, 1999)*;
- 2) *Commissioning of Research Reactors (NS-G-4.1, 2006)*;
- 3) *Maintenance, Periodic testing and Inspection of Research Reactors (NS-G-4.2, 2006)*;
- 4) *Core Management and Fuel Handling for Research Reactors (NS-G-4.3, 2008)*;
- 5) *Operational Limits and Conditions and Operating Procedures for Research Reactors (NS-G-4.4, 2008)*;
- 6) *Ageing Management for Research Reactors (SSG-10, 2010)*;
- 7) *Safety Assessment for Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report (SSG-20, 2012)*;
- 8) *Instrumentation and Control Systems and Software Important to Safety for Research Reactors (SSG-37, 2015)*;
- 9) *Safety of Research Reactors (SSR-3, 2016)*;
- 10) *Predisposal Management of Radioactive Waste from Nuclear Power Plants and Research Reactors (SSG-40, 2016)*; dan
- 11) *Safety in the Utilization and Modification of Research Reactors (SSG-24 Rev.1, 2022)*.

Jika dibandingkan dengan berbagai dokumen IAEA yang terkait keselamatan dan keamanan nuklir yang telah disinggung sebelumnya, peraturan nasional yang telah terbit umumnya memiliki kandungan yang tidak terlalu jauh. Hanya memang masih cukup banyak subjek terkait keselamatan dan keamanan nuklir ini yang belum diatur di Indonesia.

Bab IX

Keselamatan dan Keamanan Pertambangan Bahan Galian Nuklir

Keselamatan dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir diatur pada Peraturan Pemerintah Nomor 52 Tahun 2022 tentang Keselamatan dan Keamanan Pertambangan Bahan Galian Nuklir. PP No.52 Tahun 2022 ini merupakan peraturan pelaksana ketentuan Pasal 16 ayat (2) Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran. PP Nomor 52 Tahun 2022 ini mengatur aspek pada seluruh tahapan pertambangan bahan galian nuklir yang meliputi keselamatan pertambangan bahan galian nuklir, keamanan pertambangan bahan galian nuklir, serta manajemen keselamatan dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir.

Keselamatan pertambangan bahan galian nuklir dimaksudkan untuk melindungi pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup terhadap bahaya radiologis dan nonradiologis yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan bahan galian nuklir. Sementara itu, keamanan pertambangan bahan galian nuklir bertujuan untuk mencegah, mendeteksi, menunda, dan merespons tindakan pemindahan hasil pengolahan bahan galian nuklir secara tidak sah dan sabotase fasilitas dan kegiatan pertambangan bahan galian nuklir serta mencegah penyimpangan terhadap pemanfaatan hasil pengolahan bahan galian nuklir dari tujuan damai.

A. Peraturan Perundang-Undangan

PP Nomor 52 Tahun 2022 mengatur aspek pada seluruh tahapan pertambangan bahan galian nuklir, yang meliputi keselamatan pertambangan bahan galian nuklir, keamanan pertambangan bahan galian nuklir, dan manajemen keselamatan dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir.

Tujuan untuk setiap tahapan itu adalah sebagai berikut.

- 1) Keselamatan pertambangan bahan galian nuklir: melindungi pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup terhadap bahaya radiologik dan nonradiologik yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan bahan galian nuklir.
- 2) Keamanan pertambangan bahan galian nuklir: mencegah, mendeteksi, menunda, dan merespons tindakan pemindahan hasil pengolahan bahan galian nuklir secara tidak sah dan sabotase fasilitas dan kegiatan pertambangan bahan galian nuklir serta mencegah penyimpangan terhadap pemanfaatan hasil pengolahan bahan galian nuklir dari tujuan damai.
- 3) Manajemen keselamatan dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir: mengatur sistem manajemen, yang meliputi hal yang berhubungan langsung dengan keselamatan dan keamanan atau merupakan bagian dari kerangka kerja manajerial untuk menjamin dan mempertahankan keselamatan dan keamanan kegiatan dan fasilitas pertambangan bahan galian nuklir.

Keselamatan pertambangan bahan galian nuklir meliputi

- 1) keselamatan dan kesehatan kerja, kesehatan masyarakat, kesehatan lingkungan, dan keselamatan lingkungan hidup;
- 2) keselamatan fasilitas dan kegiatan;
- 3) proteksi radiasi;
- 4) pengendalian radioaktivitas lingkungan hidup;
- 5) penanggulangan kecelakaan; dan
- 6) pengelolaan limbah radioaktif.

Selanjutnya, keamanan pertambangan bahan galian nuklir meliputi garda aman (*safeguards*) dan proteksi fisik, sementara manajemen keselamatan dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir meliputi sistem manajemen dan organisasi pertambangan. Untuk kepentingan PP ini, pertambangan bahan galian nuklir dikelompokkan atas

- 1) pertambangan mineral radioaktif, yang meliputi tahapan kegiatan penyelidikan umum eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan, penyimpanan, pengalihan, dan/atau dekomisioning pertambangan;
- 2) pengolahan mineral ikutan radioaktif; dan
- 3) penyimpanan mineral ikutan radioaktif.

1. Keselamatan Pertambangan Bahan Galian Nuklir

Ketentuan keselamatan pertambangan bahan galian nuklir terdiri atas

- 1) pertambangan mineral radioaktif,
- 2) pengolahan dan penyimpanan mineral ikutan radioaktif, dan
- 3) sanksi administratif.

a. Pertambangan Mineral Radioaktif

Mineral radioaktif adalah mineral sebagai bahan dasar untuk pembuatan bahan bakar nuklir yang dihasilkan sebagai produk utama dari kegiatan pertambangan bahan galian nuklir. Untuk keselamatan pertambangan mineral radioaktif, ketentuan meliputi keselamatan fasilitas dan kegiatan, proteksi radiasi, pengendalian radioaktivitas lingkungan hidup, penanggulangan kecelakaan, dan pengelolaan limbah radioaktif.

1) Keselamatan Fasilitas dan Kegiatan

Pemegang izin wajib melaksanakan analisis keselamatan untuk memastikan bahwa kegiatan pertambangan mineral radioaktif dilakukan dengan mempertimbangkan keselamatan pertambangan mineral radioaktif. Analisis dilaksanakan dengan menyusun dokumen analisis keselamatan yang memuat beberapa informasi yang relevan. Keselamatan fasilitas dan kegiatan diterapkan pada

pelaksanaan analisis wilayah tambang, perancangan dan perubahan desain, konstruksi, penambangan, pengolahan, modifikasi, dan dekomisioning pertambangan.

Wilayah tambang adalah tempat dilaksanakan kegiatan penambangan dan pengolahan bahan galian nuklir yang luasannya ditetapkan oleh BAPETEN. Analisisnya meliputi aspek sebagai berikut.

- 1) Pengaruh kejadian alam dan kejadian ulah manusia terhadap keselamatan pertambangan.
- 2) Karakteristik wilayah tambang dan sekitarnya yang berpengaruh pada perpindahan zat radioaktif yang dilepaskan selama kegiatan pertambangan yang sampai pada manusia dan lingkungan hidup.
- 3) Demografi penduduk dan karakteristik lain dari wilayah tambang dan sekitarnya yang berkaitan dengan evaluasi risiko terhadap anggota masyarakat.

Dalam merancang desain fasilitas penambangan atau pengolahan mineral radioaktif sejak konstruksi hingga penambangan atau pengolahan selesai, persyaratan desain yang meliputi persyaratan umum dan persyaratan khusus harus dipenuhi. Persyaratan umum meliputi kemudahan operasi dan perawatan, dan proteksi radiasi, sementara khusus dibedakan lagi berdasarkan teknik penambangan yang dipakai, yaitu teknik penambangan permukaan, bawah tanah, atau pelindian di tempat.

Perubahan desain sarana, prasarana, instalasi atau fasilitas, dan peralatan di fasilitas penambangan atau pengolahan dimungkinkan. Namun, harus didasarkan untuk hal-hal sebagai berikut.

- 1) meningkatkan keselamatan pertambangan bagi pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup;
- 2) mencegah kegagalan yang teridentifikasi selama konstruksi; dan
- 3) mempermudah perawatan sarana, prasarana, instalasi atau fasilitas, dan peralatan penambangan dan/atau pengolahan.

Selanjutnya, konstruksi dilaksanakan dengan menerapkan program konstruksi yang meliputi

- 1) organisasi;
- 2) jenis pekerjaan dan penjadwalan;
- 3) pengangkutan dan penyimpanan peralatan dan komponen;
- 4) perawatan, pemantauan, dan pemeriksaan;
- 5) kriteria penerimaan dan pengendalian desain;
- 6) pengujian; dan
- 7) pengendalian dokumentasi dan laporan.

Pelaksanaan penambangan dilaksanakan dengan mempertimbangkan keselamatan pertambangan dan dengan menerapkan program penambangan yang meliputi

- 1) organisasi;
- 2) kualifikasi dan pelatihan pekerja;
- 3) jumlah produksi dan produk yang dihasilkan;
- 4) jadwal dan prosedur kegiatan;
- 5) penggiliran waktu kerja;
- 6) perawatan, pemantauan, dan pemeriksaan;
- 7) kriteria penerimaan dan penilaian keselamatan; dan
- 8) modifikasi.

Pelaksanaan pengolahan dilaksanakan dengan mempertimbangkan keselamatan pertambangan dan dengan menerapkan program pengolahan yang meliputi

- 1) organisasi;
- 2) kualifikasi dan pelatihan pekerja;
- 3) jumlah produksi dan produk yang dihasilkan;
- 4) jadwal dan prosedur kegiatan;
- 5) penggiliran waktu kerja,
- 6) perawatan, pemantauan, dan pemeriksaan;
- 7) penanganan hasil pengolahan;
- 8) kriteria penerimaan dan penilaian keselamatan; dan
- 9) modifikasi.

Modifikasi atas sarana, prasarana, instalasi atau fasilitas, dan peralatan di fasilitas penambangan atau pengolahan dapat dimodifikasi untuk keperluan

- 1) meningkatkan keselamatan penambangan atau pengolahan;
- 2) mencegah kegagalan yang teridentifikasi selama penambangan atau pengolahan;
- 3) memenuhi ketentuan peraturan perundang-undangan;
- 4) mengurangi kejadian akibat kesalahan manusia;
- 5) mempermudah perawatan sarana, prasarana, instalasi atau fasilitas, dan peralatan penambangan atau pengolahan; dan/atau
- 6) meningkatkan kinerja penambangan atau pengolahan.

Terakhir, dekomisioning wajib dilaksanakan dengan mempertimbangkan keselamatan pertambangan dalam setidaknya salah satu dari hal-hal berikut.

- 1) Izin habis masa berlakunya dan tidak dilakukan perpanjangan izin.
- 2) Wilayah penugasan penambangan mineral radioaktif (WPPMR) ditiutkan atau dikembalikan.
- 3) Terjadi kecelakaan yang mengakibatkan wilayah tambang atau fasilitas tidak dapat diusahakan kembali.
- 4) Izin dicabut.

2) Proteksi Radiasi

Pemegang izin wajib melaksanakan proteksi radiasi untuk pertambangan mineral radioaktif dengan membuat, menerapkan, dan memutakhirkan program proteksi radiasi dan keselamatan radiasi. Program dimaksud meliputi

- 1) identifikasi sumber radiasi pengion, jalur paparan, dan penilaian serta pengendalian risiko radiasi;
- 2) daftar perlengkapan proteksi radiasi dan program kalibrasi alat ukur;
- 3) pembagian daerah kerja;

- 4) pemantauan paparan radiasi dan/atau kontaminasi radioaktif di daerah kerja;
- 5) pelatihan proteksi radiasi untuk pekerja radiasi;
- 6) pemantauan kesehatan; dan
- 7) pemantauan dan rekam dosis yang diterima pekerja radiasi.

Pelaksanaan proteksi radiasi dilaksanakan melalui hal-hal berikut.

- 1) Justifikasi pertimbangan, yaitu dengan memastikan kegiatan pertambangan mempunyai manfaat yang lebih besar dari risikonya.
- 2) Optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi, dengan mengendalikan besaran dosis yang diterima pekerja radiasi dan masyarakat agar serendah mungkin dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial.
- 3) Limitasi dosis, dengan memastikan paparan radiasi yang diterima pekerja radiasi di pertambangan tidak melebihi batas yang ditetapkan.

3) Pengendalian Radioaktivitas Lingkungan Hidup

Pemegang izin wajib melaksanakan pengendalian radioaktivitas lingkungan hidup pada saat kondisi normal dan kecelakaan. Pengendalian dimaksud meliputi

- 1) Pemantauan parameter lingkungan hidup: Meliputi batasan lepasan efluen radioaktif ke lingkungan hidup, dan tingkat radioaktivitas di lingkungan hidup.
- 2) Pengelolaan lingkungan hidup: Dilakukan dengan mengukur parameter tingkat radioaktivitas lingkungan hidup berdasarkan baku tingkat yang berlaku untuk air, udara, tanah, dan vegetasi.

4) Penanggulangan Kecelakaan

Jika terjadi kecelakaan, pemegang izin wajib melaksanakan penanggulangan yang meliputi tindakan prakecelakaan, saat kecelakaan, dan pascakecelakaan. Dalam pelaksanaannya, pemegang izin menerapkan prosedur penanggulangan kecelakaan yang paling sedikit meliputi

- 1) identifikasi kondisi kecelakaan;
- 2) tanggung jawab petugas penanggulangan;
- 3) persyaratan dan metode penilaian kecelakaan;
- 4) jenis latihan dan gladi menghadapi kondisi kecelakaan;
- 5) sarana dan prasarana penanggulangan;
- 6) pernyataan terjadinya kondisi kecelakaan;
- 7) pelaporan lisan, tertulis, dan khusus;
- 8) tindakan penanganan saat kecelakaan berupa perlindungan dan mitigasi bagi pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup dari paparan radiasi dan kontaminasi;
- 9) koordinasi di lokasi saat kecelakaan;
- 10) sistem rujukan pelayanan kesehatan;
- 11) tindakan penanganan pascakecelakaan, termasuk pemulihannya;
- 12) pernyataan berakhirnya kondisi kecelakaan; dan
- 13) pelaporan akhir.

5) Pengelolaan Limbah Radioaktif

Pemegang izin wajib melaksanakan pengelolaan limbah radioaktif dengan menerapkan dan memutakhirkan program pengelolaan limbah radioaktif. Program dimaksud meliputi

- 1) deskripsi semua limbah radioaktif yang dihasilkan,
- 2) kategorisasi dan penentuan kriteria limbah radioaktif,
- 3) strategi untuk memastikan produksi limbah radioaktif seminimal mungkin,
- 4) deskripsi fasilitas pengelolaan limbah radioaktif,
- 5) prosedur pengelolaan limbah radioaktif, dan
- 6) penilaian keselamatan.

b. Pengolahan dan Penyimpanan Mineral Ikutan Radioaktif

Mineral ikutan radioaktif adalah mineral ikutan dengan konsentrasi aktivitas paling sedikit 1 Bq/g pada salah satu unsur radioaktif anggota deret uranium dan thorium atau 10 Bq/g pada unsur kalium yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan mineral dan batu bara, minyak dan gas bumi, dan industri lainnya. Terkait keselamatan fasilitas dan

kegiatan, pemegang izin wajib melaksanakan analisis keselamatan untuk memastikan bahwa kegiatan pengolahan dilakukan dengan mempertimbangkan keselamatan pengolahan dan dilakukan dengan membuat, menerapkan, dan memutakhirkan dokumen analisis keselamatan untuk kegiatan konstruksi dan penambangan atau pengolahan mineral ikutan radioaktif. Informasi yang dikandung pada dokumen analisis keselamatan disini sama dengan informasi yang dikandung pada dokumen analisis keselamatan untuk pertambangan mineral radioaktif. Selanjutnya, beberapa perincian untuk isu yang lain, yaitu proteksi radiasi, pengendalian radioaktivitas lingkungan hidup, penanggulangan kecelakaan, dan pengelolaan limbah radioaktif, pada prinsipnya sama dengan perincian yang diberlakukan untuk pertambangan mineral radioaktif.

c. Sanksi Administratif

Pelanggaran terhadap ketentuan keselamatan pertambangan bahan galian nuklir dikenai sanksi administratif yang berupa

- 1) peringatan tertulis,
- 2) denda administratif,
- 3) pembekuan izin, atau
- 4) pencabutan izin.

Peringatan tertulis diberikan dalam tiga tahap. Peringatan tertulis pertama dikirim oleh lembaga OSS jika pemegang izin melanggar beberapa ketentuan pada PP No. 52 Tahun 2022 ini. Peringatan kedua dikirim 10 hari setelah peringatan pertama dan pemegang izin tidak memenuhinya, dan peringatan ketiga juga dikirim 10 hari setelah peringatan kedua dan pemegang izin tetap tidak memenuhinya.

Jika setelah peringatan ketiga dalam 10 hari pemegang izin tetap tidak memenuhinya, Kepala BAPETEN akan membekukan izin. Selanjutnya, jika pemegang izin tidak juga memenuhi ketentuan dalam tiga bulan setelah pembekuan izin dikeluarkan, Kepala BAPETEN akan mencabut izin. Pencabutan izin juga dapat langsung dilakukan jika setelah dikeluarkannya pembekuan izin, pemegang izin tetap melaksanakan kegiatannya.

Setelah pencabutan izin ditetapkan, eks pemegang izin wajib melaksanakan dekomisioning pertambangan. Jika kewajiban tidak dipenuhi, eks pemegang izin akan dikenakan denda administratif paling tinggi 50% dari nilai jaminan pelaksanaan dekomisioning. Denda administratif ini tidak diambil dari dana jaminan pelaksanaan dekomisioning pertambangan. Namun, dana akan digunakan untuk melaksanakan dekomisioning yang akan dilakukan pihak ketiga yang ditunjuk Kepala BAPETEN.

Dekomisioning dapat dibatalkan jika berdasarkan hasil evaluasi terdapat pertimbangan bahwa cadangan deposit bahan galian nuklir masih dapat dieksploitasi atau menguntungkan baik dari aspek keekonomian maupun strategis. Dalam hal ini, kementerian ESDM dapat menyerahkan WPPMR kepada badan usaha berbadan hukum lainnya.

2. Keamanan Pertambangan Bahan Galian Nuklir

Keamanan pertambangan bahan galian nuklir terdiri atas garda-aman, proteksi fisik, dan sanksi administratif.

a. Garda-Aman

Garda-aman¹⁴ adalah setiap tindakan yang ditujukan untuk memastikan bahwa tujuan pemanfaatan bahan nuklir hanya untuk maksud damai. Dalam kaitan ini, pemegang izin wajib melaksanakan garda-aman dengan membuat, menerapkan, dan memutakhirkan dokumen sistem garda-aman untuk kegiatan pertambangan bahan galian nuklir.

Dokumen sistem garda-aman meliputi

- 1) pemberitahuan rencana umum pertambangan serta penelitian dan pengembangan pertambangan bahan galian nuklir;
- 2) pemberitahuan lokasi, status tahapan kegiatan pertambangan, dan jumlah produksi pertambangan bahan galian nuklir;
- 3) pemberitahuan impor peralatan khusus; dan
- 4) pembuatan rekaman dan laporan berkala inventori.

¹⁴ Istilah "garda-aman" di sini disini sama dengan *safeguards*, tetapi karena merupakan bagian dari peraturan, istilah tersebut tidak diganti menjadi *safeguards*.

b. Proteksi Fisik

Proteksi fisik adalah upaya yang ditujukan untuk mendeteksi dan mencegah pemindahan bahan nuklir secara tidak sah dan mencegah sabotase terhadap fasilitas dan kegiatan pertambangan bahan galian nuklir. Dalam kaitan ini, pemegang izin wajib melaksanakan proteksi fisik dengan membuat, menerapkan, dan memutakhirkan dokumen rencana proteksi fisik terhadap ancaman keamanan untuk kegiatan fisik pertambangan bahan galian nuklir.

Rencana proteksi fisik paling sedikit meliputi

- 1) kajian kerawanan fasilitas termasuk target ancaman,
- 2) organisasi dan petugas proteksi fisik,
- 3) desain dan pembagian daerah proteksi fisik,
- 4) sistem deteksi termasuk kendali akses,
- 5) sistem penundaan,
- 6) sistem respons termasuk kontingensi dan sistem komunikasi;
- 7) sistem pendukung;
- 8) perawatan dan uji fungsi;
- 9) budaya keamanan nuklir;
- 10) kerahasiaan informasi;
- 11) evaluasi sistem proteksi fisik; dan
- 12) rekaman dan pelaporan.

Dalam membuat dan mengimplementasikan rencana proteksi fisik, pemegang izin harus mencegah dan menanggulangi kejadian keamanan nuklir yang diuraikan dalam dokumen kajian kerawanan fasilitas, mengklasifikasikan bahan galian nuklir yang disimpan dan diangkut, dan menerapkan konsep pertahanan berlapis untuk tindakan pencegahan dan perlindungan.

c. Sanksi Administratif

Ketentuan mengenai sanksi administratif untuk pelanggar ketentuan keamanan pertambangan bahan galian nuklir sama dengan ketentuan sanksi administratif untuk pelanggar ketentuan keselamatan pertambangan, yaitu adanya peringatan tertulis, denda administrasi, pembekuan izin, dan pencabutan izin.

3. Manajemen Keselamatan dan Keamanan Pertambangan Bahan Galian Nuklir

Manajemen keselamatan dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir terdiri atas sistem manajemen, organisasi pertambangan dan panitia penilai keselamatan, serta sanksi administratif.

a. Sistem Manajemen

Pemegang izin wajib melaksanakan sistem manajemen dengan membuat, menerapkan, dan memutakhirkan dokumen sistem manajemen untuk kegiatan pertambangan bahan galian nuklir dan wajib dikaji ulang secara berkala paling sedikit setahun sekali. Dokumen sistem manajemen paling sedikit memuat

- 1) kebijakan dan perencanaan;
- 2) manajemen sumber daya;
- 3) tanggung jawab manajemen;
- 4) pelaksanaan proses;
- 5) pengukuran efektivitas, penilaian, dan peluang perbaikan;
- 6) pendekatan bertingkat penerapan sistem manajemen;
- 7) dokumentasi; dan
- 8) budaya keselamatan dan keamanan.

b. Organisasi Pertambangan dan Panitia Penilai Keselamatan

Pemegang izin wajib membentuk organisasi pertambangan bahan galian nuklir yang terdiri atas

- 1) pemegang izin,
- 2) kepala teknik tambang (KTT) pertambangan bahan galian nuklir;
- 3) penyelia,
- 4) petugas proteksi radiasi,
- 5) petugas proteksi fisik, dan
- 6) pekerja pertambangan.

Pemegang izin merupakan penanggung jawab dalam menjamin keselamatan dan keamanan seluruh kegiatan pertambangan bahan galian nuklir, dengan tanggung jawab dimaksud meliputi

- 1) memastikan kepatuhan terhadap semua peraturan perundang-undangan dan persyaratan izin terkait kegiatan pertambangan;
- 2) menentukan dan melaksanakan kriteria dan kebijakan sesuai dengan tujuan keselamatan dan keamanan;
- 3) memiliki organisasi dengan pembagian tugas, kewenangan, fungsi, tanggung jawab, dan jalur komunikasi yang jelas;
- 4) membuat, melaksanakan, serta mengembangkan prosedur dan aturan internal untuk memastikan keselamatan dan keamanan termasuk melakukan perekaman dan merawat rekaman yang dipersyaratkan;
- 5) memastikan pekerja memiliki pendidikan, kompetensi, dan keahlian yang sesuai dengan bidang pekerjaannya;
- 6) memastikan pekerja mendapatkan pendidikan dan pelatihan untuk memenuhi kompetensi dan keahlian yang dibutuhkan sesuai bidang pekerjaannya;
- 7) melakukan evaluasi, pemantauan, dan audit secara berkala terhadap hal yang berkaitan dengan keselamatan dan keamanan;
- 8) menyusun, melaksanakan, dan mengevaluasi program pengembangan dan pemberdayaan masyarakat sekitar wilayah tambang; dan
- 9) menunjuk KTT pertambangan bahan galian nuklir sebagai penanggung jawab tertinggi di wilayah tambang.

Selain organisasi pertambangan bahan galian nuklir, pemegang izin juga wajib membentuk panitia penilai keselamatan yang independen. Panitia bertanggung jawab untuk melaksanakan penilaian dan memberikan rekomendasi kepada pemegang izin pada kegiatan konstruksi dan penambangan mineral radioaktif, pengolahan mineral radioaktif, dan/atau pengolahan mineral ikutan radioaktif di wilayah tambang. Penilaian dan rekomendasi yang dilaksanakan panitia dilakukan terhadap:

- 1) keselamatan konstruksi, penambangan, pengolahan, dan dekomisioning pertambangan;

- 2) keselamatan pekerja, masyarakat, dan perlindungan terhadap lingkungan hidup;
- 3) keselamatan pengujian sarana, prasarana, instalasi atau fasilitas, dan peralatan;
- 4) modifikasi fasilitas penambangan atau pengolahan; dan
- 5) aspek keselamatan lainnya.

c. Sanksi Administratif

Ketentuan mengenai sanksi administratif untuk pelanggar ketentuan manajemen keselamatan dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir sama dengan pelanggar ketentuan sebelumnya, yaitu adanya peringatan tertulis, denda administrasi, pembekuan izin, dan pencabutan izin.

4. Inspeksi

Inspeksi keselamatan terhadap semua kegiatan ketenaganukliran merupakan salah satu tugas dan wewenang yang diberikan oleh UU No.10 Tahun 1997 kepada BAPETEN, termasuk terhadap kegiatan pertambangan bahan galian nuklir. Dalam hal ini, inspeksi dilakukan selama proses perizinan berusaha, masa berlaku perizinan berusaha, dan masa berakhirnya izin hingga diterbitkannya persetujuan pernyataan pembebasan.

Selama proses perizinan berusaha, inspeksi yang dilakukan terdiri atas audit dokumen dan verifikasi lapangan, sedangkan inspeksi selama masa berlaku perizinan berusaha terdiri atas evaluasi laporan pada kegiatan pertambangan bahan galian nuklir, audit dokumen dan verifikasi lapangan. Untuk inspeksi selama masa berakhirnya izin hingga diterbitkannya persetujuan pernyataan pembebasan, hal yang dilakukan adalah evaluasi laporan pada kegiatan dekomisioning pertambangan, audit dokumen, dan verifikasi lapangan.

Inspeksi dilakukan oleh inspektur keselamatan nuklir, dilaksanakan secara berkala dan sewaktu-waktu, dengan atau tanpa pemberitahuan. Kewenangan inspektur dalam melakukan inspeksi adalah

- 1) memasuki dan memeriksa setiap fasilitas dan/atau wilayah tambang;
- 2) melakukan pemeriksaan dokumen dan rekaman;
- 3) melakukan pengambilan sampel, pemantauan radiasi, dan pengujian baik di dalam maupun di luar wilayah tambang;
- 4) mencari informasi atau keterangan, mendokumentasikan secara visual berupa foto atau video, dan/atau membuat rekaman yang diperlukan;
- 5) menyusun salinan dari dokumen dan/atau mendokumentasikan secara elektronik;
- 6) menghentikan kegiatan pertambangan bahan galian nuklir dalam hal terjadi situasi yang membahayakan terhadap keselamatan pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup; dan
- 7) melakukan kegiatan lain yang diatur oleh peraturan perundang-undangan dalam rangka memastikan keselamatan dan keamanan.

B. Analisis

Diundangkannya PP Nomor 52 Tahun 2022 yang khusus mengatur keselamatan dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir ini cukup menarik karena sebelumnya telah ada Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, yang diubah dengan Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020. Yang menjadi pertanyaan, kenapa PP Nomor 52 Tahun 2022 ini sama sekali tidak menggunakan UU Nomor 3 Tahun 2020 dalam bagian "mengingat"-nya. Apakah hal ini berarti bahan galian nuklir bukan merupakan salah satu bentuk mineral?

Sesuai namanya, PP Nomor 52 Tahun 2022 ini mengatur tentang keselamatan dan keamanan bahan galian nuklir. Sudah lumrah pada semua peraturan bahwa subjek peraturan, yang dalam hal ini adalah keselamatan pertambangan bahan galian nuklir dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir, diberikan definisinya pada Pasal 1. Namun, hal ini tidak berlaku pada PP Nomor 52 Tahun 2022. Subjek peraturan tersebut tidak didefinisikan, justru yang didefinisikan

adalah "mineral radioaktif" yang menjadi produk dari kegiatan pertambangan, dan "mineral ikutan radioaktif" yang dihasilkan dari berbagai kegiatan pertambangan lainnya.

Pada PP Nomor 52 Tahun 2022 ini banyak ditemukan istilah "pekerja radiasi", tetapi tidak didefinisikan di Pasal 1. Definisinya ternyata terdapat di Penjelasan untuk Pasal 25 ayat (3) huruf e. Sebagai salah satu unsur penting dalam kegiatan pertambangan bahan galian nuklir, sudah selayaknya definisi siapa itu "pekerja radiasi" dicantumkan di Pasal 1.

Demikian pula Pasal 1 tidak memberikan definisi "pekerja pertambangan" yang juga merupakan salah satu unsur penting dalam pertambangan bahan galian nuklir. Penjelasan untuk Pasal 25 ayat (3) huruf e hanya memberikan contoh pekerja yang digolongkan sebagai pekerja pertambangan ini.

Yang lebih memprihatinkan adalah "petugas proteksi fisik". Istilah itu pertama kali muncul di Pasal 71 ayat (2) sebagai salah satu unsur dalam organisasi pertambangan bahan galian nuklir, dan pernyataan tentang tanggung jawabnya ada di Pasal 75 ayat (4), tetapi tidak ada definisi tentang apa dan siapa petugas proteksi fisik ini, baik di Pasal 1 maupun di Penjelasan.

PP Nomor 52 Tahun 2022 dibagi atas empat subjek teknis, yaitu tentang keselamatan pertambangan bahan galian nuklir—yang diawali dari Pasal 8 hingga Pasal 61, tentang keamanan pertambangan bahan galian nuklir—dari Pasal 62 hingga Pasal 69, tentang manajemen keselamatan dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir—dari Pasal 70 hingga Pasal 84, dan tentang inspeksi—dari Pasal 85 hingga Pasal 88. Mengingat keempat subjek peraturan tersebut akan diatur lebih lanjut dalam peraturan Badan, sebaiknya jumlah pasal untuk setiap subjek dapat berimbang dan tidak sangat berat sebelah atau tidak seimbang seperti antara pasal untuk subjek keselamatan dengan pasal untuk ketiga subjek lainnya.

Pasal 6 ayat (1) menguraikan tiga kelompok pertambangan bahan galian nuklir dan ayat (2) menguraikan tahapan kegiatan kelompok pertama, yaitu pertambangan mineral radioaktif. Anehnya,

dua kelompok kegiatan yang lain, yaitu pengolahan mineral ikutan radioaktif dan penyimpanan mineral ikutan radioaktif, tidak mendapat kesempatan untuk diuraikan tahapan kegiatannya pada Pasal 6 yang sama.

Kata "sistem bantu" pada Pasal 13 huruf f, dan di beberapa tempat lainnya, dijelaskan pada Penjelasan atas PP sebagai sistem yang menunjang sistem utama, seperti sistem untuk catu daya listrik, komunikasi dan alarm, pencahayaan, serta pemasok air. Penjelasan ini tampak seperti berputar-putar. Mengapa sejak awal di pasal dimaksud, dan di pasal-pasal lainnya, tidak disebut langsung sebagai *sistem penunjang sistem utama, dan bukan sistem bantu* yang ternyata memerlukan penjelasan lebih lanjut.

Pasal 30 ayat (5) menyatakan, antara lain, "pengukuran parameter untuk batasan lepasan efluen radioaktif ke lingkungan sebagaimana dimaksud pada ayat (4) huruf a harus dilaksanakan ...". Pernyataan ini di luar konteks karena di Pasal 30 ayat (4) sama sekali tidak disinggung perlunya dilakukan "pengukuran parameter". Rujukan pada ayat (4) yang sama tentang pengukuran parameter juga diberikan pada Pasal 30 ayat (6).

Pasal 31 ayat (2) menyatakan bahwa penanggulangan kecelakaan meliputi tindakan prakecelakaan, saat kecelakaan, dan pascakecelakaan. Menyatakan tindakan prakecelakaan sebagai bagian dari penanggulangan cukup mengherankan. Mestinya, tindakan prakecelakaan merupakan bagian dari kesiapsiagaan, kegiatan yang dilakukan untuk menyiapkan sarana dan parsarana untuk mengatasi kecelakaan. Penanggulangan dilakukan saat kecelakaan terjadi, sementara kesiapsiagaan dilakukan sebelum kecelakaan terjadi. Sayang sekali bahwa paragraf 4 diberi judul "Penanggulangan Kecelakaan", padahal mestinya "Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kecelakaan" atau "Kesiapsiagaan dan Tanggap Darurat Kecelakaan".

Sanksi administratif untuk pelanggaran terhadap ketentuan keselamatan pertambangan bahan galian nuklir yang diberikan pada Pasal 56 ayat (2) terdiri atas peringatan tertulis, denda administratif, pembekuan izin, atau pencabutan izin. Namun, pada pasal-pasal

berikutnya, denda administratif ternyata baru dikenakan setelah dilakukan pencabutan izin. Dengan demikian, urutan sanksi yang diberikan pada Pasal 52 ayat (2) tidak sesuai dengan urutan sanksi yang diuraikan setelahnya.

Dari sisi internasional, publikasi IAEA yang berjudul *Occupational Radiation Protection* (GSG-7, 2018) mengandung uraian tentang upaya proteksi radiasi di lingkungan kerja untuk fasilitas tambang dan pengolahan mineral. Publikasi IAEA lain yang terkait dengan keselamatan dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir adalah sebagai berikut:

- 1) *Nuclear Security in the Uranium Extraction Industry* (2016) dan
- 2) *Occupational Radiation Protection in the Uranium and Processing Industry* (Safety Reports Series No.100 (2020)).

Beberapa subjek yang dikandung oleh ketiga publikasi yang telah disebutkan belum diakomodasi oleh PP Nomor 52 Tahun 2022 ini dan diharapkan dapat dimasukkan ke dalam peraturan Badan yang menjadi peraturan pelaksanaannya.

Bab X

Inspeksi dan Garda-Aman (*Safeguards*)

Inspeksi adalah salah satu unsur pengawasan pemanfaatan sumber radiasi, instalasi nuklir dan bahan nuklir yang dilaksanakan oleh inspektur keselamatan nuklir untuk memastikan ditaatinya peraturan perundang-undangan di bidang ketenaganukliran. Khusus untuk instalasi nuklir, inspeksi dilakukan selama kegiatan pembangunan, pengoperasian, dan dekomisioning. *Safeguards*, sementara itu, adalah setiap tindakan yang ditujukan untuk memastikan bahwa tujuan pemanfaatan bahan nuklir hanya untuk maksud damai.

Inspeksi terhadap instalasi nuklir dan instalasi yang memanfaatkan radiasi diatur langsung pada Pasal 20 Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran. Dinyatakan bahwa inspeksi dilaksanakan oleh badan pengawas dalam rangka pengawasan terhadap ditaatinya syarat-syarat dalam perizinan dan peraturan perundang-undangan di bidang keselamatan nuklir. Inspeksi dilaksanakan oleh inspektur yang diangkat dan diberhentikan oleh Badan Pengawas. Selain itu, inspeksi dilaksanakan secara berkala dan sewaktu-waktu.

Selanjutnya, inspeksi terhadap sumber radiasi pengion diatur lebih lanjut pada Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Zat Radioaktif

dan Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir. Adapun aturan inspeksi untuk instalasi nuklir dan bahan nuklir tercantum pada Peraturan Pemerintah Nomor 2 Tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir.

Sementara itu, disebutkan dalam Pasal 16 ayat (1) huruf a Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2008,

"Sistem safeguards merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh izin pemanfaatan bahan nuklir. Peraturan pelaksanaan dari ketentuan ini adalah Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Perka BAPETEN) Nomor 2 Tahun 2005 tentang Sistem Pertanggungjawaban dan Pengendalian Bahan Nuklir dan Perka BAPETEN Nomor 4 Tahun 2011 tentang Sistem Seifgard¹⁵".

A. Peraturan Perundang-undangan

Untuk mengatur pelaksanaan inspeksi dan *safeguards* telah diterbitkan Perka BAPETEN Nomor 1 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Inspeksi dalam Pengawasan Pemanfaatan Tenaga Nuklir. Perka BAPETEN yang terakhir ini mencabut Perka BAPETEN No. 18 Tahun 2012 tentang Inspektur Keselamatan Nuklir Badan Pengawas Tenaga Nuklir dan menyatakannya tidak berlaku lagi.

1. Inspeksi

Ketentuan tentang inspeksi terhadap sumber radiasi pengion pada PP No. 45 Tahun 2023 telah diuraikan pada Bab VI. Pada bagian ini akan diuraikan peraturan pelaksanaannya yang diatur pada Perka BAPETEN Nomor 1 Tahun 2017¹⁶. Perka BAPETEN terakhir ini mengatur pelaksanaan inspeksi pengawasan pemanfaatan tenaga

15 Istilah "Seifgard" disini sama dengan *safeguards*, tetapi karena merupakan judul peraturan, penulisannya tidak diganti menjadi *safeguards*.

16 Perka BAPETEN No. 1 Tahun 2017 ini didasarkan pada—salah satunya—PP No. 33 Tahun 2007 yang telah dicabut dan digantikan oleh PP No. 45 Tahun 2023. Hal ini menyebabkan peraturan pelaksanaan tampak diatur lebih dahulu dibandingkan dengan peraturan di atasnya.

nuklir yang meliputi objek pengawasan, inspektur, penilaian kinerja inspektur, penatalaksanaan inspeksi, pemantauan tindak lanjut hasil inspeksi, pemantauan dan evaluasi inspeksi, penegakan hukum, dan penilaian kinerja fasilitas.

a. Objek pengawasan

Objek pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir terdiri atas fasilitas radiasi dan zat radioaktif (FRZR) dan instalasi dan bahan nuklir (IBN). Objek pengawasan dikelompokkan berdasarkan analisis risiko, dan meliputi aspek keselamatan nuklir, keselamatan radiasi, dan/atau keamanan sumber radioaktif dan bahan nuklir.

Berdasarkan analisis risiko tersebut, kelompok objek pengawasan dibedakan atas risiko tinggi, risiko sedang, dan risiko rendah. Objek pengawasan berdasarkan tingkat risiko tersebut diberikan pada Tabel 10.1.

Tabel 10.1 Objek Pengawasan Berdasarkan Tingkat Risiko

Tingkat Risiko	Objek Pengawasan	Periode Inspeksi (Per Tahun)
i. Bidang Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif.		
Tinggi	Radiografi industri	1
Tinggi	Iradiator	1
Tinggi	Radioterapi	1
Tinggi	Kedokteran nuklir	1
Sedang	Well logging	2
Sedang	Importir	2
Sedang	Penelitian	2
Rendah	Gauging dan fotofluorografi	3
Rendah	Radiodiagnostik dan intervensional	4
ii. Bidang Instalasi dan Bahan Nuklir.		
Tinggi	Reaktor nuklir dengan 2 MWt < daya < 3 100 MWt	
Sedang	1. Reaktor dengan daya £2 MWt 2. Instalasi nuklir non reaktor selain penyimpanan bahan bakar bekas 3. Instalasi pengelolaan limbah radioaktif 4. Instalasi produksi radioisotop dan/ atau radiofarmaka	2

Tingkat Risiko	Objek Pengawasan	Periode Inspeksi (Per Tahun)
Rendah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalasi penyimpanan bahan bakar bekas tipe kolam dengan inventori rendah 2. Instalasi penanggung jawab kegiatan kawasan nuklir (pengelolaan lepasan, pemantauan lingkungan, kesiapsiagaan nuklir) 	1

Sumber: Perka BAPETEN No. 1 (2017)

b. Inspektur

Inspektur diangkat dan diberhentikan oleh Kepala BAPETEN. Untuk dapat diangkat sebagai inspektur, pegawai negeri sipil di BAPETEN harus memenuhi beberapa persyaratan umum dan khusus. Sesuai dengan objek pengawasan, inspektur juga dibedakan atas inspektur FRZR dan inspektur IBN. Inspektur FRZR memiliki kewenangan untuk:

- 1) melakukan inspeksi selama proses perizinan;
- 2) memasuki dan memeriksa setiap fasilitas atau instalasi, dan instansi atau lokasi pemanfaatan tenaga nuklir, termasuk memastikan pemenuhan persyaratan keselamatan dan keamanan selama kegiatan pengangkutan sumber radioaktif;
- 3) melakukan pemantauan radiasi di dalam instalasi dan di luar instalasi;
- 4) melakukan inspeksi secara langsung atau inspeksi dengan pemberitahuan dalam selang waktu singkat dalam hal keadaan darurat atau kejadian yang tidak normal; dan
- 5) menghentikan kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir jika terjadi situasi yang membahayakan terhadap keselamatan pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup, atau keamanan sumber radioaktif.

Sementara itu, kewenangan inspektur IBN adalah

- 1) melakukan inspeksi selama proses perizinan, termasuk verifikasi mutu terhadap vendor atau pabrikan;

- 2) memasuki dan memeriksa setiap fasilitas dan/atau kawasan, selama pembangunan, pengoperasian, dekomisioning instalasi nuklir;
- 3) memasuki dan memverifikasi setiap daerah neraca bahan nuklir (*material balance area*) dan *location outside facilities*;
- 4) melakukan pemantauan radiasi di dalam instalasi dan di luar instalasi nuklir; dan
- 5) menghentikan pembangunan, pengoperasian, dan dekomisioning instalasi nuklir, serta pemanfaatan bahan nuklir dalam hal terjadi situasi yang membahayakan terhadap keselamatan pekerja, masyarakat dan lingkungan hidup.

c. Penilaian Kinerja Inspektur

Kepala BAPETEN melakukan penilaian kinerja inspektur yang meliputi unsur

- 1) capaian jumlah pelaksanaan inspeksi terhadap target inspeksi,
- 2) kepatuhan inspektur dalam penyampaian laporan hasil inspeksi,
- 3) penilaian perilaku inspektur,
- 4) hasil pemeriksaan kesehatan, dan
- 5) hasil evaluasi dosis.

Dalam penilaian kinerja inspektur, Kepala BAPETEN dibantu oleh Majelis Penilai Inspektur. Penilaian kinerja inspektur dilaksanakan pada akhir tahun pelaksanaan kegiatan inspeksi.

d. Penatalaksanaan Inspeksi

Inspeksi dilaksanakan secara berkala dan sewaktu-waktu. Inspeksi berkala disesuaikan dengan tingkat kelompok risiko, sedangkan pelaksanaan inspeksi sewaktu-waktu dilaksanakan dengan kondisi

- 1) kejadian abnormal,
- 2) informasi dugaan pelanggaran,
- 3) sebagai tindak lanjut inspeksi berkala,
- 4) verifikasi dalam rangka perizinan,
- 5) pelaksanaan pengangkutan, dan/atau
- 6) penegakan hukum.

Kejadian abnormal yang dimaksud pada poin 1) terdiri atas

- 1) penerimaan dosis, paparan, kontaminasi dan lepasan berlebih;
- 2) adanya insiden yang menyebabkan kehilangan sumber radioaktif dan bahan nuklir;
- 3) kejadian yang disebabkan oleh faktor eksternal, antara lain banjir, kebakaran, dan/atau gempa bumi;
- 4) kejadian yang disebabkan oleh faktor internal, antara lain kesalahan manusia (*human error*) dan/atau kesalahan prosedur;
- 5) kejadian yang disebabkan adanya dugaan kegiatan penyalahgunaan zat radioaktif dan bahan nuklir; dan/atau
- 6) kejadian ditemukannya *orphan source*.

e. Pemantauan Tindak Lanjut Hasil Inspeksi

Pemantauan tindak lanjut terhadap temuan yang tercantum dalam surat pemberitahuan hasil inspeksi dilakukan oleh unit inspeksi dan meliputi pemenuhan ketentuan batas waktu komitmen tindak lanjut dan kecukupan dokumen tindak lanjut. Kecukupan dokumen tindak lanjut disesuaikan dengan ketentuan persyaratan keselamatan dan keamanan fasilitas.

f. Pemantauan dan Evaluasi Inspeksi

Kegiatan inspeksi yang dipantau dan dievaluasi terkait dengan proses perencanaan, pelaksanaan, dan tindak lanjut hasil inspeksi. Pemantauan dan evaluasi kegiatan inspeksi terdiri atas unsur berikut:

- 1) cakupan inspeksi,
- 2) jumlah dan inspeksi per tahun,
- 3) beban kerja inspektur,
- 4) ketersediaan prosedur,
- 5) sarana dan prasarana pendukung,
- 6) tindak lanjut temuan hasil inspeksi, dan
- 7) penegakan hukum.

g. Penegakan Hukum

Pelaksanaan penegakan hukum dilaksanakan berdasarkan temuan hasil inspeksi atau informasi pelanggaran peraturan ketenaganukliran. Informasi pelanggaran dapat berasal dari masyarakat, data perizinan, laporan kepolisian, dan/atau tindak lanjut temuan hasil pelaksanaan inspeksi. Pelaksanaan penegakan hukum berupa tindakan pelarangan penggunaan, pelaporan kepolisian, penghentian sementara, pembekuan izin, dan/atau peringatan tertulis.

h. Penilaian Kinerja Fasilitas

Penilaian kinerja fasilitas dilakukan untuk menilai pemenuhan dan kesesuaian terhadap indikator keselamatan dan keamanan fasilitas. Objek penilaian dikelompokkan berdasarkan fasilitas, kegiatan, dan/atau lokasi. Hasil penilaian kinerja fasilitas dikategorikan menjadi baik dan baik sekali, dengan simbol warna merah; cukup dengan simbol warna kuning; dan kurang dengan simbol warna merah.

2. Garda Aman (*Safeguards*)

Perka BAPETEN Nomor 4 Tahun 2011 tentang Sistem Seifgard mengatur persyaratan sistem seifgard yang meliputi pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir, serta inspeksi seifgard, dan berlaku untuk reaktor nuklir, instalasi nuklir nonreaktor termasuk instalasi radiometalurgi, dan *location outside facilities* (LOF). LOF adalah instalasi atau lokasi pemanfaatan bahan nuklir yang jumlahnya sama dengan atau lebih kecil dari satu kilogram efektif. Kilogram efektif sendiri adalah satuan khusus yang digunakan dalam pengendalian bahan nuklir.

a. Pertanggungjawaban dan Pengendalian Bahan Nuklir

Pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir meliputi kumpulan organisasi, program/prosedur, rekaman, laporan, dan peralatan yang secara bersama-sama menjamin pemanfaatan bahan nuklir untuk tujuan damai. Bahan nuklir dinyatakan mulai terkena *safeguards* apabila bahan nuklir

- 1) memiliki komposisi dan kemurnian yang memenuhi syarat untuk fabrikasi bahan bakar nuklir,
- 2) memiliki komposisi dan kemurnian yang memenuhi syarat untuk diperkaya secara isotopik,
- 3) merupakan uranium deplesi yang digunakan dalam kegiatan terkait daur bahan bakar nuklir.

Bahan nuklir yang tidak terkena *safeguards* harus memenuhi ketentuan dalam protokol tambahan pada sistem pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir. Pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir yang terkena *safeguards* meliputi:

- 1) pembentukan *material balance area* (MBA) dan/atau LOF atau daerah neraca bahan nuklir, yaitu daerah yang di dalamnya dapat ditentukan jumlah setiap bahan nuklir yang masuk, keluar, dan inventori fisiknya);
- 2) pembentukan organisasi;
- 3) penyusunan prosedur;
- 4) penerimaan dan pengiriman bahan nuklir;
- 5) pembuatan rekaman dan laporan; dan
- 6) peralatan dan teknik pengukuran bahan nuklir.

1) MBA dan/atau LOF

MBA dibentuk apabila di dalam instalasi nuklir terdapat bahan nuklir lebih dari satu kilogram efektif dengan perhitungannya sebagai berikut.

- 1) Untuk plutonium sama dengan beratnya dalam kilogram.
- 2) Untuk uranium dengan pengayaan 1% atau lebih adalah beratnya dalam kilogram dikalikan dengan pangkat dua dari pengayaannya.
- 3) Untuk uranium dengan pengayaan di bawah 1% dan di atas 0,5% adalah beratnya dalam kilogram dikalikan dengan 1×10^{-4} .
- 4) Untuk uranium deplesi dengan pengayaan 0,5% atau kurang, dan untuk torium adalah bertanya dalam kilogram dikalikan 5×10^{-5} .

Setiap MBA terdiri atas KMP alir dan KMP inventori. KMP alir (*flow key measurement point*) atau tempat pengukuran pokok alir adalah kode untuk menentukan aliran bahan nuklir dalam MBA yang meliputi paling sedikit penerimaan dan pengiriman bahan nuklir, sementara *inventory key measurement point* (KMP inventori) atau tempat pengukuran pokok inventori adalah tempat untuk pemanfaatan bahan nuklir dalam MBA. Setiap MBA juga harus memiliki *facility attachment* (FA) atau lampiran fasilitas, yang merupakan dokumen yang diterbitkan IAEA dan berisi DID yang menjadi acuan bagi MBA. DID sendiri adalah daftar informasi desain (*design information questionnaire*), yang merupakan dokumen yang memuat informasi tentang bahan nuklir yang meliputi bentuk, jumlah, lokasi dan alur bahan nuklir yang digunakan, fitur fasilitas yang mencakup uraian fasilitas, tata letak fasilitas dan pengungkung, serta prosedur pengendalian bahan nuklir.

Untuk membentuk MBA pemegang izin harus menyampaikan kepada Kepala BAPETEN mengenai

- 1) DID pendahuluan pada saat mengajukan izin tapak,
- 2) DID pendahuluan yang dimutakhirkan segera setelah penetapan desain,
- 3) DID lengkap paling singkat sembilan bulan sebelum pembangunan instalasi dimulai, dan
- 4) revisi DID lengkap berdasarkan desain terbangun paling singkat sembilan bulan sebelum penerimaan bahan nuklir yang pertama di instalasi.

Setiap perubahan DID yang direncanakan untuk MBA harus disampaikan sebelum perubahan desain dilaksanakan. Pemanfaatan bahan nuklir yang ada di setiap MBA juga harus sesuai dengan DID.

Dalam hal pemegang izin memanfaatkan bahan nuklir kurang dari atau sama dengan satu kilogram efektif, pemegang izin harus memiliki LOF. Pembentukan LOF dilakukan dengan menyampaikan informasi berikut kepada Kepala BAPETEN.

- 1) uraian umum penggunaan bahan nuklir,
- 2) kuantitas bahan nuklir yang akan dimanfaatkan,
- 3) nama dan alamat LOF,
- 4) uraian umum prosedur yang sudah ada dan akan dikerjakan, dan
- 5) penanggung jawab bahan nuklir.

2) Organisasi

Struktur organisasi yang melakukan pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir paling sedikit terdiri atas unsur pemegang izin, pengawas inventori bahan nuklir, dan pengurus inventori bahan nuklir. Paling sedikit ditunjuk satu orang pengawas inventori untuk setiap MBA yang dimiliki, dan pada setiap MBA harus ditunjuk paling sedikit satu orang sebagai pengurus inventori untuk setiap KMP.

Walaupun demikian, struktur organisasi tersebut tidak berlaku untuk LOF. Untuk LOF, pelaksanaan pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir dilakukan oleh satu orang penanggung jawab yang ditunjuk oleh pemegang izin. Dalam hal tanggung jawab, pemegang izin bertanggung jawab dalam hal sebagai berikut:

- 1) penyusunan dan pelaksanaan prosedur mengenai pengendalian bahan nuklir sesuai DID,
- 2) pembukuan bahan nuklir secara kualitatif dan kuantitatif yang dimiliki, diterima, dihasilkan, dikirim, hilang, dan/atau dipindahkan dari inventori,
- 3) perekaman dan penyusunan laporan pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir,
- 4) penyampaian laporan pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir kepada Kepala BAPETEN,
- 5) penyimpanan rekaman pembukuan dan rekaman pelaksanaan pekerjaan, serta
- 6) perlindungan terhadap alat pengungkung dan pengamat milik IAEA dan BAPETEN.

Pengawas inventori bahan nuklir bertanggung jawab dalam hal sebagai berikut:

- 1) memberikan informasi dan saran kepada pemegang izin mengenai pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir;
- 2) memeriksa semua rekaman dan laporan pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir yang disusun oleh pengurus inventori bahan nuklir;
- 3) mengawasi pengurus inventori bahan nuklir dalam melaksanakan tugasnya; dan
- 4) meminta pengurus inventori bahan nuklir memperbaiki ketidaksesuaian jika terjadi dalam pelaksanaan pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir.

Sementara itu, pengurus inventori bahan nuklir bertanggung jawab dalam hal sebagai berikut:

- 1) melaksanakan kegiatan pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir di KMP dalam lingkup tanggung jawabnya;
- 2) membuat rekaman segala kegiatan dan kondisi inventori di KMP;
- 3) membuat dan menyampaikan laporan kepada pengawas inventori bahan nuklir; serta
- 4) menyiapkan dan melaksanakan PIT di KMP dalam lingkup tanggung jawabnya. *Physical inventory taking* (PIT) atau pelaksanaan inventori fisik adalah proses perekaman semua inventori di dalam MBA atau LOF.

3) Prosedur

Pemegang izin harus menetapkan prosedur pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir. Prosedur meliputi informasi mengenai:

- 1) ruang lingkup;
- 2) tanggung jawab pemegang izin, pengawas, dan pengurus inventori bahan nuklir;
- 3) pemindahan bahan nuklir antar-MBA;
- 4) pemindahan bahan nuklir antar-KMP;
- 5) pengukuran inventori bahan nuklir;

- 6) penghitungan bahan nuklir yang hilang dalam proses serta bahan nuklir yang hilang dan dihasilkan selama iradiasi;
- 7) PIT;
- 8) penghitungan MUF (*material unaccounted for*) atau jumlah bahan nuklir yang tidak dapat dipertanggungjawabkan yang merupakan selisih antara inventori bahan nuklir pada buku besar (*general ledger*) dan hasil pelaksanaan inventori fisik;
- 9) pemeliharaan rekaman;
- 10) pelaporan; dan
- 11) tindakan yang diambil dalam hal terjadi peristiwa di luar kebiasaan.

4) Penerimaan dan Pengiriman Bahan Nuklir

Setiap pemindahan bahan nuklir yang masuk ke MBA atau LOF, atau keluar dari MBA atau LOF harus direkam berdasarkan kuantitas yang terukur. Dalam hal pengiriman bahan nuklir di dalam negeri pada setiap MBA atau LOF, pengirim harus menyertakan dokumen pengiriman sesuai dengan format dokumen perubahan inventori-pemindahan bahan nuklir (ICD-MT, *inventory change document-material transfer*). Penerima harus melengkapi ICD-MT, menyimpan untuk arsip dan mengirimkan kepada Kepala BAPETEN dan pengirim.

Penerima harus melakukan pengukuran bahan nuklir curah berbentuk padat yang diterima dari luar negeri, membuat ICD-MT dan melaporkannya kepada Kepala BAPETEN. Pengiriman bahan nuklir ke luar negeri juga harus disertai dengan ICD-MT.

5) Rekaman dan Laporan

Pemegang izin harus membuat rekaman untuk setiap MBA atau LOF yang memuat kuantitas setiap jenis bahan nuklir yang ada, lokasi bahan nuklir, dan perubahan yang memengaruhi inventori bahan nuklir. Rekaman harus sesuai dengan DID dan meliputi paling sedikit

- 1) buku besar (*general ledger*) untuk setiap MBA dari setiap kategori bahan nuklir yang dimiliki atau dimanfaatkan;

- 2) buku pelengkap (*subsidiary ledger*) untuk setiap KMP inventori di setiap MBA dari setiap kategori bahan nuklir yang dimiliki atau dimanfaatkan;
- 3) dokumen pemindahan internal (*internal material transfer*) yang digunakan untuk mencatat pemindahan sejumlah bahan nuklir antara KMP inventori di dalam suatu MBA;
- 4) dokumen perubahan inventori-kehilangan atau produksi bahan nuklir (ICD LN-NP, *inventory change document-nuclear loss or production*) untuk mencatat jumlah unsur dan isotop bahan nuklir yang habis terpakai atau dihasilkan melalui reaksi inti;
- 5) ICD-MT untuk mencatat perubahan inventori; dan
- 6) rekaman operasi yang terdiri atas
 - a) data operasi yang digunakan untuk menentukan perubahan jumlah dan komposisi bahan nuklir,
 - b) rekaman pengukuran bahan nuklir, termasuk data ketidakpastian hasil pengukuran,
 - c) data instrumen pengukur,
 - d) kartu riwayat iradiasi bahan bakar (*fuel assembly history card*) yang memuat keterangan tentang riwayat iradiasi perangkat bahan bakar, perangkat kendali, atau bahan nuklir lainnya dalam reaktor,
 - e) sertifikat bahan nuklir dan/atau *packing list* penerimaan dan pengeluaran yang memuat data untuk mendukung pembuatan ICD-MT,
 - f) rekaman PIT yang menguraikan kegiatan dalam persiapan dan pelaksanaan PIT,
 - g) daftar *item* inventori fisik (*physical inventory item list*), dan
 - h) uraian tindakan yang dilakukan untuk menentukan kuantitas dan penyebab kehilangan bahan nuklir secara tak sengaja dan/atau tak terukur yang mungkin terjadi.

Rekaman diperoleh dari data sumber yang meliputi berat senyawa, faktor konversi untuk menentukan berat elemen, massa jenis, konsentrasi elemen, perbandingan isotopik, hubungan antara volume

bahan nuklir dan pembacaan manometer, dan/atau hubungan antara pembentukan plutonium yang dihasilkan dan daya yang dibangkitkan. Pembuatan rekaman harus didasarkan pada kategori bahan nuklir yang terdiri atas uranium deplesi, uranium alam, uranium diperkaya kurang dari 20%, uranium diperkaya lebih besar atau sama dengan 20%, plutonium, dan torium.

PIT di MBA, sementara itu, dilakukan sekali dalam setahun dengan selang waktu antara 11 bulan sampai dengan 13 bulan dan diverifikasi oleh inspektur BAPETEN. Jadwal PIT disesuaikan dengan jadwal verifikasi PIT. Ringkasan dan penyesuaian hasil PIT harus disiapkan sebagai dokumen pelengkap untuk menentukan MUF dalam buku besar untuk pembuatan dan penyampaian laporan neraca bahan nuklir (MBR, *material balance report*).

Pemegang izin yang mempunyai MBA harus membuat laporan pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir untuk disampaikan ke BAPETEN. Laporan meliputi

- 1) laporan perubahan inventori (ICR, *inventory change report*),
- 2) MBR,
- 3) daftar inventori fisik (PIL, *physical inventory listing*), dan
- 4) laporan khusus jika terjadi peristiwa di luar kebiasaan.

Dalam hal terjadi perubahan inventori dalam MBA, pemegang izin harus menyampaikan ICR kepada Kepala BAPETEN. MBR dan PIL, sementara itu, harus dibuat sekali dalam setahun dengan selang waktu antara 11 bulan–13 bulan dan setelah pelaksanaan *physical inventory verification* (PIV) atau verifikasi inventori fisik yang merupakan setiap kegiatan yang diselenggarakan untuk memverifikasi rekaman inventori bahan nuklir pada saat tertentu di dalam MBA.

Peristiwa di luar kebiasaan yang dimaksud pada poin 4) meliputi

- 1) insiden atau kondisi yang menyebabkan bahan nuklir di MBA hilang dalam jumlah melebihi nilai yang telah ditetapkan di dalam DID;
- 2) insiden atau kondisi yang menyebabkan kehilangan bahan nuklir selama pengangkutan;

- 3) kerusakan, perusakan, pelepasan segel IAEA tanpa pemberitahuan sebelumnya atau karena keadaan darurat;
- 4) pemindahan atau perusakan fungsi alat pengamatan IAEA tanpa izin; atau
- 5) kehilangan atau pemalsuan rekaman pembukuan atau rekaman operasi.

Pemegang izin harus menjaga kerahasiaan dokumen *safeguards*. Akses dokumen ini harus dibatasi hanya kepada orang yang telah mendapatkan legitimasi dari pemegang izin.

Dari uraian yang telah disampaikan dapat disebutkan bahwa dokumen *safeguards* meliputi FA, DID, buku besar, data operasi yang digunakan untuk menentukan perubahan jumlah dan komposisi bahan nuklir, kartu riwayat iradiasi bahan bakar, sertifikat bahan nuklir dan/atau *packing list* penerimaan dan pengeluaran, daftar *item* inventori fisik, dan laporan. Pemegang izin harus memelihara seluruh dokumen *safeguards* ini paling singkat 30 tahun sejak dokumen ditetapkan

6) Peralatan dan Teknik Penentuan Inventori

Pemegang izin harus melakukan perhitungan uranium yang terbakar dan plutonium yang terbentuk sesuai DID pada setiap MBA reaktor nuklir. Perhitungan harus dilakukan dengan program komputer yang tervalidasi, dan hasilnya disampaikan kepada Kepala BAPETEN dengan formulir ICD LN-NP.

Untuk kepentingan perhitungan pemegang izin harus mempunyai peralatan, metode, dan teknik pengukuran untuk mendapatkan data kuantitas dari bahan nuklir yang dimanfaatkan pada setiap MBA atau LOF yang memanfaatkan bahan nuklir secara curah yang belum teriradiasi. Teknik pengukuran meliputi penimbangan wadah kosong, penimbangan bahan nuklir, uji tak rusak, uji rusak, dan/atau pengukuran volume bahan nuklir.

7) Pembebasan dan Pengaktifan Kembali

Pemegang izin dapat meminta pembebasan bahan nuklir terkena *safeguards* dari pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir kepada Kepala BAPETEN. Bahan nuklir yang dapat dimintakan pembebasan meliputi:

- 1) bahan nuklir yang digunakan dalam orde gram atau kurang sebagai komponen pengindera pada instrumen,
- 2) bahan nuklir yang digunakan pada kegiatan yang tidak terkait daur bahan bakar nuklir, dan
- 3) plutonium dengan konsentrasi isotop Pu-239 dan Pu-241 kurang dari 20%.

Dalam permohonan pembebasan harus diperinci tujuan penggunaan bahan nuklir, perubahan menjadi bentuk lain fisik maupun kimia, dan perkiraan hilangnya bahan nuklir akibat proses selama pembebasan, berikut data tentang bahan nuklir tersebut.

Kepala BAPETEN dapat membebaskan bahan nuklir yang terkena *safeguards* apabila kuantitas seluruh bahan nuklir di Indonesia yang sudah dan akan dibebaskan tidak melebihi

- 1) seluruhnya satu kilogram bahan nuklir berikut:
 - a) plutonium,
 - b) uranium diperkaya 20% atau lebih, dihitung dengan cara mengalikan beratnya dengan pengayaannya, dan
 - c) uranium diperkaya lebih dari 0,7% sampai dengan kurang dari 20%, dihitung dengan cara mengalikan beratnya dengan lima kali kuadrat pengayaannya;
- 2) sepuluh ton uranium alam dan uranium deplesi dengan pengayaan di atas 0,5%;
- 3) dua puluh ton uranium deplesi dengan pengayaan 0,5% atau lebih rendah; dan
- 4) dua puluh ton torium.

Meski demikian, bahan nuklir yang dibebaskan dari *safeguards* tetap dikenakan pengawasan oleh BAPETEN. Untuk itu pemegang

izin harus menyimpan atau memproses secara terpisah antara bahan nuklir yang terkena *safeguards* dan bahan nuklir yang dibebaskan dari *safeguards*. Bahan nuklir yang telah dibebaskan dari *safeguards*, sebaliknya, dapat diaktifkan kembali dengan mengisi formulir pengaktifan kembali.

8) Pengakhiran

Pemegang izin dapat meminta pengakhiran bahan nuklir dari *safeguards* kepada Kepala BAPETEN dalam hal bahan nuklir telah digunakan atau diencerkan sehingga tidak dapat digunakan lagi untuk kegiatan terkait daur bahan bakar nuklir, dan bahan nuklir digunakan untuk kegiatan yang tidak terkait daur bahan bakar nuklir dan secara teknis tidak dapat diambil lagi.

Permohonan pengakhiran harus dilengkapi dengan dokumen yang berisi langkah-langkah pemrosesan terhadap bahan nuklir sebelum pengakhiran bahan nuklir dari *safeguards* dan langkah-langkah pemrosesan selanjutnya setelah pengakhiran bahan bakar nuklir dari *safeguards* untuk penggunaan kegiatan tidak terkait daur bahan bakar nuklir.

b. Inspeksi Garda-Aman (*Safeguards*)

Inspeksi *safeguards* dilakukan secara berkala dan sewaktu-waktu oleh inspektur BAPETEN dan/atau IAEA. Selama menjalankan tugasnya, inspektur IAEA didampingi oleh inspektur BAPETEN. Lingkup inspeksi BAPETEN di MBA meliputi verifikasi terhadap

- 1) informasi desain dan prosedur tentang pemanfaatan bahan nuklir,
- 2) rekaman pembukuan dan operasi,
- 3) inventori bahan nuklir secara kuantitatif dan kualitatif, dan
- 4) metode pengukuran yang dipakai.

Sementara itu, lingkup inspeksi BAPETEN di LOF meliputi verifikasi terhadap

- 1) prosedur tentang pemanfaatan bahan nuklir,
- 2) rekaman pembukuan dan operasi,

- 3) inventori bahan nuklir secara kuantitatif dan kualitatif, dan
- 4) metode pengukuran yang dipakai.

Lingkup inspeksi IAEA meliputi pelaksanaan pelaksanaan pertanggungjawaban dan pengendalian bahan nuklir, pemeriksaan pengungkung dan alat pengamat IAEA yang terpasang di MBA, DID, dan pencuplikan lingkungan. Pengawas inventori bahan nuklir harus hadir dan mendampingi inspektur BAPETEN dan/atau IAEA pada saat pelaksanaan inspeksi. Pemegang izin juga harus memberikan akses kepada inspektur BAPETEN dan/atau IAEA dalam melakukan verifikasi.

B. Analisis

Berdasarkan IAEA (2019b), tujuan utama inspeksi pengawasan adalah untuk secara independen memberikan jaminan tingkat tinggi bahwa kegiatan yang dilakukan oleh pemegang izin telah sesuai dengan persyaratan peraturan dan dengan kondisi yang ditentukan dalam izin. Badan pengawas melakukan pemeriksaan terhadap sampel dari kegiatan pemegang izin. Kegiatan ini dipilih dengan menggunakan pendekatan berjenjang yang konsisten dengan tingkat risiko akibat kegiatan tersebut. Ketika inspeksi menemukan bahwa fasilitas atau kegiatan tidak sesuai dengan peraturan atau persyaratan izin, inspektur atau badan pengawas dapat mengambil tindakan hukum untuk memastikan bahwa kepatuhan telah ditegakkan kembali.

Beberapa publikasi IAEA yang relevan untuk inspeksi adalah sebagai berikut.

- 1) GSR Part 1 (Rev.1), *Governmental, Legal, and Regulatory Framework for Safety* (IAEA, 2016a).
Persyaratan 27, 28, dan 29 dari GSR Part 1 (Rev.1) menyatakan bahwa badan pengawas memiliki tugas untuk mengawasi semua kegiatan yang keselamatan di semua tahapan kehidupan instalasi nuklir (karakterisasi lokasi, desain, konstruksi, komisioning, operasi komersial, penutupan, dan pembongkaran) untuk memastikan bahwa batasan dan kondisi izin dipatuhi dan semua

peraturan yang berlaku juga telah dipatuhi. Kegiatan pengawasan tidak mengurangi tanggung jawab utama pemegang izin untuk keselamatan. Pengawasan dapat dilakukan dengan menganalisis laporan dan melalui inspeksi.

- 2) GSR Part 2, *Leadership and Management for Safety* (IAEA, 2016b). GSR Part 2 memberikan persyaratan dalam menetapkan, mempertahankan dan terus meningkatkan kepemimpinan dan manajemen untuk keselamatan, dan sistem manajemen yang efektif. Hal ini penting untuk mendorong dan mempertahankan budaya keselamatan yang kuat dalam organisasi. Tujuan lainnya adalah untuk menetapkan persyaratan yang menyatakan bahwa semua upaya praktis harus dilakukan untuk mencegah dan mengurangi kecelakaan nuklir atau radiasi.
- 3) GSG-12, *Organization, Management and Staffing of the Regulatory Body for Safety* (IAEA, 2018c). GSG-12 menyatakan bahwa badan pengawas harus memastikan terkoordinasinya kegiatan inspeksi dan juga memberikan pandangan mengenai kualitas personel yang dibutuhkan inspektur dan menguraikan program pelatihan bagi inspektur.
- 4) GSG-13, *Functions and Processes of the Regulatory Body for Safety* (IAEA, 2018e). GSG-13 memberikan panduan tentang inspeksi dan penegakan hukum oleh badan pengawas dan mengidentifikasi sejumlah isu lain selain isu kepatuhan yang perlu diperiksa oleh badan pengawas untuk memberikan kepercayaan tingkat tinggi bahwa tujuan keselamatan terpenuhi. GSG-13 juga memberikan panduan tentang cara mengelola, mengatur, melaksanakan, dan melaporkan inspeksi selama usia instalasi. Selain itu, diberikan juga rekomendasi agar badan pengawas secara berkala menilai program inspeksi agar dapat terus berjalan secara efektif dan membahas berbagai faktor yang berkaitan dengan berbagai opsi penegakan dan menyoroti pentingnya pengelolaan proses penegakan dan kebutuhan untuk mendokumentasikan keputusan penegakan.

Berbagai butir kegiatan dan kebijakan yang disoroti pada keempat publikasi IAEA yang telah dipaparkan dapat dikatakan telah dengan baik diakomodasi dalam peraturan ketanaganukliran nasional. Terkait personel yang disoroti IAEA pada dokumen GSG-12, misalnya, Peraturan BAPETEN Nomor 1 Tahun 2017 telah menetapkan persyaratan dan kualifikasi inspektur, kompetensi inspektur, hak dan kewajiban inspektur, dan bahkan penilaian kinerja inspektur.

Dari sisi *safeguards*, sesuai dengan Pasal III Traktat Nonproliferasi Nuklir (NPT), negara nonpemilik senjata nuklir harus melaksanakan persetujuan *safeguards* dengan IAEA dalam aplikasi *safeguards* untuk semua kegiatan damai nuklirnya. Selain itu, saat ini juga ada protokol tambahan yang akan memberikan jaminan lebih menyeluruh bahwa kegiatan dan fasilitas nuklir di suatu negara masih tetap digunakan untuk tujuan damai.

Berdasarkan protokol model tambahan, suatu negara harus memberikan pernyataan kepada IAEA yang berisi informasi mengenai semua aspek kegiatan nuklir dan daur bahan bakar nuklir di negaranya. Negara ini juga harus memberikan akses seluas-luasnya kepada IAEA untuk memeriksa dan untuk menggunakan teknologi paling mutakhir dalam melaksanakan inspeksi *safeguards* tersebut. Hal ini berbeda dengan di masa sebelumnya ketika akses terbatas hanya untuk titik-titik tertentu pada fasilitas yang dilaporkan.

Protokol tambahan juga memberikan akses kepada IAEA untuk memeriksa setiap tempat pada fasilitas nuklir dan lokasi lain tempat bahan nuklir berada atau diduga berada. Selain itu, negara yang bersangkutan harus memberikan akses ke semua lokasi yang melakukan, atau dapat melakukan, kegiatan terkait daur bahan bakar nuklir. Dari segi administratif, model tambahan ini meminta kemudahan dalam penunjukan inspektur *safeguards* yang akan melakukan tugasnya, termasuk kemudahan pemberian visa dan cara berkomunikasi dengan kantor pusat IAEA.

Berdasarkan kesimpulan implementasi *safeguards* dan protokol tambahan yang dilakukan pada suatu negara selama beberapa tahun yang menyatakan tidak dijumpai ada indikasi penyimpangan pada

bahan nuklir yang dideklarasikan dari tujuan damai dan tidak ada indikasi mengenai adanya bahan atau kegiatan nuklir yang tidak dideklarasikan, IAEA dapat memutuskan bahwa negara tersebut dapat dimasukkan dalam kelompok negara yang menerapkan *safeguards* terpadu. Dengan *safeguards* terpadu ini IAEA dapat mengurangi kegiatan inspeksinya di negara yang telah menerapkannya. Indonesia merupakan satu dari tiga negara pertama di dunia yang telah menerapkannya sejak tahun 2003.

Safeguards terpadu merupakan kegiatan *safeguards* yang minimal dalam pelaksanaan inspeksi di lapangan karena IAEA telah yakin, setelah kesimpulan implementasi *safeguards* dan protokol tambahan selama bertahun-tahun di suatu negara, bahwa negara tersebut tidak memiliki indikasi penyimpangan pada bahan nuklir yang dideklarasikan dari tujuan damai, dan juga tidak ada indikasi mengenai adanya bahan atau kegiatan nuklir yang tidak dideklarasikan.

Bab XI

Keselamatan Pengangkutan Bahan Radioaktif

Pengangkutan bahan radioaktif adalah pemindahan bahan radioaktif dan/atau bahan nuklir dari suatu tempat ke tempat lain melalui jaringan lalu lintas umum dengan menggunakan sarana angkutan darat, air, atau udara. Dalam pengangkutan bahan radioaktif ini paling sedikit terlibat tiga pihak, yaitu pengirim, penerima, dan pengangkut. Pengirim adalah orang atau badan yang menyiapkan pengiriman untuk pengangkutan bahan radioaktif dan dinyatakan dalam dokumen pengangkutan, penerima adalah orang atau badan yang menerima bahan radioaktif dari pengirim dan dinyatakan dalam dokumen pengangkutan, sementara pengangkut adalah orang atau badan yang melakukan pengangkutan bahan radioaktif.

Ketentuan mengenai pengangkutan bahan radioaktif diberikan pada Peraturan Pemerintah Nomor 58 Tahun 2015 tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan Dalam Pengangkutan Zat Radioaktif. PP ini mencabut dan menggantikan PP Nomor 26 Tahun 2002 tentang Keselamatan Pengangkutan Zat Radioaktif. Sebagai peraturan pelaksana dari PP Nomor 58 Tahun 2015, BAPETEN telah mengeluarkan Peraturan BAPETEN Nomor 7 Tahun 2020 tentang Ketentuan Keselamatan dan Tata Laksana Pengangkutan Zat Radioaktif yang merupakan pengganti dari Keputusan Kepala BAPETEN No.

04/Ka-BAPETEN/V-99 tentang Ketentuan Keselamatan Untuk Pengangkutan Zat Radioaktif.

A. Peraturan Perundang-Undangan

PP Nomor 58 Tahun 2015 menyatakan beberapa zat radioaktif dalam pengangkutan zat radioaktif yang tidak diatur dalam PP ini meliputi

- 1) zat radioaktif yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari peralatan pengangkutan,
- 2) zat radioaktif dalam suatu instalasi di satu kawasan yang pelaksanaan pengangkutannya memenuhi ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang keselamatan radiasi dan keamanan sumber radioaktif serta keselamatan dan keamanan instalasi nuklir,
- 3) zat radioaktif yang terpasang atau melekat pada orang atau binatang untuk keperluan diagnosis atau terapi,
- 4) barang konsumen yang digunakan oleh pengguna akhir,
- 5) *technologically enhanced naturally occurring radioactive materials* yang konsentrasi aktivitasnya sama atau di bawah tingkat intervensi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang keselamatan radiasi dan keamanan sumber radioaktif,
- 6) uranium alam atau uranium susut kadar yang tidak teriradiasi,
- 7) uranium alam atau uranium susut kadar yang telah teriradiasi hanya di dalam reaktor non-daya.

1. Jenis Zat Radioaktif

Jenis zat radioaktif dalam pengangkutan zat radioaktif meliputi

- 1) zat radioaktif aktivitas jenis rendah, yang terdiri atas
 - a) zat radioaktif aktivitas jenis rendah-I,
 - b) zat radioaktif aktivitas jenis rendah-II, dan
 - c) zat radioaktif aktivitas jenis rendah-III;
- 2) Benda terkontaminasi permukaan, yang terdiri atas
 - a) Benda terkontaminasi permukaan-I dan
 - b) benda terkontaminasi permukaan-II;

- 3) zat radioaktif bentuk khusus;
- 4) zat radioaktif daya sebar rendah;
- 5) bahan fisil; dan
- 6) uranium heksafluorida (UF_6).

Beberapa definisi terkait jenis zat radioaktif di atas adalah sebagai berikut.

- 1) Radioaktif aktivitas jenis rendah adalah zat radioaktif yang karena sifatnya memiliki aktivitas jenis terbatas atau zat radioaktif yang terhadapnya berlaku nilai batas aktivitas jenis rata-rata sehingga dalam penanganannya tidak memerlukan perisai radiasi.
- 2) Benda terkontaminasi permukaan adalah benda padat yang tidak radioaktif, tetapi terdapat zat radioaktif yang tersebar pada permukaan dalam jumlah yang melebihi $0,4 \text{ Bq/cm}^2$ (nol koma empat becquerel per sentimeter persegi) untuk pemancar beta, gamma, dan pemancar alfa toksisitas rendah, atau $0,04 \text{ Bq/cm}^2$ (nol koma nol empat becquerel per sentimeter persegi) untuk pemancar alfa lainnya.
- 3) Zat radioaktif bentuk khusus adalah zat radioaktif padat yang tidak dapat menyebar atau kapsul terbungkus yang berisi zat radioaktif.
- 4) Zat radioaktif daya sebar rendah adalah zat radioaktif padat atau zat radioaktif padat dalam kapsul terbungkus yang memiliki daya sebar terbatas dan tidak berbentuk serbuk.
- 5) Bahan fisil adalah bahan nuklir yang mengandung nuklida fisil berupa uranium-233 (U-233), uranium-235 (U-235), plutonium-239 (Pu-239), dan/atau plutonium-241 (Pu-241) dengan berat lebih dari 0,25 g.

2. Teknis Keselamatan Radiasi dalam Pengangkutan Zat Radioaktif

Teknis keselamatan radiasi dalam pengangkutan zat radioaktif meliputi zat radioaktif dalam pengangkutan, pengaturan bungkusan, program proteksi dan keselamatan radiasi dalam pengangkutan zat

radioaktif, serta penempatan bungkusannya selama pengangkutan dan penyimpanan bungkusannya selama transit.

a. Zat Radioaktif dalam Pengangkutan

Zat radioaktif dalam pengangkutan dapat berupa zat radioaktif yang diuji atau tidak diuji. Yang termasuk diuji meliputi zat radioaktif aktivitas jenis rendah-III, zat radioaktif bentuk khusus, dan zat radioaktif daya sebar rendah, sementara yang tidak diuji meliputi zat radioaktif aktivitas jenis rendah-I, zat radioaktif aktivitas jenis rendah-II, benda terkontaminasi permukaan, bahan fisil, dan UF_6 .

Jika yang diangkut adalah zat radioaktif bentuk khusus dan zat radioaktif daya sebar rendah, pengirim wajib memastikan keduanya memiliki sertifikat persetujuan desain zat radioaktif. Sertifikat diterbitkan oleh Kepala BAPETEN jika zat radioaktif berasal dari dalam negeri, atau oleh otoritas pengawas negara asal jika zat radioaktif berasal dari luar negeri.

b. Pengaturan bungkusannya

Pengaturan bungkusannya meliputi pengaturan mengenai penggunaan bungkusannya, penentuan kategori bungkusannya, penandaan bungkusannya, pelabelan bungkusannya, pemberian plaket, penentuan indeks keselamatan kekritisan, dan pemeriksaan bungkusannya untuk keperluan kepekaan.

Setiap pengangkutan zat radioaktif wajib menggunakan bungkusannya, yang terdiri atas bungkusannya industri, bungkusannya tipe A, bungkusannya tipe B(U), bungkusannya tipe B(M), bungkusannya tipe C, dan bungkusannya lain. Yang dimaksud dengan bungkusannya lain adalah bungkusannya kosong bekas, bungkusannya yang berisi peralatan atau barang terkontaminasi atau teraktivasi zat radioaktif dengan nilai batas aktivitas tertentu, bungkusannya yang berisi peralatan atau barang yang terbuat dari uranium alam, uranium susut kadar, atau thorium alam, bungkusannya yang berisi zat radioaktif dengan nilai batas aktivitas tertentu, dan bungkusannya yang berisi UF_6 dengan massa kurang dari 0,1 kg dengan nilai batas aktivitas tertentu.

Kaitan bungkus dengan jenis zat radioaktif dapat dijelaskan sebagai berikut.

- 1) Bungkus industri digunakan untuk mengangkut zat radioaktif aktivitas jenis rendah dan benda terkontaminasi permukaan.
- 2) Bungkus tipe A, bungkus tipe B(U), bungkus tipe B(M) dan bungkus tipe C digunakan untuk mengangkut zat radioaktif bentuk khusus, zat radioaktif daya sebar rendah, bahan fisil, dan UF_6 .

Penggunaan bungkus tipe A, bungkus tipe B(U), bungkus tipe B(M) dan bungkus tipe C mengacu pada nilai aktivitas A_1 dan A_2 dengan mempertimbangkan batas konsentrasi, aktivitas zat radioaktif yang dikecualikan dan batas aktivitas untuk barang kiriman yang dikecualikan. Tabel 11.1 memberikan nilai aktivitas A_1 dan A_2 , batas konsentrasi aktivitas zat radioaktif yang dikecualikan, dan batas aktivitas untuk barang kiriman yang dikecualikan.

Tabel 11.1 Nilai Dasar Radionuklida

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A_1	Nilai A_2	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Aktinium (89)				
Ac-225 (a)	8×10^{-1}	6×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
Ac-227 (a)	9×10^{-1}	9×10^{-5}	1×10^{-1}	1×10^3
Ac-228	6×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Perak (47)				
Ag-105	2×10^0	1×10^0	1×10^0	1×10^6
Ag-108m (a)	7×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^1 (b)	1×10^6 (b)
Ag-110m (a)	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Ag-111	2×10^0	6×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Aluminium (13)				
Al-26	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^5
Amerisium (95)				
Am-241	1×10^1	1×10^{-3}	1×10^0	1×10^4
Am-242m (a)	1×10^1	1×10^{-3}	1×10^0 (b)	1×10^4 (b)
Am-243 (a)	5×10^0	1×10^{-3}	1×10^0	1×10^3 (b)

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A_1	Nilai A_2	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Argon (18)				
Ar-37	4×10^1	4×10^1	1×10^6	1×10^8
Ar-39	4×10^1	2×10^1	1×10^7	1×10^4
Ar-41	3×10^1	3×10^1	1×10^2	1×10^9
Arsenik (33)				
As-72	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
As-73	4×10^1	4×10^1	1×10^3	1×10^7
As-74	1×10^0	9×10^1	1×10^1	1×10^6
As-76	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^2	1×10^5
As-77	2×10^1	7×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Astatin (85)				
At-211 (a)	2×10^1	5×10^{-1}	1×10^3	1×10^7
Emas (79)				
Au-193	7×10^0	2×10^0	1×10^2	1×10^7
Au-194	1×10^0	1×10^0	1×10^1	1×10^6
Au-195	1×10^1	6×10^0	1×10^2	1×10^7
Au-198	1×10^0	6×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
Au-199	1×10^1	6×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
Barium (56)				
Ba-131 (a)	2×10^0	2×10^0	1×10^2	1×10^6
Ba-133	3×10^0	3×10^0	1×10^2	1×10^6
Ba-133m	2×10^1	6×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
Ba-140 (a)	5×10^1	3×10^{-1}	1×10^1 (b)	1×10^5 (b)
Berillium (4)				
Be-7	2×10^1	2×10^1	1×10^3	1×10^7
Be-10	4×10^1	6×10^{-1}	1×10^4	1×10^6
Bismuth (83)				
Bi-205	7×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Bi-206	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Bi-207	7×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Bi-210	1×10^0	6×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Bi-210m (a)	6×10^{-1}	2×10^{-2}	1×10^1	1×10^5
Bi-212 (a)	7×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^1 (b)	1×10^5 ((b)

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A ₁	Nilai A ₂	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Berkelium (97)				
Bk-247	8 x 10 ⁰	8 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Bk-249 (a)	4 x 10 ¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Bromium (35)				
Br-76	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Br-77	3 x 10	3 x 10	1 x 10	1 x 10
Br-82	4 x 10	4 x 10	1 x 10	1 x 10
Karbon (6)				
C-11	1 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
C-14	4 x 10 ¹	3 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Kalsium (20)				
Ca-41	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁷
Ca-45	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Ca-47 (a)	3 x 10 ⁰	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Kadmium (48)				
Cd-109	3 x 10 ¹	2 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁶
Cd-113m	4 x 10 ¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Cd-115 (a)	3 x 10 ⁰	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Cd-115m	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Serium (58)				
Ce-139	7 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Ce-141	2 x 10 ¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Ce-143	9 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Ce-144 (a)	2 x 10 ⁻¹	2 x 10 ⁻¹	1 x 10 ² (b)	1 x 10 ⁵ (b)
Kalifornium (98)				
Cf-248	4 x 10 ¹	6 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
Cf-249	3 x 10 ⁰	8 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁰	1 x 10 ³
Cf-250	2 x 10 ¹	2 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
Cf-251	7 x 10 ⁰	7 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁰	1 x 10 ³
Cf-252	5 x 10 ⁻²	3 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁴
Cf-253 (a)	4 x 10 ¹	4 x 10 ⁻²	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Cf-254	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ³

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A_1	Nilai A_2	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Klorin (17)				
Cl-36	1×10^1	6×10^{-1}	1×10^4	1×10^6
Cl-38	2×10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Kuriium (96)				
Cm-240	4×10^1	2×10^{-2}	1×10^2	1×10^5
Cm-241	2×10^0	1×10^0	1×10^2	1×10^6
Cm-242	4×10^1	1×10^{-2}	1×10^2	1×10^5
Cm-243	9×10^0	1×10^{-3}	1×10^0	1×10^4
Cm-244	2×10^1	2×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
Cm-245	9×10^0	9×10^{-4}	1×10^0	1×10^3
Cm-246	9×10^0	9×10^{-4}	1×10^0	1×10^3
Cm-247 (a)	3×10^0	1×10^{-3}	1×10^0	1×10^4
Cm-248	2×10^{-2}	3×10^{-4}	1×10^0	1×10^3
Kobal (27)				
Co-55	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Co-56	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Co-57	1×10^1	1×10^1	1×10^2	1×10^6
Co-58	1×10^0	1×10^0	1×10^1	1×10^6
Co-58m	4×10^1	4×10^1	1×10^4	1×10^7
Co-60	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Kromium (24)				
Cr-51	3×10^1	3×10^1	1×10^3	1×10^7
Cesium (55)				
Cs-129	4×10^0	4×10^0	1×10^2	1×10^5
Cs-131	3×10^1	3×10^1	1×10^3	1×10^6
Cs-132	1×10^0	1×10^0	1×10^1	1×10^5
Cs-134	7×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^1	1×10^4
Cs-134m	4×10^1	6×10^{-1}	1×10^3	1×10^5
Cs-135	4×10^1	1×10^0	1×10^4	1×10^7
Cs-136	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Cs-137 (a)	2×10^0	6×10^{-1}	1×10^1 (b)	1×10^4 (b)

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A ₁	Nilai A ₂	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Tembaga (29)				
Cu-64	6 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Cu-67	1 x 10 ¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Disprosium (66)				
Dy-159	2 x 10 ¹	2 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Dy-165	9 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Dy-166 (a)	9 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Erbium (68)				
Er-169	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Er-171	8 x 10 ¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Europium (63)				
Eu-147	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Eu-148	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Eu-149	2 x 10 ¹	2 x 10 ¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Eu-150 (waktu paruh pendek)	2 x 10 ⁰ 7 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻¹ 7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³ 1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶ 1 x 10 ⁶
Eu-150 (waktu paruh panjang)	1 x 10 ⁰ 8 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁰ 8 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹ 1 x 10 ²	1 x 10 ⁶ 1 x 10 ⁶
Eu-152	9 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Eu-152m	2 x 10 ¹	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Eu-154	7 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Eu-155				
Eu-156				
Fluorin (9)				
F-18	1 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Besi (26)				
Fe-52 (a)	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Fe-55	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁶
Fe-59	9 x 10 ⁻¹	9 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Fe-60 (a)	4 x 10 ¹	2 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Galium (31)				
Ga-67	7 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Ga-68	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Ga-72	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A_1	Nilai A_2	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Gadolinium (64)				
Gd-146 (a)	5×10^1	5×10^1	1×10^1	1×10^6
Gd-148	2×10^1	2×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
Gd-153	1×10^1	9×10^0	1×10^2	1×10^7
Gd-159	3×10^0	6×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Germanium (32)				
Ge-68	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Ge-71	4×10^1	4×10^1	1×10^4	1×10^8
Ge-77	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Hafnium (72)				
Hf-172 (a)	6×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Hf-175	3×10^0	3×10^0	1×10^2	1×10^6
Hf-181	2×10^0	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Hf-182	Tak terbatas	Tak terbatas	1×10^2	1×10^6
Merkuri (80)				
Hg-194 (a)	1×10^0	1×10^0	1×10^1	1×10^6
Hg-195m (a)	3×10^0	7×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
Hg-197	2×10^1	1×10^1	1×10^2	1×10^7
Hg-197m	1×10^1	4×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
Hg-203	5×10^0	1×10^0	1×10^2	1×10^5
Holmium (67)				
Ho-166	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^3	1×10^5
Ho-166m	6×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^6

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A ₁	Nilai A ₂	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Iodin (53)				
I-123	6×10^0	3×10^0	1×10^2	1×10^7
I-124	1×10^0	1×10^0	1×10^1	1×10^6
I-125	2×10^1	3×10^0	1×10^3	1×10^6
I-126	2×10^0	1×10^0	1×10^2	1×10^6
I-129	Tak terbatas	Tak terbatas	1×10^2	1×10^5
I-131	3×10^0	7×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
I-132	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
I-133	7×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
I-134	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
I-135 (a)	6×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Indium (49)				
In-111	3×10^0	3×10^0	1×10^2	1×10^6
In-113m	4×10^0	2×10^0	1×10^2	1×10^6
In-114m (a)	1×10^1	5×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
In-115m	7×10^0	1×10^0	1×10^2	1×10^6
Iridium (77)				
Ir-189 (a)	1×10^1	1×10^1	1×10^2	1×10^7
Ir-190	7×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Ir-192	1×10^0 (c)	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^4
Ir-194	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^2	1×10^5
Potassium (19)				
K-40	9×10^{-1}	9×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
K-42	2×10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
K-43	7×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Krypton (36)				
Kr-79	4×10^0	2×10^0	1×10^3	1×10^5
Kr-81	4×10^1	4×10^1	1×10^4	1×10^7
Kr-85	1×10^1	1×10^1	1×10^5	1×10^4
Kr-85m	8×10^0	3×10^0	1×10^3	1×10^{10}
Kr-87	2×10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^2	1×10^9

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A ₁	Nilai A ₂	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Lantanum (57)				
La-137	3 x 10 ¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
La-140	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Lutesium (71)				
Lu-172	6 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Lu-173	8 x 10 ⁰	8 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Lu-174	9 x 10 ⁰	9 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Lu-174m	2 x 10 ¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Lu-177	3 x 10 ¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Magnesium (12)				
Mg-28 (a)	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ¹
Mangan (25)				
Mn-52	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Mn-53	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁹
Mn-54	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Mn-56	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Molibdenum (42)				
Mo-93	4 x 10 ¹	2 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁸
Mo-99 (a)	1 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Nitrogen (7)				
N-13	9 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁹
Sodium (11)				
Na-22	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Na-24	2 x 10 ⁻¹	2 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Niobium (41)				
Nb-93m	4 x 10 ¹	3 x 10 ¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Nb-94	7 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Nb-95	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Nb-97	9 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Neodinum (60)				
Nd-147	6 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Nd-149	6 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A ₁	Nilai A ₂	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Nikel (28)				
Ni-59	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁸
Ni-63	4 x 10 ¹	3 x 10 ¹	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁸
Ni-65	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Neptunium (93)				
Np-235	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Np-236 (waktu paruh pendek)	2 x 10 ¹ 9 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰ 2 x 10 ⁻²	1 x 10 ³ 1 x 10 ²	1 x 10 ⁷ 1 x 10 ⁵
Np-236 (waktu paruh panjang)	2 x 10 ¹	2 x 10 ⁻³	1 x 10 ^{0 (b)}	1 x 10 ^{3 (b)}
Np-237	7 x 10 ⁰	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Np-239				
Osmium (76)				
Os-185	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Os-191	1 x 10 ¹	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Os-191m	4 x 10 ¹	3 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Os-193	2 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Os-194 (a)	3 x 10 ¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Fosfor (15)				
P-32	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁵
P-33	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁸
Protaktinium (91)				
Pa-230 (a)	2 x 10 ⁰	7 x 10 ⁻²	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Pa-231	4 x 10 ⁰	4 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁰	1 x 10 ³
Pa-233	5 x 10 ⁰	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Timbal (82)				
Pb-201	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Pb-202	4 x 10 ¹	2 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Pb-203	4 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Pb-205	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Pb-201 (a)	1 x 10 ⁰	5 x 10 ⁻²	1 x 10 ^{1 (b)}	1 x 10 ^{4 (b)}
Pb-212 (a)	7 x 10 ⁻¹	2 x 10 ⁻¹	1 x 10 ^{1 (b)}	1 x 10 ^{5 (b)}

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A ₁	Nilai A ₂	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Paladium (46)				
Pd-103 (a)	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁸
Pd-107	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁸
Pd-109	2 x 10 ⁰	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Prometium (61)				
Pm-143	3 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Pm-144	7 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Pm-145	3 x 10 ¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Pm-147	4 x 10 ¹	2 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Pm-148m (a)	8 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Pm-149	2 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Pm-151	2 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Polonium (84)				
Po-210	4 x 10 ¹	2 x 10 ⁻²	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
Praseodimium (59)				
Pr-142	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Pr-143	3 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁶
Platina (78)				
Pt-188 (a)	1 x 10 ⁰	8 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Pt-191	4 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Pt-193	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Pt-193m	4 x 10 ¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Pt-195m	1 x 10 ¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Pt-197	2 x 10 ¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Pt-197m	1 x 10 ¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A ₁	Nilai A ₂	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Plutonium (94)				
Pu-236	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
Pu-237	2 x 10 ¹	2 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Pu-238	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Pu-239	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Pu-240	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ³
Pu-241 (a)	4 x 10 ¹	6 x 10 ⁻²	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Pu-242	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Pu-244 (a)	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Radium (88)				
Ra-223 (a)	4 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻³	1 x 10 ² (b)	1 x 10 ⁵ (b)
Ra-224 (a)	4 x 10 ⁻¹	2 x 10 ⁻²	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁵ (b)
Ra-225 (a)	2 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻³	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Ra-226 (a)	2 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁴ (b)
Ra-228 (a)	6 x 10 ⁻¹	2 x 10 ⁻²	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁵ (b)
Rubidium (37)				
Rb-81	2 x 10 ⁰	8 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Rb-83 (a)	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10	1 x 10 ⁶
Rb-84	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Rb-86	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Rb-87	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Rb (alam)	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Rhenium (75)				
Re-184	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Re-184m	3 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Re-186	2 x 10 ⁰	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Re-187	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁹
Re-188	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Re-189 (a)	3 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Re (alam)	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁹

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A ₁	Nilai A ₂	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Rhodium (45)				
Rh-99	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Rh-101	5 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Rh-102	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Rh-102m	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Rh-103m	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁸
Rh-105	1 x 10 ⁻¹	8 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Radon (26)				
Rn-222 (a)	3 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁸ (b)
Ruthenium (44)				
Ru-97	5 x 10 ⁰	5 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Ru-103 (a)	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Ru-105	1 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Ru-106 (a)	2 x 10 ⁻¹	2 x 10 ⁻¹	1 x 10 ² (b)	1 x 10 ⁵ (b)
Belerang (16)				
S-35	4 x 10 ¹	3 x 10 ⁰	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁸
Antimon (51)				
Sb-122	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁴
Sb-124	6 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Sb-125	2 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Sb-126	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁵
Skandium (21)				
Sc-44	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Sc-46	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Sc-47	1 x 10 ¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Sc-48	3 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Selenium (34)				
Se-75	3 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Se-79	4 x 10 ¹	2 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Silikon (14)				
Si-31	6 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Si-32	4 x 10 ¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A ₁	Nilai A ₂	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Samarium (62)				
Sm-145	1 x 10 ¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Sm-147	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
Sm-151	4 x 10 ¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁸
Sm-153	9 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Timah (50)				
Sn-113 (a)	4 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Sn-117m	7 x 10 ⁰	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Sn-119m	4 x 10 ¹	3 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Sn-121m (a)	4 x 10 ¹	9 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Sn-123	8 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Sn-125	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Sn-126 (a)	6 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Stronsium (38)				
Sr-82 (a)	2 x 10 ⁻¹	2 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Sr-85	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Sr-85m	5 x 10 ⁰	5 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Sr-87m	3 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Sr-89	6 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Sr-90 (a)	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ² (b)	1 x 10 ⁴ (b)
Sr-91 (a)	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Sr-92 (a)	1 x 10 ⁰	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Tritium (1)				
T (H-3)	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁹
Tantalum (73)				
Ta-178 (waktu paruh panjang)	1 x 10 ⁰	8 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Ta-179	3 x 10 ¹	3 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Ta-182	9 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
Terbium (65)				
Tb-157	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Tb-158	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Tb-160	1 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A ₁	Nilai A ₂	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Teknisium (43)				
Tc-95m (a)	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Tc-96	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Tc-96m (a)	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻³	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Tc-97	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ³	1 x 10 ⁸
Tc-97m	4 x 10 ¹	1 x 100	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Tc-98	8 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Tc-99	4 x 10 ¹	9 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Tc-99m	1 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Telurium (52)				
Te-121	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Te-121m	5 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Te-123m	8 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Te-125m	2 x 10 ¹	9 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Te-127	2 x 10 ¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Te-127m (a)	2 x 10 ¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Te-129	7 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Te-129m (a)	8 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁶
Te-131m (a)	7 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Te-132 (a)	5 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Thorium (90)				
Th-227	1 x 10 ¹	5 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
Th-228 (a)	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰ (b)	1 x 10 ⁴ (b)
Th-229	5 x 10 ⁰	5 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁰ (b)	1 x 10 ³ (b)
Th-230	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Th-231	4 x 10 ¹	2 x 10 ⁻²	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Th-232	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
Th (alam)	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ⁰	1 x 10 ³ (b)
Titanium (22)				
Ti-44 (a)	5 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A ₁	Nilai A ₂	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Tallium (81)				
TI-200	9 x 10 ⁻¹	9 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
TI-201	1 x 10 ¹	4 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
TI-202	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
TI-204	1 x 10 ¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁴
Tulium (69)				
Tm-167	7 x 10 ⁰	8 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Tm-170	3 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Tm-171	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁸
Uranium (72)				
U-230 (absorpsi paru- paru cepat) (a) (d)	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁵ (b)
U-230 (absorpsi paru- paru sedang) (a) (e)	4 x 10 ¹	4 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
U-230 (absorpsi paru- paru lambat) (a) (f)	3 x 10 ¹	3 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
U-232 (absorpsi paru- paru cepat) (d)	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁻²	1 x 10 ⁰ (b)	1 x 10 ³ (b)
U-232 (absorpsi paru- paru sedang) (e)	4 x 10 ¹	7 x 10 ⁻²	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
U-232 (absorpsi paru- paru lambat) (f)	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻²	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
U-233 (absorpsi paru- paru cepat) (d)	4 x 10 ¹	9 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
U-233 (absorpsi paru- paru sedang) (e)	4 x 10 ¹	2 x 10 ⁻²	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
U-233 (absorpsi paru- paru lambat) (f)	4 x 10 ¹	6 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
U-234 (absorpsi paru- paru cepat) (d)	4 x 10 ¹	9 x 10 ⁻²	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
U-234 (absorpsi paru- paru sedang) (e)	4 x 10 ¹	2 x 10 ⁻²	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
U-234 (absorpsi paru- paru lambat) (f)	4 x 10 ¹	6 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A_1	Nilai A_2	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
U-235 (absorpsi paru- paru seluruh tipe) (a) (d) (e) (f)	Tak terbatas	Tak terbatas	1×10^1 (b)	1×10^4 (b)
U-236 (absorpsi paru- paru cepat) (d)	Tak terbatas	Tak terbatas	1×10^1	1×10^4
U-236 (absorpsi paru- paru sedang) (e)	4×10^1	2×10^{-2}	1×10^2	1×10^5
U-236 (absorpsi paru- paru lambat) (f)	4×10^1	6×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
U-238 (absorpsi paru- paru seluruh tipe) (a) (d) (e) (f)	Tak terbatas	Tak terbatas	1×10^1 (b)	1×10^4 (b)
U (alam)	Tak terbatas	Tak terbatas	1×10^0 (b)	1×10^3 (b)
U diperkaya hingga paling tinggi 20% (g)	Tak terbatas	Tak terbatas	1×10^0	1×10^3
U terdepleksi atau susut kadar	Tak terbatas	Tak terbatas	1×10^0	1×10^3
Vanadium (23)				
V-48	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
V-49	4×10^1	4×10^1	1×10^4	1×10^7
Tungsten (74)				
W-178 (a)	9×10^0	5×10^0	1×10^1	1×10^6
W-181	3×10^1	3×10^1	1×10^3	1×10^7
W-185	4×10^1	8×10^{-1}	1×10^4	1×10^7
W-187	2×10^0	6×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
W-188 (a)	4×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^2	1×10^5
Xenon (54)				
Xe-122 (a)	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^2	1×10^2
Xe-123	2×10^0	7×10^{-1}	1×10^2	1×10^9
Xe-127	4×10^0	2×10^0	1×10^3	1×10^5
Xe-131m	4×10^1	4×10^1	1×10^4	1×10^4
Xe-133	2×10^1	1×10^1	1×10^3	1×10^4
Xe-135	3×10^0	2×10^0	1×10^3	1×10^{10}

Radionuklida (Nomor Atom)	Nilai A ₁	Nilai A ₂	Batas Konsentrasi Aktivitas Zat Radioaktif yang Dikecualikan	Batas Aktivitas untuk Barang Kiriman yang Dikecualikan
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq/g)
Itrium (39)				
Y-87 (a)	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Y-88	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Y-90	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁵
Y-91	6 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Y-91m	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Y-92	2 x 10 ⁻¹	2 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Y-93	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Iterbium (70)				
Yb-169	4 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Yb-175	3 x 10 ¹	9 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Seng (30)				
Zn-65	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Zn-69	3 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁶
Zn-69m (a)	3 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Zirkonium (40)				
Zr-88	3 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Zr-93	Tak terbatas	Tak terbatas	1 x 10 ³ (b)	1 x 10 ⁷ (b)
Zr-95 (a)	2 x 10 ⁰	8 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Zr-97 (a)	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁵ (b)

Keterangan:

(a) Nilai A₁ dan nilai A₂ meliputi kontribusi dari nuklida turunan dengan waktu paruh kurang dari 10 hari sebagai berikut.

Mg-28	Al-28
Ar-42	K-42
Ca-47	Sc-47
Ti-44	Sc-44
Fe-52	Mn-52m
Fe-60	Co-60m
Zn-69m	Zn-69
Ge-68	Ga-68
Rb-83	Kr-83m
Sr-82	Rb-82
Sr-90	Y-90
Sr-91	Y-91m

Sr-92	Y-92
Y-87	Sr-87m
Zr-95	Nb-95m
Zr-97	Nb-97m, Nb-97
Mo-99	Tc-99m
Tc-95m	Tc-95
Tc-96m	Tc-96
Ru-103	Rh-103m
Ru-106	Rh-106
Pd-103	Rh-103m
Ag-108m	Ag-108
Ag-110m	Ag-110
Cd-115	In-115m
In-114m	In-114
Sn-113	In-113m
Sn-121m	Sn-121
Sn-126	SB-126m
Te-118	SB-118
Te-127m	Te-127
Te-129m	Te-129
Te-131m	Te-131
Te-132	I-132
I-135	Xe-135m
Xe-122	I-122
Cs-137	Ba-137m
Ba-131	Cs-131
Ba-140	La-140
Ce-144	Pr-144m, Pr-144
Pm-148m	Pm-148
Gd-146	Eu-146
Dy-166	Ho-166
Hf-172	Lu-172
W-178	Ta-178
W-188	Re-188
Re-189	Os-189m
Os-194	Ir-194
Ir-189	Os-189m
Pt-188	Ir-188
Hg-194	Au-194
Hg-195m	Hg-195
Pb-210	Bi-210
Pb-212	Bi-212, Tl-208, Po-212
Bi-210m	Tl-206

Bi-212	Tl-208, Po-212
At-211	Po-211
Rn-222	Po-218, Pb-214, At-218, Bi-214, Po-214
Ra-223	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Po-211, Tl-207
Ra-224	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208, Po-212
Ra-225	Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Tl-209, Po-213, Pb-209
Ra-226	Rn-222, Po-218, Pb-214, At-218, Bi-214, Po-214
Ra-228	Ac-228
Ac-225	Fr-221, At-217, Bi-213, Tl-209, Po-213, Pb-209
Ac-227	Fr-223
Th-228	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208, Po-212
Th-234	Pa-234m, Pa-234
Pa-230	Ac-226, Th-226, Fr-222, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-230	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-235	Th-231
Pu-241	U-237
Pu-244	U-240, Np-240m
Am-242m	Am-242, Np-238
Am-243	Np-239
Cm-247	Pu-243
Bk-249	Am-245
Cf-253	Cm-249

(b) Nuklida induk dan turunannya yang termasuk dalam ekuilibrium sekular sebagai berikut

Sr-90	Y-90
Zr-93	Nb-93m
Zr-97	Nb-97
Ru-106	Rh-106
Ag-108m	Ag-108
Cs-137	Ba-137m
Ce-144	Pr-144
Ba-140	La-140
Bi-212	Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Pb-210	Bi-210, Po-210
Pb-212	Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Rn-222	Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214

Rn-223	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207
Ra-224	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Ra-226	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
Ra-228	Ac-228
Th-228	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Th-229	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209
Th-alam	Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Th-234	Pa-234m
U-230	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-232	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
U-235	Th-231
U-238	Th-234, Pa-234m
U-alam	Th-234, Pa-234m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
Np-237	Pa-233
Am-242m	Am-242
Am-243	Np-239

- (c) Kuantitasnya dapat ditentukan dari perkiraan laju peluruhan atau perkiraan tingkat radiasi pada jarak yang ditentukan dari sumber.
- (d) Nilai ini hanya berlaku untuk senyawa uranium yang berumus kimia UF_6 , UO_2F_2 , dan UO_2F_2 , dan hanya $UO_2(NO_3)_2$.
- (e) Nilai ini hanya berlaku untuk senyawa uranium yang berumus kimia UF_6 , UO_2F_2 , dan UO_2F_2 , dan hanya $UO_2(NO_3)_2$.
- (f) Nilai ini hanya berlaku untuk senyawa uranium yang berumus kimia UO_3 , UF_6 , UCl_4 , dan senyawa heksavalen.
- (g) Nilai ini berlaku untuk seluruh senyawa uranium selain yang termasuk dalam huruf (d) dan huruf (e).
- (h) Nilai ini hanya berlaku untuk uranium tak terirradiasi.

Sumber: PP No. 58 (2015)

Jika zat radioaktif yang diangkut adalah zat radioaktif aktivitas jenis rendah-I dan benda terkontaminasi permukaan-I, pengangkutan dapat dilakukan tanpa menggunakan bungkusan. Dalam hal ini,

selama pengangkutan, kedua jenis zat radioaktif tidak keluar dari kendaraan angkut, pengangkutan dilakukan secara eksklusif, dan kedua jenis zat radioaktif juga tidak tertinggal di kendaraan angkut atau tidak mengkontaminasi kendaraan angkut.

Dalam hal penentuan kategori bungkusan, bungkusan dikategorikan sebagai I-Putih, II-Kuning, dan III-Kuning. Penentuan kategori bungkusan ini didasarkan pada indeks angkutan dan tingkat radiasi maksimum di setiap titik pada permukaan terluar bungkusan. Indeks angkutan adalah nilai yang digunakan sebagai acuan dalam membatasi tingkat paparan radiasi yang berasal dari bungkusan dan jenis zat radioaktif terhadap anggota masyarakat dan petugas pengangkut selama pengangkutan dan penyimpanan saat transit. Tabel 11.2 memberikan kriteria kategori bungkusan yang berlaku saat ini.

Tabel 11.2 Kategori Bungkusan

Indeks Angkutan (IA)	Tingkat Radiasi Maksimum di Setiap Titik Pada Permukaan Luar, D	Kategori
0	$D < 0,005 \text{ mSv/jam}$	I-PUTIH
$0 < IA \leq 1$	$0,005 \text{ mSv/jam} < D \leq 0,5 \text{ mSv/jam}$	II-KUNING
$1 < IA \leq 10$	$0,5 \text{ mSv/jam} < D \leq 2 \text{ mSv/jam}$	III-KUNING
$A > 10$	$2 \text{ mSv/jam} < D \leq 10 \text{ mSv/jam}$	III-KUNING dan juga pada penggunaan tunggal

Sumber: PP No. 58 (2015)

Dalam hal penandaan bungkusan, tanda dilekatkan pada sisi luar bungkusan. Tanda memuat paling sedikit informasi mengenai identitas pengirim dan/atau penerima, nomor Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) dan tipe bungkusan, dan keterangan mengenai massa jika melebihi 50 kg. Daftar nomor PBB, nama, dan deskripsi pengiriman diberikan pada Tabel 11.3. Untuk bungkusan tipe B(U), tipe B(M) atau tipe C, pengirim wajib mencantumkan tanda radiasi seperti pada Gambar 11.1.

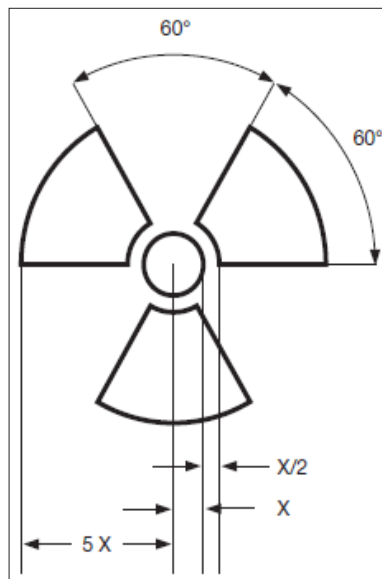
Tabel 11.3 Daftar Nomor PBB, Nama, dan Deskripsi Pengiriman

No.	Nomor PBB	Nama Pengiriman dan Deskripsi
Bungkusan Lain		
1.	UN 2908	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN LAIN --- PEMBUNGKUS KOSONG ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN LAIN --- ARTIKEL
2.	UN 2909	TERMANUFAKTUR dari URANIUM ALAM atau URANIUM TERDEPLESI atau THORIUM ALAM
3.	UN 2910	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN LAIN --- KUANTITAS TERBATAS BAHAN
4.	UN 2911	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN LAIN --- INSTRUMEN atau ARTIKEL
5.	UN 3507	URANIUM HEKSAFLORIDA, ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN LAIN, kurang dari 0,1 kg per Bungkusan, bukan fisil atau fisil yang dikecualikan
Zat Radioaktif Aktivitas Jenis Rendah		
6.	UN 2912	ZAT RADIOAKTIF, AKTIVITAS JENIS RENDAH (AJR-I) bukan fisil atau fisil yang dikecualikan
7.	UN 3321	ZAT RADIOAKTIF, AKTIVITAS JENIS RENDAH (AJR-II) bukan fisil atau fisil yang dikecualikan
8.	UN 3322	ZAT RADIOAKTIF, AKTIVITAS JENIS RENDAH (AJR-III) bukan fisil atau fisil yang dikecualikan
9.	UN 3324	ZAT RADIOAKTIF, AKTIVITAS JENIS RENDAH (AJR-II), Fisil
10.	UN 3325	ZAT RADIOAKTIF, AKTIVITAS JENIS RENDAH (AJR-III), Fisil
Benda Terkontaminasi Permukaan		
11.	UN 2913	ZAT RADIOAKTIF, BENDA YANG TERKONTAMINASI DI PERMUKAAN (BTP-I atau BTP-II) bukan fisil atau fisil yang dikecualikan
12.	UN 3326	ZAT RADIOAKTIF, BENDA YANG TERKONTAMINASI DI PERMUKAAN (BTP-I atau BTP-II), Fisil
Bungkusan Tipe A		
13.	UN 2915	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN TIPE A, bukan bentuk khusus, bukan fisil atau fisil yang dikecualikan
14.	UN 3327	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN TIPE A, FISIL bukan bentuk khusus
15.	UN 3332	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN TIPE A, BENTUK KHUSUS bukan fisil atau fisil yang dikecualikan
16.	UN 3333	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN TIPE A, BENTUK KHUSUS, BAHAN FISIL
Bungkusan Tipe B(U)		
17.	2916	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN TIPE B(U), bukan bahan fisil bahan fisil yang dikecualikan

No.	Nomor PBB	Nama Pengiriman dan Deskripsi
18.	3328	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN TIPE B(U), BAHAN FISIL
Bungkusan Tipe B(M)		
19.	2917	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN TIPE B(M), bukan Bahan Fisil atau Bahan Fisil yang dikecualikan
20.	3329	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN TIPE B(M), BAHAN FISIL
Bungkusan Tipe C		
21.	3323	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN TIPE C, bukan bahan fisil atau Bahan Fisil yang dikecualikan
22.	3330	ZAT RADIOAKTIF, BUNGKUSAN TIPE C, BAHAN FISIL
Uranium Heksafluorida		
23.	2977	ZAT RADIOAKTIF, URANIUM HEKSAFLUORIDA, BAHAN FISIL
24.	2978	ZAT RADIOAKTIF, URANIUM HEKSAFLUORIDA bukan

Bahan Fisil atau Bahan Fisil yang dikecualikan

Sumber: PP No. 58 (2015)



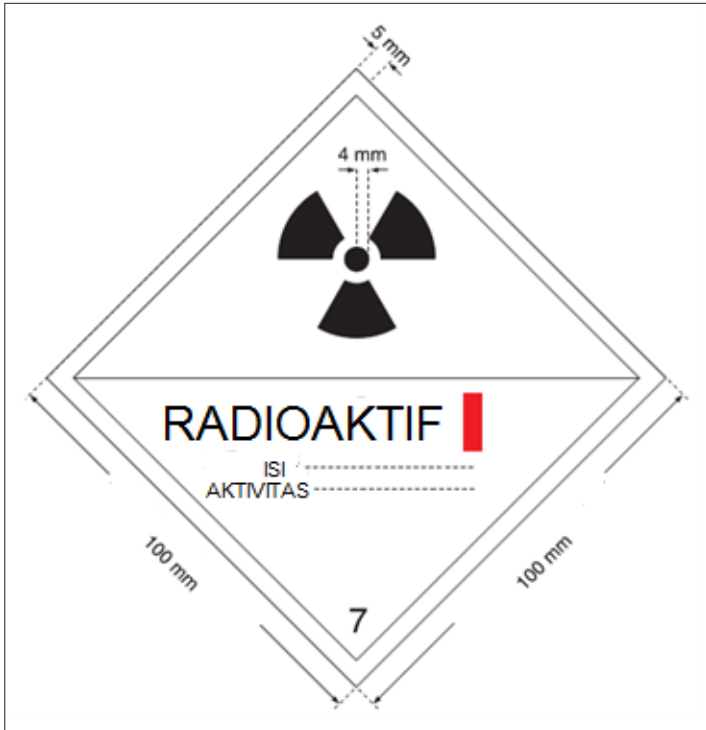
Keterangan: Nilai Minimum X Adalah 4

mm.Sumber: PP No. 58 (2015)

Sumber: PP No. 58 (2015)

Gambar 11.1 Tanda Radiasi untuk Bungkusan Tipe B(U), Tipe B(M), dan Tipe C

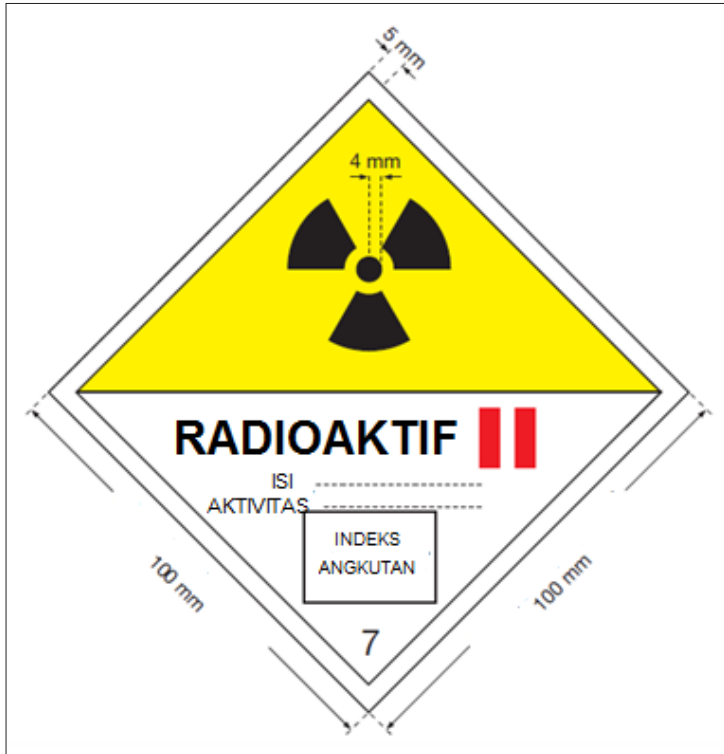
Dalam hal pelabelan bungkus, pengirim wajib melakukan pelabelan tersebut. Pelabelan dilakukan dengan melekatkan label pada kedua sisi luar yang berlawanan pada bungkus. Contoh label untuk untuk masing-masing kategori bungkus I-Putih, II-Kuning dan III-Kuning diberikan pada Gambar 11.2, Gambar 11.3, dan Gambar 11.4.



Keterangan: Warna dasar putih, simbol trefoil dan tulisan berwarna hitam sedangkan blok yang menyatakan kategori berwarna merah.

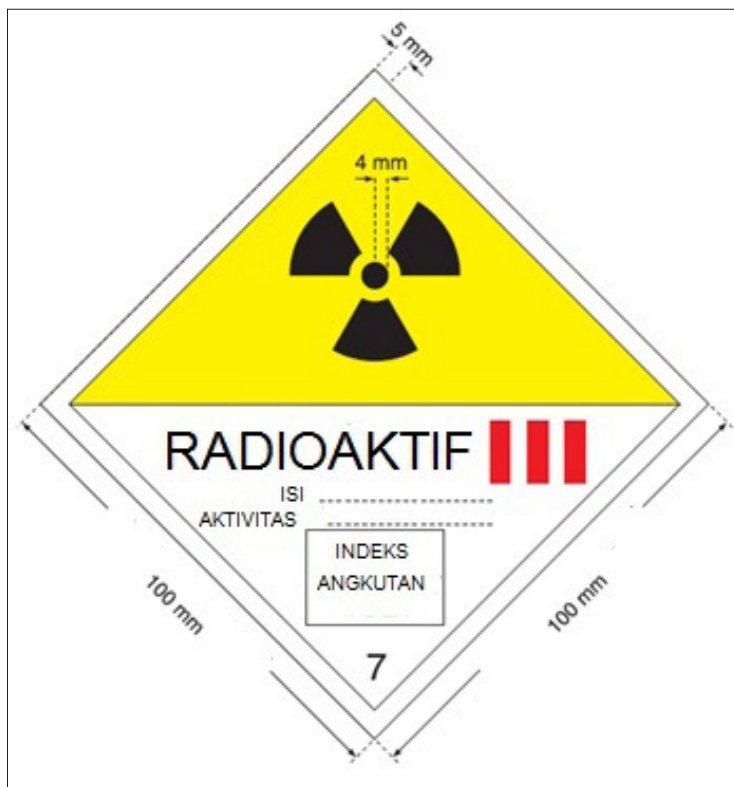
Sumber: PP No. 58 (2015)

Gambar 11.2 Label Kategori I-PUTIH



Keterangan: Warna dasar bagian atas kuning, bagian bawah putih, simbol trefoil dan tulisan berwarna hitam sedangkan blok yang menyatakan kategori berwarna merah.
 Sumber: PP No. 58 (2015)

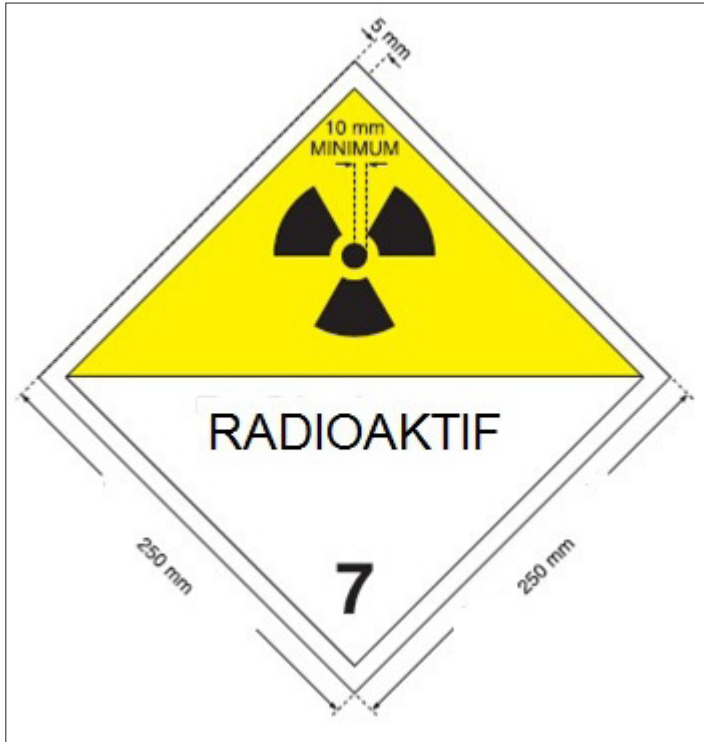
Gambar 11.3 Label Kategori II-KUNING



Keterangan: Warna dasar bagian atas kuning, bagian bawah putih, simbol trefoil dan tulisan berwarna hitam sedangkan blok yang menyatakan kategori berwarna merah.
 Sumber: PP No. 58 (2015)

Gambar 11.4 Label kategori III-KUNING

Dalam hal pemberian plaket, plaket wajib digunakan pada pengangkutan dengan peti kemas atau tangki. Gambar 11.5 memberikan contoh plaket yang harus dilekatkan pada sisi luar peti kemas atau tangki. Sementara itu, dalam hal penentuan indeks keselamatan kekritisan, hal ini wajib dilakukan oleh pengirim terhadap bungkusan, pembungkus luar, peti kemas, dan tangki yang digunakan untuk mengangkut bahan fisil atau UF_6 .



Keterangan: Ukuran minimum seperti yang tercantum. Apabila ukuran diperbesar, perbandingan ukuran harus tetap dipertahankan. Tinggi angka "7" tidak boleh kurang dari 25 mm. Warna dasar bagian atas kuning, bagian bawah putih, simbol trefoil dan tulisan berwarna hitam.

Sumber: PP No. 58 (2015)

Gambar 11.5 Plaket

Dalam hal pemeriksaan bungkus untuk keperluan kepabeaman, hal ini dilakukan dengan membuka bungkus. Pemeriksaan dilakukan di tempat yang tidak mudah dijangkau oleh publik atau dilengkapi dengan penghalang, tersedia perlengkapan proteksi radiasi saat dilakukan, dan dihadiri oleh petugas proteksi radiasi (PPR) pengirim dan penerima. Bungkus yang telah dibuka harus dikembalikan pada kondisi semula oleh PPR pengirim atau penerima sebelum diserahkan kepada penerima.

c. Program Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pengangkutan Zat Radioaktif

Pengirim harus membuat program proteksi dan keselamatan radiasi dalam pengangkutan zat radioaktif yang dapat disusun tersendiri atau menjadi satu kesatuan dengan program proteksi dan keselamatan radiasi pemanfaatan sumber radiasi pengion atau pemanfaatan bahan nuklir. Terkait program ini pengirim juga wajib melakukan kajian dosis terhadap paparan radiasi akibat kerja.

Program proteksi dan keselamatan radiasi paling sedikit memuat

- 1) ruang lingkup;
- 2) tanggung jawab pengirim, penerima, dan pengangkut;
- 3) hasil kajian dosis;
- 4) pemantauan daerah kerja dan/atau pemantauan dosis perorangan;
- 5) paparan radiasi dan kontaminasi permukaan bungkusan, indeks angkutan, dan indeks keselamatan kekritisan jika zat radioaktif yang diangkut berupa bahan fisil atau u_f ;
- 6) pemisahan bungkusan dan tindakan proteksi lainnya;
- 7) prosedur pemuatan, penempatan, pengangkutan, penanganan, dan pembongkaran bungkusan;
- 8) prosedur penanggulangan kedaruratan;
- 9) pelatihan; dan
- 10) sistem manajemen keselamatan radiasi dalam pengangkutan zat radioaktif.

d. Penempatan Bungkusan selama Pengangkutan dan Penyimpanan Bungkusan selama Transit

Penempatan bungkusan selama pengangkutan dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal, yaitu

- 1) jenis moda angkutan yang digunakan,
- 2) jenis pengangkutan,
- 3) paparan radiasi pada permukaan luar kendaraan angkut,
- 4) indeks angkutan, dan
- 5) indeks keselamatan kekritisan.

Apabila transit diperlukan selama pengangkutan, pengirim wajib menempatkan bungkusan di tempat yang tidak mudah dijangkau oleh anggota masyarakat dan dilengkapi dengan penghalang jika pengangkutan dilakukan oleh pengirim. Jika pengangkutan dilakukan oleh pengangkut, pengirim wajib memberikan petunjuk kepada pengangkut agar menempatkan bungkusan di tempat yang tidak mudah dijangkau oleh anggota masyarakat dan dilengkapi dengan penghalang. Penempatan selama transit ini dilakukan dengan mempertimbangkan indeks angkutan dan indeks keselamatan kekritisan.

3. Teknis Keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif

Teknis keamanan dalam pengangkutan diberlakukan terhadap zat radioaktif bentuk khusus, zat radioaktif daya sebar rendah, bahan fisil dan UF₆. Dalam hal zat radioaktif bentuk khusus dan zat radioaktif daya sebar rendah, teknis keamanan meliputi sebagai berikut:

- 1) Penentuan zat radioaktif bentuk khusus dan zat radioaktif daya sebar rendah ke dalam kategori sumber radioaktif sebelum pelaksanaan pengangkutan.
- 2) penentuan klasifikasi tingkat keamanan sumber radioaktif, serta
- 3) penyusunan dan pemutakhiran rencana keamanan sumber radioaktif untuk pengangkutan zat radioaktif bentuk khusus dan zat radioaktif daya sebar rendah.

Berdasarkan ambang batas radioaktivitas dan jenis penggunaan zat radioaktif bentuk khusus dan zat radioaktif daya sebar rendah yang diangkut, kategori sumber radioaktif meliputi sumber radioaktif kategori 1, kategori 2, kategori 3, kategori 4, dan kategori 5. Perincian ambang batas radioaktivitas dan jenis penggunaan diberikan pada Tabel 11.4.

Tabel 11.4 Kategorisasi Sumber Radioaktif untuk Pengangkutan

Kategori Sumber Radioaktif	Ambang Batas Radioaktivitas (A/D) ^a	Jenis Penggunaan
1	$A/D \leq 100$	a. Sumber radioaktif untuk iradiator b. Sumber radioaktif untuk radioterapi
2	$1000 > A/D \geq 10$	a. Sumber radioaktif untuk radiografi industri b. Sumber radioaktif untuk brakiterapi
3	$10 > A/D \geq 1$	a. Sumber radioaktif untuk <i>gauging</i> dengan sumber radioaktif aktivitas tinggi b. Sumber radioaktif untuk <i>well logging</i> c. Sumber radioaktif untuk fotofluorografi
4	$1 > A/D \geq 0,01$	Sumber radioaktif untuk <i>gauging</i> dengan sumber radioaktif aktivitas rendah
5	$0,01 > A/D$ dan $A >$ tingkat pengecualian	a. Sumber radioaktif untuk tujuan pendidikan, penelitian dan pengembangan b. <i>Check sources</i> c. Sumber radioaktif untuk kalibrasi d. Sumber radioaktif untuk standarisasi

Catatan: ^a Ambang batas radioaktivitas dinyatakan dengan A/D yang merupakan rasio aktivitas radionuklida (A) terhadap nilai D. Nilai D adalah aktivitas jenis radionuklida dari sumber radioaktif yang dapat menyebabkan efek deterministik yang parah.

Sumber: PP No. 58 (2015)

Dalam hal klasifikasi tingkat keamanan sumber radioaktif, hal ini dibedakan atas tingkat keamanan dasar, lanjutan, dan lanjutan diperketat. Tingkat keamanan dasar diberlakukan untuk pengangkutan zat radioaktif bentuk khusus dan zat radioaktif daya sebar rendah yang tergolong sumber radioaktif kategori 3, tingkat keamanan lanjutan untuk kedua jenis sumber radioaktif kategori 2, dan tingkat keamanan diperketat untuk kedua jenis sumber radioaktif kategori 1. Selanjutnya, zat radioaktif bentuk khusus dan zat radioaktif daya sebar rendah dengan kategori 4 dan 5 dikecualikan dari klasifikasi tingkat keamanan sumber radioaktif. Tingkat keamanan dasar meliputi tindakan sebagai berikut:

- 1) pemberitahuan pendahuluan kepada penerima,
- 2) pemilihan moda angkutan,
- 3) penentuan tempat pemberhentian dan transit,
- 4) identifikasi personel pengangkut,
- 5) pemeriksaan kunci dan segel;
- 6) tindakan penanggulangan kedaruratan keamanan dalam pengangkutan sesuai dengan kategori sumber radioaktif, dan
- 7) pelaporan dalam kondisi rutin dan kondisi darurat.

Untuk tingkat keamanan lanjutan, tingkat keamanan ini meliputi ketujuh butir tingkat keamanan dasar ditambah pemberitahuan pendahuluan kepada Kepala BAPETEN, penggunaan sistem komunikasi pengamanan, penentuan rute pengangkutan, pelaksanaan pemindahtanganan atau pengalihan, penetapan petugas keamanan sumber radioaktif, dan penggunaan peralatan pelacak. Selanjutnya, tingkat keamanan lanjutan diperketat meliputi butir tingkat keamanan lanjutan ditambah koordinasi dengan satuan perespons dan pengaktifan satuan perespons.

Dalam hal penyusunan dan pemutakhiran rencana keamanan sumber radioaktif untuk pengangkutan, hal ini wajib dilakukan pengirim sebelum pelaksanaan pengangkutan. Rencana keamanan paling sedikit memuat informasi mengenai:

- 1) ruang lingkup;
- 2) acuan peraturan perundang-undangan, standar, dan/atau kebijakan;
- 3) kategori sumber radioaktif, deskripsi zat radioaktif, bungkusan dan moda pengangkutan;
- 4) struktur organisasi dan tanggung jawab setiap personel;
- 5) pelatihan personel;
- 6) pengelolaan keamanan informasi;
- 7) tindakan keamanan yang disesuaikan dengan tingkat keamanan;
- 8) prosedur pemuatan, transit, penyimpanan sementara, pemindahtanganan, pembongkaran, dan pelaporan dalam kondisi rutin;

- 9) rencana penanggulangan kedaruratan keamanan; dan
- 10) inventarisasi dan rekaman hasil inventarisasi sumber radioaktif yang diangkut.

Untuk teknis keamanan dalam pengangkutan bahan fisil dan UF_6 , hal ini meliputi penentuan bahan fisil dan UF_6 ke dalam klasifikasi bahan nuklir, dan penyusunan dan pemutakhiran rencana proteksi fisik untuk pengangkutan. Klasifikasi bahan nuklir yang didasarkan pada keberadaan unsur uranium, plutonium atau thorium, uraian mengenai unsur uranium atau plutonium dalam kondisi teriradiasi atau tidak, dan massa bahan nuklir, diberikan pada Tabel 11.5.

Tabel 11.5 Klasifikasi Bahan Nuklir

No.	Unsur	Uraian	Golongan Bahan Nuklir			
			I	II	III	IV
1.	Plutonium ^a	Tidak teriradiasi atau teriradiasi dengan paparan ≤ 1 Gy/jam	Massa plutonium > 2 kg	500 g < massa plutonium < 2 kg	15 g < massa plutonium ≤ 500 g	Massa plutonium ≤ 15 g
2.	Uranium-235 (U-235)	Tidak teriradiasi atau teriradiasi dengan paparan <1 Gy/jam atau 100 rad/jam pada jarak 1 m tanpa perisai radiasi:				
	a. Uranium diperkaya ³ 20% U-235 dan uranium diperkaya antara 10% sampai dengan 20% U-235		Massa U-235 ³ 5 kg	1 kg < massa U-235 < 5kg	15 g < massa U-235 < 1 kg	Massa U-235 ≤ 15 g
	b. Uranium diperkaya antara 10% sampai dengan 20% U-235		-	Massa U-235 ³ 10 kg	1 kg < massa U-235 < 10 kg	Massa U-235 ≤ 1 kg
	c. Uranium diperkaya di atas uranium alam tetapi kurang dari 10% U-235		-	-	Massa U-235 ³ 10 kg	Massa U-235 <10 kg

No.	Unsur	Uraian	Golongan Bahan Nuklir			
			I	II	III	IV
3.	Uranium-233 (U-233)	Tidak teriradiasi atau teriradiasi dengan paparan ≤ 1 Gy/jam atau 100 rad/jam pada jarak 1 m tanpa perisai radiasi	Massa U-233 ³ 2 kg	500 g < massa U-233 < 2 kg	15 g < massa U-233 \leq 500 g	Massa U-233 ≤ 15 g
4.	Bahan bakar teriradiasi antara lain uranium alam, uranium terdepleksi atau susut kadar, thorium, atau bahan bakar diperkaya kurang dari 10%			Tidak dibatasi jumlahnya		
5.	Uranium alam, uranium terdepleksi atau susut kadar, dan thorium					Tidak dibatasi jumlahnya

Catatan: ^a Untuk semua plutonium kecuali dengan konsentrasi isotopik melebihi 80% dalam Pu-238

Sumber: PP No. 58 (2015)

Sementara itu, rencana proteksi fisik untuk pengangkutan bahan fisil dan UF₆ paling sedikit memuat:

- 1) pemberitahuan pendahuluan kepada penerima,
- 2) pemilihan moda angkutan,
- 3) rute pengangkutan,
- 4) penentuan tempat pemberhentian dan transit,
- 5) ketentuan tentang perpindahtanganan,
- 6) identifikasi personel pengangkut,
- 7) pemeriksaan kendaraan angkut,
- 8) sistem komunikasi pengamanan,
- 9) penjaga atau petugas keamanan,
- 10) peralatan pelacak,
- 11) ketentuan penggunaan kunci dan segel,

- 12) tindakan setelah pengiriman,
- 13) rencana kontingensi pengangkutan,
- 14) koordinasi dengan satuan perespons, dan/atau
- 15) prosedur pelaporan baik dalam kondisi rutin maupun kondisi darurat.

a. Manajemen Keselamatan Radiasi dan Keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif

Manajemen keselamatan radiasi dan keamanan dalam pengangkutan zat radioaktif meliputi kewajiban pengirim, penerima dan pengangkut, serta sistem manajemen. Kewajiban pengirim adalah sebagai berikut.

- 1) memiliki izin pemanfaatan sumber radiasi pengion atau izin pemanfaatan bahan nuklir;
- 2) memastikan pengangkut telah memenuhi ketentuan perundang-undangan di bidang pengangkutan;
- 3) memastikan pengangkut memiliki izin pengangkutan barang berbahaya dari kementerian perhubungan dalam hal pengangkutan dilakukan secara eksklusif;
- 4) melaksanakan ketentuan teknis keselamatan radiasi dan keamanan dalam pengangkutan zat radioaktif;
- 5) menyusun dokumen pengiriman dan menyerahkan salinannya ke pengangkut;
- 6) memastikan pengangkut yang digunakan memiliki kompetensi dalam pengangkutan zat radioaktif dan/atau pengangkutan barang berbahaya;
- 7) melakukan evaluasi, pemantauan, dan audit secara berkala terhadap pelaksanaan pengangkutan zat radioaktif;
- 8) mengganti semua kerugian yang dialami pengangkut dan/atau pihak lain sebagai akibat dari tidak dipenuhinya persyaratan keselamatan radiasi dan keamanan dalam pengangkutan zat radioaktif; serta
- 9) mengirim kembali zat radioaktif yang tidak memenuhi ketentuan teknis keselamatan radiasi dan keamanan dalam pengangkutan

zat radioaktif kepada pihak yang mengirimkan di negara asal pengangkutan zat radioaktif.

Kewajiban penerima adalah

- 1) memiliki izin pemanfaatan sumber radiasi pengion atau izin pemanfaatan bahan nuklir;
- 2) memastikan dan memeriksa bungkusan yang diterima dari pengangkut sesuai dengan dokumen pengiriman;
- 3) melakukan pemeriksaan bungkusan dari kemungkinan terjadinya kerusakan atau kebocoran;
- 4) mengukur tingkat paparan radiasi dan/atau kontaminasi bungkusan jika terjadi kerusakan atau kebocoran pada bungkusan;
- 5) melaksanakan tindakan pengamanan bungkusan jika hasil pengukuran tingkat paparan radiasi dan/atau kontaminasi bungkusan dapat menyebabkan bahaya radiasi dan/atau kontaminasi;
- 6) melaporkan hasil pengukuran tingkat paparan radiasi dan tindakan pengamanan bungkusan kepada Kepala BAPETEN dan pengirim paling lama 5 hari setelah dilakukan pengukuran dan tindakan;
- 7) mengembalikan zat radioaktif atau bungkusan yang tidak memenuhi ketentuan teknis kepada pengirim.

Kewajiban pengangkut adalah:

- 1) memenuhi ketentuan perundang-undangan di bidang pengangkutan;
- 2) memiliki izin pengangkutan barang berbahaya dari kementerian perhubungan dalam hal pengangkutan zat radioaktif dilakukan secara eksklusif;
- 3) membawa dokumen pengiriman;
- 4) memastikan barang kiriman diterima penerima;
- 5) melaksanakan petunjuk pengirim; dan
- 6) melaksanakan pengangkutan zat radioaktif sesuai dengan prosedur dalam dokumen pengiriman.

Dalam hal sistem manajemen, hal ini wajib ditetapkan dan diterapkan oleh pengirim. Sistem manajemen meliputi

- 1) organisasi yang berkaitan dengan kegiatan pengangkutan zat radioaktif,
- 2) pemeliharaan dan kendali rekaman yang berkaitan dengan pengangkutan zat radioaktif, serta
- 3) implementasi teknis keselamatan radiasi dan keamanan dalam pengangkutan zat radioaktif.

b. Sistem Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif

Sistem kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan dalam pengangkutan zat radioaktif wajib dimiliki oleh pengirim. Sistem ini meliputi

- 1) penyusunan dan penetapan prosedur penanggulangan kedaruratan,
- 2) pelatihan dan gladi kedaruratan, dan
- 3) penanggulangan kedaruratan.

Prosedur penanggulangan kedaruratan meliputi

- 1) pertolongan pertama dan penyelamatan korban;
- 2) pemberitahuan kepada pengirim dan/atau penerima, Kepala BAPETEN, Menteri Perhubungan, dan instansi lain yang terkait dengan penanggulangan kedaruratan;
- 3) identifikasi bahaya dari zat radioaktif yang diangkut;
- 4) penanganan bahaya radiasi dan mencegah penyebaran kontaminasi zat radioaktif;
- 5) dekontaminasi personel, sarana dan prasarana yang terkontaminasi;
- 6) pemulihan; dan/atau
- 7) pelaporan.

Dalam hal pelatihan dan gladi kedaruratan, hal ini wajib diselenggarakan pengirim untuk memastikan prosedur

penanggulangan kedaruratan dapat dilaksanakan. Pelatihan dan gladi diselenggarakan paling sedikit 4 tahun sekali dan disesuaikan dengan potensi bahaya radiasi dan kontaminasi zat radioaktif yang diangkut. Pelatihan dan gladi ini juga perlu dilaporkan kepada Kepala BAPETEN paling lama 1 bulan sejak pelaksanaan.

Untuk pelaksanaan penanggulangan kedaruratan, hal ini meliputi kegiatan

- 1) pertolongan pertama dan penyelamatan korban;
- 2) pemberitahuan kepada pengirim dan/atau penerima, Kepala BAPETEN, Menteri Perhubungan, dan instansi lain yang terkait dengan penanggulangan kedaruratan;
- 3) identifikasi keadaan darurat;
- 4) penanggulangan kebocoran atau kerusakan bungkusan;
- 5) penanggulangan dampak radiologik dan nonradiologik akibat pencemaran dan/atau kontaminasi zat radioaktif dalam pengangkutan terhadap lingkungan hidup;
- 6) pemulihan bungkusan; dan/atau
- 7) pemulihan fungsi lingkungan hidup.

c. Penatalaksanaan Pengangkutan Zat Radioaktif

Penatalaksanaan pengangkutan zat radioaktif meliputi persetujuan pengiriman zat radioaktif, notifikasi pelaksanaan pengangkutan zat radioaktif, validasi terhadap sertifikat persetujuan desain zat radioaktif, validasi terhadap sertifikat persetujuan desain bungkusan, dan validasi terhadap persetujuan pengiriman zat radioaktif yang diterbitkan oleh otoritas pengawas negara asal pengangkutan zat radioaktif.

1) Persetujuan Pengiriman Zat Radioaktif

Pengirim wajib memiliki persetujuan pengiriman zat radioaktif sebelum pengangkutan zat radioaktif dilakukan. Persetujuan pengiriman diterbitkan oleh Kepala BAPETEN sesuai dengan permohonan tertulis setelah melakukan penilaian selama 3 hari sejak permohonan diterima, dan paling lama 1 hari setelah hasil penilaian diketahui.

Persetujuan paling sedikit memuat

- 1) identitas pengirim dan penerima,
- 2) spesifikasi zat radioaktif dan bungkusan,
- 3) rute pengangkutan zat radioaktif,
- 4) moda pengangkutan,
- 5) kendaraan angkut,
- 6) masa berlaku persetujuan, dan
- 7) identitas petugas yang dapat dihubungi.

2) Notifikasi Pelaksanaan Pengangkutan Zat Radioaktif

Setiap orang yang akan memasukkan beberapa jenis bungkusan ke dalam wilayah NKRI untuk tujuan transit melalui dan/atau singgah di daerah pabean NKRI wajib menyampaikan permohonan notifikasi. Notifikasi diterbitkan oleh Kepala BAPETEN sesuai dengan permohonan tertulis setelah melakukan penilaian selama 5 hari sejak permohonan diterima, dan paling lama 3 hari setelah hasil penilaian diketahui. Jika permohonan ditolak, Kepala BAPETEN wajib menyatakan alasan penolakannya.

Beberapa jenis bungkusan dimaksud adalah:

- 1) bungkusan tipe B(M);
- 2) bungkusan tipe B(M) yang tidak sesuai dengan desain untuk bungkusan tipe B(M);
- 3) bungkusan tipe B(M) yang berisi zat radioaktif dengan aktivitas lebih besar dari $3000 A_1$, $3000 A_2$, atau $1000 TBq$;
- 4) bungkusan tipe B(U) yang berisi zat radioaktif dengan aktivitas lebih besar dari $3000 A_1$, $3000 A_2$, atau $1000 TBq$;
- 5) bungkusan tipe C yang berisi zat radioaktif dengan aktivitas lebih besar dari $3000 A_1$, $3000 A_2$, atau $1000 TBq$;
- 6) bungkusan yang berisi bahan fisil dengan jumlah indeks keselamatan kekritisitas pada peti kemas atau kendaraan angkut melebihi 50.

Sementara itu, notifikasi paling sedikit memuat

- 1) identitas pemegang notifikasi dan pengangkut;

- 2) rute pengangkutan zat radioaktif;
- 3) spesifikasi zat radioaktif dan bungkusannya;
- 4) jadwal pengangkutan zat radioaktif dan bungkusannya;
- 5) tujuan pengangkutan zat radioaktif; dan
- 6) kewajiban pemegang notifikasi pada saat melalui dan/atau singgah di daerah pabean NKRI.

3) Validasi terhadap Sertifikat Persetujuan Desain Zat Radioaktif

Validasi ini wajib dimiliki oleh pengirim yang akan memasukkan zat radioaktif daya sebar rendah ke dalam wilayah NKRI. Validasi diterbitkan oleh Kepala BAPETEN sesuai dengan permohonan tertulis setelah melakukan penilaian selama lima hari sejak permohonan diterima, dan paling lama tiga hari setelah hasil penilaian diketahui.

Validasi paling sedikit memuat:

- 1) identitas pemegang validasi;
- 2) spesifikasi zat radioaktif;
- 3) jadwal kedatangan zat radioaktif;
- 4) rute pengangkutan zat radioaktif;
- 5) kewajiban pemegang validasi;
- 6) masa berlaku validasi; dan
- 7) tanda identifikasi.

4) Validasi terhadap Sertifikat Persetujuan Desain Bungkusannya

Validasi terhadap sertifikat persetujuan desain bungkusannya berlaku untuk pengirim yang akan memasukkan beberapa jenis bungkusannya ke dalam wilayah NKRI dan untuk setiap orang yang akan memasukkan jenis bungkusannya yang sama ke dalam wilayah NKRI untuk tujuan transit melalui dan/atau singgah di daerah pabean NKRI. Validasi diterbitkan oleh Kepala BAPETEN sesuai dengan permohonan tertulis setelah melakukan penilaian selama 5 hari sejak permohonan diterima, dan paling lama 3 hari setelah hasil penilaian diketahui.

Beberapa jenis bungkusannya dimaksud adalah

- 1) bungkusannya industri yang berisi bahan fisil atau UF_6 lebih dari 0,1 kg;

- 2) bungkusan tipe A yang berisi bahan fisil atau UF_6 lebih dari 0,1 kg;
- 3) bungkusan tipe B(U) yang berisi zat radioaktif daya sebar rendah, bahan fisil, atau UF_6 lebih dari 0,1 kg;
- 4) bungkusan tipe B(M); atau
- 5) bungkusan tipe C yang berisi bahan fisil atau UF_6 lebih dari 0,1 kg.

Sementara itu, validasi paling sedikit memuat:

- 1) identitas pemegang validasi,
- 2) spesifikasi bungkusan,
- 3) jadwal kedatangan bungkusan,
- 4) rute pengangkutan zat radioaktif,
- 5) kewajiban pemegang validasi,
- 6) masa berlaku validas, dan
- 7) tanda identifikasi.

5) Validasi terhadap Persetujuan Pengiriman Zat Radioaktif yang Diterbitkan oleh Otoritas Pengawas Negara Asal Pengangkutan Zat Radioaktif

Validasi terhadap persetujuan pengiriman oleh otoritas pengawas negara asal berlaku untuk beberapa jenis bungkusan yang masuk ke dalam wilayah NKRI untuk tujuan transit melalui dan/atau singgah di daerah pabean NKRI. Validasi diterbitkan oleh Kepala BAPETEN sesuai dengan permohonan tertulis setelah melakukan penilaian selama 5 hari sejak permohonan diterima, dan paling lama 3 hari setelah hasil penilaian diketahui.

Beberapa jenis bungkusan dimaksud adalah

- 1) bungkusan tipe B(M);
- 2) bungkusan tipe B(M) yang tidak sesuai dengan desain untuk bungkusan tipe B(M);
- 3) bungkusan tipe B(M) yang berisi zat radioaktif dengan aktivitas lebih besar dari $3000 A_1$, $3000 A_2$, atau $1000 TBq$;

- 4) bungkusan tipe B(U) yang berisi zat radioaktif dengan aktivitas lebih besar dari 3000 A₁, 3000 A₂, atau 1000 TBq;
- 5) bungkusan tipe C yang berisi zat radioaktif dengan aktivitas lebih besar dari 3000 A₁, 3000 A₂, atau 1000 TBq;
- 6) bungkusan yang berisi bahan fisil dengan jumlah indeks keselamatan kekritisan pada peti kemas atau kendaraan angkut melebihi 50.

Sementara itu, validasi paling sedikit memuat:

- 1) identitas pemegang validasi,
- 2) spesifikasi zat radioaktif dan bungkusan,
- 3) jadwal kedatangan zat radioaktif dan bungkusan,
- 4) rute pengangkutan zat radioaktif,
- 5) kewajiban pemegang validasi,
- 6) masa berlaku validasi terhadap persetujuan pengiriman, dan
- 7) tanda identifikasi.

B. Analisis

PP Nomor 58 Tahun 2015 mengamanatkan perlu disusunnya ketentuan lebih lanjut dengan Peraturan Kepala BAPETEN atau Peraturan BAPETEN, untuk 25 subjek dari PP. Kedua puluh lima subjek peraturan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) perincian jenis zat radioaktif (Pasal 4);
- 2) persyaratan dan tata cara permohonan dan penerbitan sertifikat persetujuan desain zat radioaktif (Pasal 6 ayat (6));
- 3) persyaratan dan tata cara permohonan dan penerbitan sertifikat persetujuan desain bungkusan (Pasal 9 ayat (4));
- 4) tata cara penggunaan bungkusan tipe A, bungkusan tipe B(U), bungkusan tipe B(M), dan bungkusan tipe C yang mengacu pada nilai dasar radionuklida (Pasal 11 ayat (4));
- 5) tata cara penggunaan bungkusan lain dengan nilai batas aktivitas tertentu (Pasal 12 ayat (3));

- 6) tata cara pengangkutan zat radioaktif secara eksklusif (Pasal 16 ayat (5));
- 7) tata cara pengangkutan zat radioaktif secara noneksklusif (Pasal 19 ayat (5));
- 8) tata cara penandaan pada bungkusan, pembungkus luar, dan permukaan luar penutup zat radioaktif aktivitas jenis rendah-I, atau benda terkontaminasi permukaan-I yang diangkut tanpa bungkusan (Pasal 25);
- 9) tata cara penentuan indeks keselamatan kekritisitas (Pasal 33 ayat (2));
- 10) penyusunan dan pelaksanaan program proteksi dan keselamatan radiasi dalam pengangkutan zat radioaktif (Pasal 39);
- 11) tata cara penempatan bungkusan dan pembungkus luar dan/atau peti kemas selama pengangkutan zat radioaktif dan penyimpanan bungkusan dan pembungkus luar dan/atau peti kemas selama transit (Pasal 42);
- 12) perincian kategori sumber radioaktif dan tata cara menentukan kategori sumber radioaktif dalam pengangkutan zat radioaktif bentuk khusus dan zat radioaktif daya sebar rendah (Pasal 46);
- 13) perincian pelaksanaan tindakan keamanan sesuai dengan klasifikasi tingkat keamanan sumber radioaktif (Pasal 52);
- 14) perincian muatan dan tata cara penyusunan dan pemutakhiran rencana keamanan sumber radioaktif untuk pengangkutan zat radioaktif bentuk khusus dan zat radioaktif daya sebar rendah (Pasal 55);
- 15) perincian muatan dan tata cara penyusunan dan pemutakhiran rencana proteksi fisik untuk pengangkutan bahan fisil dan uranium heksafluorida (UF_6) yang merupakan bahan nuklir (Pasal 60);
- 16) tata cara penerapan sistem manajemen dalam pengangkutan zat radioaktif (Pasal 66);
- 17) kriteria potensi bahaya radiasi dan kontaminasi zat radioaktif yang diangkut (Pasal 69 ayat (4));

- 18) pelatihan dan gladi kedaruratan dalam pengangkutan zat radioaktif (Pasal 72);
- 19) penanggulangan kedaruratan dalam pengangkutan zat radioaktif (Pasal 78);
- 20) muatan persetujuan pengiriman zat radioaktif (Pasal 81 ayat (4));
- 21) perincian masa berlaku persetujuan pengiriman zat radioaktif (Pasal 83 ayat (2));
- 22) muatan notifikasi pelaksanaan pengangkutan zat radioaktif (Pasal 85 ayat (7));
- 23) muatan validasi terhadap sertifikat persetujuan desain zat radioaktif (Pasal 90 ayat (4));
- 24) muatan validasi terhadap sertifikat persetujuan desain bungkus (Pasal 96 ayat (4)); dan
- 25) muatan validasi terhadap persetujuan pengiriman zat radioaktif yang diterbitkan oleh otoritas pengawas negara asal pengangkutan zat radioaktif (Pasal 100 ayat (4)).

Dari 25 subjek peraturan tersebut, 13 di antaranya telah diakomodasi pada Peraturan BAPETEN Nomor 7 Tahun 2020 (PerBAPETEN No.7, 2020b). Subjek peraturan yang telah diakomodasi terdiri atas Pasal 4, Pasal 11 ayat (4), Pasal 12 ayat (3), Pasal 16 ayat (5), Pasal 19 ayat (5), Pasal 25, Pasal 33 ayat (2), Pasal 81 ayat (4), Pasal 83 (ayat 2), Pasal 85 ayat (7), Pasal 90 ayat (4), Pasal 96 ayat (4), dan Pasal 100 ayat (4). Dengan demikian, masih ada sebanyak 12 subjek peraturan yang masih harus disusun dan diterbitkan oleh BAPETEN.

Hal menarik dijumpai pada Lampiran III, Lampiran IV, dan Lampiran VIII dari Peraturan BAPETEN Nomor 7 Tahun 2020. Ketiga lampiran ternyata menampilkan informasi yang diberikan dalam bahasa Inggris. Kenyataan ini mengherankan sekaligus menyakitkan. Mengherankan karena bagaimana mungkin sebuah peraturan nasional diberikan dalam bahasa asing? Kenapa tidak diterjemahkan saja ke dalam bahasa Indonesia? Menyakitkan karena bagaimana mungkin materi asing dapat masuk ke dalam suatu peraturan nasional yang proses pembentukannya melalui suatu proses harmonisasi

antarlembaga negara dan dikordinasikan oleh Kementerian Hukum dan HAM.

Dari sisi internasional, dokumen standar IAEA terkait keselamatan pengangkutan sumber radioaktif yang relevan, antara lain, adalah SSR-6 (Rev.1), *Regulations for the Safe Transport of Radioactive material (2018 Edition)*. Dokumen ini merupakan revisi dari dokumen SSR-6 sebelumnya yang terbit tahun 2012, *Regulations for the Safe Transport of Radioactive material (2012 Edition)*, yang mengubah, menambah, dan/atau membuang beberapa paragraf dari dokumen sebelumnya.

Dokumen SSR-6 memiliki beberapa dokumen turunan penjelasan yang menguraikan secara spesifik cara pelaksanaan dari butir-butir peraturan pada dokumen tersebut. Dokumen turunan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) *Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material* (SSG-26, 2014),
- 2) *Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material* (TS-G-1.2, 2002),
- 3) *Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material* (TS-G-1.3, 2007),
- 4) *The Management System for the Safe Transport of Radioactive Material* (TS-G-1.4, 2008),
- 5) *Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material* (TS-G-1.5, 2009),
- 6) *Schedules of Provisions of the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material* (2012 Edition) (SSG-33, 2015), dan
- 7) *Criticality Safety in the Handling of Fissile Material* (SSG-27, 2014).

Meskipun secara resmi dokumen SSR-6 telah diubah menjadi SSR-6 (Rev.1) pada tahun 2018, tetapi ketujuh dokumen turunan tersebut masih dinyatakan berlaku sampai saat ini sebelum terbit dokumen revisinya.

Di Indonesia, Peraturan Pemerintah Nomor 58 Tahun 2015 tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif sebagai peraturan tertinggi dalam keselamatan pengangkutan bahan radioaktif di Indonesia dapat dikatakan sama dengan publikasi IAEA SSR-6 (Rev.1) yang juga merupakan standar tertinggi IAEA dalam isu yang sama.

Jika kandungan PP Nomor 58 Tahun 2015 dibandingkan dengan judul beberapa dokumen turunan IAEA seperti yang disebutkan, tampak bahwa sebagian besar topik dokumen turunan IAEA telah diakomodasi oleh PP Nomor 58 Tahun 2015. Dua topik yang masih belum diakomodasi adalah yang terkait dengan jaminan kepatuhan (*compliance assurance*) dan keselamatan kekritisan dalam penanganan bahan fisil (*criticality safety in the handling of fissile material*). Dengan demikian, secara umum peraturan perundang-undangan dalam pengangkutan zat radioaktif di Indonesia dapat dikatakan telah sesuai dengan yang berlaku secara internasional.

Bab XII

Pengelolaan Limbah Radioaktif dan Bahan Bakar Nuklir Bekas

Pengelolaan limbah radioaktif adalah (upaya) pengumpulan, pengelompokan, pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, dan/atau pembuangan limbah radioaktif. Limbah radioaktif sendiri didefinisikan sebagai zat radioaktif dan bahan serta peralatan yang telah terkena zat radioaktif atau menjadi radioaktif karena pengoperasian instalasi nuklir yang tidak dapat digunakan lagi. Berdasarkan Pasal 22 Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997, pengelolaan limbah radioaktif dilaksanakan untuk mencegah timbulnya bahaya radiasi terhadap pekerja, anggota masyarakat, dan lingkungan hidup.

UU No. 10 Tahun 1997 mengatur isu pengelolaan limbah radioaktif dalam enam pasal tersendiri. Jika dibandingkan dengan isu perusahaan yang hanya diatur dalam lima pasal, atau bahkan isu penelitian dan pengembangan yang hanya diatur dalam satu pasal, isu pengelolaan limbah radioaktif ini mendapat perhatian yang cukup besar.

Ketentuan UU No. 10 Tahun 1997 terkait pengelolaan limbah radioaktif diatur lebih lanjut pada Peraturan Pemerintah Nomor (PP) Nomor 61 Tahun 2013 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif (PP No. 61, 2013) yang menggantikan PP No. 27 Tahun 2002 tentang hal

yang sama. Peraturan pelaksana dari PP Nomor 61 Tahun 2013 ini adalah Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2016 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif Tingkat Rendah dan Tingkat Sedang (Perka BAPETEN No.8, 2016), yang menggantikan Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 03/Ka-BAPETEN/V-99 tentang Ketentuan Keselamatan Untuk Pengelolaan Limbah Radioaktif.

A. Peraturan Perundang-Undangan

Berdasarkan aktivitas, konsentrasi aktivitas, waktu paruh, dan/atau jenis radiasi yang dikandungnya, limbah radioaktif diklasifikasikan atas limbah radioaktif tingkat rendah, tingkat sedang, dan tingkat tinggi. Limbah radioaktif tingkat rendah dan tingkat sedang adalah zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan, zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan, atau bahan serta peralatan terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan; sedangkan limbah radioaktif tingkat tinggi adalah bahan bakar nuklir bebas.

PP nomor 61 Tahun 2013 mengatur tentang pelaksana pengelolaan limbah radioaktif, pengelolaan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan, pengelolaan zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan, pengelolaan bahan bakar nuklir bekas, pembinaan pelaksanaan pengelolaan limbah radioaktif, perpindahan lintas batas, dan sanksi administratif.

1. Pelaksana Pengelolaan Limbah Radioaktif

PP No. 61 Tahun 2013 secara eksplisit menyatakan bahwa pelaksana pengelolaan limbah radioaktif adalah penghasil limbah radioaktif dan BATAN¹⁷. Penghasil limbah radioaktif adalah pemegang izin pemanfaatan sumber radiasi pengion atau bahan nuklir dan/atau izin pembangunan, pengoperasian dan dekomisioning instalasi nuklir yang karena kegiatannya menghasilkan limbah radioaktif.

17 Sejak diterbitkannya Peraturan Presiden Nomor 78 Tahun 2021 tentang Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), BATAN diintegrasikan ke dalam BRIN. Dengan demikian, semua kata *BATAN* sebagai pengelola limbah radioaktif agar dibaca sebagai *BRIN*.

Penghasil limbah radioaktif melaksanakan pengelolaan limbah yang berasal dari pemanfaatan sumber radiasi pengion atau pemanfaatan bahan nuklir, pembangunan, pengoperasian, dan/atau dekomisioning instalasi nuklir. Sementara itu, BATAN melaksanakan pengelolaan limbah yang berasal dari penghasil limbah radioaktif yang telah diserahkan kepadanya.

Dalam melaksanakan pengelolaan limbah radioaktif ini BATAN dapat bekerja sama dengan atau menunjuk badan usaha milik negara, koperasi dan/atau badan swasta. Selain harus memenuhi ketentuan pengelolaan limbah radioaktif, kegiatan prapengolahan, pengolahan, dan pasca pengolahan limbah radioaktif harus memenuhi ketentuan mengenai proteksi serta keselamatan radiasi, dan keamanan sumber radioaktif.

2. Pengelolaan Zat Radioaktif Terbungkus yang Tidak Digunakan

Ketentuan terkait pengelolaan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan meliputi pengumpulan dan pengelompokkan, pengolahan dan penyimpanan, pengangkutan dan pembuangan, serta perekaman dan laporan.

a. Pengumpulan dan Pengelompokkan

Penghasil limbah radioaktif wajib melakukan kegiatan prapengolahan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan, yang meliputi kegiatan pengumpulan dan pengelompokkan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan. Kegiatan pengumpulan dan pengelompokkan dilakukan dengan menempatkan zat radioaktif terbungkus ke dalam wadah atau kontainer yang terbuat dari bahan yang tidak mudah rusak, kompatibel dengan sifat dan karakteristik zat radioaktif, memberikan pengungkungan yang memadai, serta memberi proteksi yang memadai dari bahaya radiasi dan nonradiasi.

Setelah melakukan pengumpulan dan pengelompokkan, penghasil limbah radioaktif wajib mengirim kembali zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan ke negara asal atau menyerahkannya kepada BATAN. Jika pengiriman kembali atau penyerahan kepada BATAN

belum terlaksana, zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan harus disimpan sementara dalam tempat penyimpanan.

Pengiriman kembali zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan ke negara asal dilaksanakan setelah memperoleh persetujuan pengiriman kembali ke negara asal dan persetujuan pengiriman, keduanya dari Kepala BAPETEN. Pengiriman kembali ke negara asal ini wajib dilaksanakan oleh penghasil limbah dalam jangka waktu berlakunya persetujuan pengiriman kembali tersebut dan pelaksanaannya dilaporkan kepada Kepala BAPETEN paling lama 14 hari kerja terhitung saat dilaksanakannya pengiriman kembali.

Penyerahan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan kepada BATAN wajib dilaksanakan oleh penghasil limbah setelah memperoleh persetujuan pengiriman dari Kepala BAPETEN dan wajib dilakukan paling lama 14 hari kerja sejak diterbitkannya persetujuan pengiriman serta dibuktikan dengan berita acara serah terima yang dibuat BATAN. Salinan berita acara ini selanjutnya disampaikan oleh penghasil limbah kepada Kepala BAPETEN paling lama 14 hari kerja sejak saat penyerahan oleh BATAN.

Setelah zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan dikirim kembali ke negara asal atau diserahkan kepada BATAN, penghasil limbah radioaktif wajib mengajukan permohonan penetapan penghentian kegiatan kepada Kepala BAPETEN. BATAN harus melakukan pemeriksaan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan yang diserahkan oleh penghasil limbah radioaktif yang meliputi kelengkapan dan kesesuaian dokumen identifikasi limbah radioaktif, dan pemenuhan kriteria keberterimaan limbah radioaktif.

Selanjutnya, BATAN wajib melakukan pengumpulan dan pengelompokan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan yang diserahkan oleh penghasil limbah radioaktif. Selama pengumpulan dan pengelompokan ini BATAN dapat melakukan kajian untuk menentukan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan sebagai zat radioaktif terbungkus yang dapat digunakan kembali, zat radioaktif terbungkus yang dapat didaur ulang, atau limbah radioaktif. Kajian dilakukan dengan memenuhi standar, pedoman, persyaratan, dan/ atau prosedur yang ditetapkan Kepala BATAN.

Kepala BATAN selanjutnya menerbitkan laporan hasil kajian penentuan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan. Jika hasil kajian menentukan bahwa zat radioaktif terbungkus ini dapat digunakan kembali, Kepala BATAN menerbitkan sertifikat yang menyatakan zat radioaktif terbungkus dapat dimanfaatkan kembali. Jika hasil kajian menyatakan dapat didaur ulang, Kepala BATAN menerbitkan sertifikat yang menyatakan zat radioaktif terbungkus telah diuji atau distandardisasi ulang untuk dapat dimanfaatkan kembali. Sementara itu, jika hasil kajian menentukan sebagai limbah radioaktif, BATAN wajib melaksanakan pengolahan dan penyimpanan.

b. Pengolahan dan Penyimpanan

Pengolahan dilakukan dengan metode peluruhan aktivitas dan pengondisian. Setelah itu, BATAN wajib melakukan penyimpanan hasil pengolahan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan yang telah ditentukan sebagai limbah radioaktif.

c. Pengangkutan dan Pembuangan

Setelah kegiatan pengolahan dan penyimpanan, BATAN dapat melaksanakan pengangkutan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan dan telah ditentukan sebagai limbah radioaktif. Dalam hal pembuangan, BATAN melakukannya pada fasilitas dekat permukaan tanah atau kedalaman sedang. Pembangunan, pengoperasian, dan penutupan fasilitas pembuangan ini wajib memiliki izin dari Kepala BAPETEN.

d. Perekaman dan Pelaporan

Penghasil limbah radioaktif selama melakukan pengumpulan dan pengelompokan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan wajib melakukan perekaman yang meliputi inventarisasi dan kegiatan pengumpulan dan pengelompokan yang dilakukannya. Hasil perekaman wajib dilaporkan kepada Kepala BAPETEN paling sedikit satu kali dalam 6 bulan.

Sementara itu, selama melakukan pengolahan, penyimpanan dan pembuangan zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan

bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan, BATAN juga wajib melakukan perekaman yang meliputi inventarisasi dan kegiatan pengolahan, penyimpanan dan pembuangan yang dilakukannya. Hasil perekaman ini juga wajib dilaporkan kepada Kepala BAPETEN paling sedikit satu kali dalam 6 bulan.

3. Pengelolaan Zat Radioaktif Terbuka yang Tidak Digunakan dan Bahan Serta Peralatan yang Terkontaminasi dan/atau Teraktivasi yang Tidak Digunakan

Ketentuan terkait pengelolaan zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan meliputi pengumpulan dan pengelompokan, pengolahan dan penyimpanan, pengangkutan dan pembuangan, serta perekaman dan laporan.

a. Pengumpulan dan Pengelompokan

Penghasil limbah radioaktif dan BATAN wajib melakukan prapengolahan dalam bentuk pengumpulan dan pengelompokan zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan. Kegiatan pengumpulan dan pengelompokan dilakukan berdasarkan asal limbah radioaktif, sifat radiologi, sifat biologi, sifat fisika, sifat kimia, volume, bahaya nonradiasi, dan cara pengolahan dan penyimpanan yang akan dilakukan.

b. Pengolahan dan Penyimpanan

Penghasil limbah radioaktif wajib melakukan pengolahan zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan dengan metode peluruhan aktivitas, reduksi volume, pengubahan komposisi, dan/atau pengkondisian. Pengolahan dilakukan hingga radioaktivitas mencapai nilai di bawah atau sama dengan tingkat klierens. Dalam hal selama atau setelah pengolahan telah mencapai nilai di bawah atau sama dengan tingkat klierens, penghasil limbah

wajib mengajukan permohonan penetapan klierens kepada Kepala BAPETEN. Namun, jika nilainya di bawah atau sama dengan tingkat klierens tidak dapat dicapai, penghasil limbah wajib menyerahkan zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan kepada BATAN. Sebelum diserahkan kepada BATAN, penghasil limbah wajib melakukan penyimpanan sementara setelah melakukan pengolahan. Penghasil limbah dilarang melakukan pengenceran dalam upayanya agar zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan mencapai nilai di bawah atau sama dengan tingkat klierens. Dalam hal bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan tidak dapat dilakukan pengolahan dan/atau penyimpanan sementara, penghasil limbah wajib menyerahkannya kepada BATAN. Penyerahan ini wajib dilaksanakan setelah memperoleh persetujuan pengiriman dari Kepala BAPETEN, dan wajib dilakukan paling lama 14 hari kerja sejak diterbitkannya persetujuan pengiriman, serta dibuktikan dengan berita acara serah terima yang dibuat BATAN. Salinan berita acara ini selanjutnya disampaikan oleh penghasil limbah kepada Kepala BAPETEN paling lama 14 hari kerja sejak saat penyerahan kepada BATAN.

Setelah melakukan pengolahan, BATAN wajib melakukan penyimpanan zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan di fasilitas penyimpanan. Dalam hal zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan telah mencapai nilai di bawah atau sama dengan tingkat klierens, BATAN wajib mengajukan permohonan penetapan klierens kepada Kepala BAPETEN.

c. Pengangkutan dan Pembuangan

BATAN dapat melaksanakan pengangkutan zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan setelah kegiatan pengolahan atau penyimpanan. BATAN juga melakukan pembuangan zat

radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak lagi digunakan.

Pembuangan zat radioaktif terbuka ini dilakukan pada fasilitas dekat permukaan tanah atau kedalaman sedang. Pembangunan, pengoperasian, dan penutupan fasilitas pembuangan ini wajib memiliki izin dari Kepala BAPETEN.

d. Perekaman dan Pelaporan

Penghasil limbah radioaktif selama melakukan pengumpulan, pengelompokan dan/atau pengolahan wajib melakukan perekaman yang meliputi inventarisasi dan kegiatan pengumpulan, pengelompokan dan/atau pengolahan yang dilakukannya. Hasil perekaman wajib dilaporkan kepada Kepala BAPETEN paling sedikit satu kali dalam 6 bulan.

Sementara itu, selama melakukan pengolahan, penyimpanan, dan pembuangan zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan, BATAN juga wajib melakukan perekaman yang meliputi inventarisasi dan kegiatan pengolahan, penyimpanan dan pembuangan yang dilakukannya. Hasil perekaman ini juga wajib dilaporkan kepada Kepala BAPETEN paling sedikit satu kali dalam 6 bulan.

4. Pengelolaan Bahan Bakar Nuklir Bekas

Ketentuan terkait pengelolaan bahan bakar nuklir bekas meliputi penyimpanan sementara, penyimpanan dan pembuangan, dan perekaman dan laporan.

a. Penyimpanan Sementara

Penghasil limbah radioaktif wajib melaksanakan penyimpanan sementara bahan bakar nuklir bekas dalam waktu sekurang-kurangnya selama masa operasi reaktor nuklir. Setelah melakukan penyimpanan sementara, penghasil limbah wajib mengirim kembali bahan bakar nuklir bekas ke negara asal, atau menyerahkannya kepada BATAN.

Pengiriman kembali bahan bakar nuklir bekas ke negara asal dilaksanakan setelah memperoleh persetujuan pengiriman kembali ke negara asal dan persetujuan pengiriman, keduanya dari Kepala BAPETEN. Pengiriman kembali ke negara asal ini wajib dilaksanakan oleh penghasil limbah dalam jangka waktu berlakunya persetujuan pengiriman kembali tersebut, dan pelaksanaannya dilaporkan kepada Kepala BAPETEN paling lama 14 hari kerja terhitung saat dilaksanakannya pengiriman kembali.

Penyerahan zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan kepada BATAN wajib dilaksanakan oleh penghasil limbah setelah memperoleh persetujuan pengiriman dari Kepala BAPETEN, dan wajib dilakukan paling lama 14 hari kerja sejak diterbitkannya persetujuan pengiriman, serta dibuktikan dengan berita acara serah terima yang dibuat BATAN. Salinan berita acara ini selanjutnya disampaikan oleh penghasil limbah kepada Kepala BAPETEN paling lama 14 hari kerja sejak saat penyerahan oleh BATAN.

Penghasil limbah radioaktif dapat melaksanakan pengangkutan bahan bakar nuklir bekas selama kegiatan penyimpanan sementara. Pengangkutan dilaksanakan sesuai dengan peraturan perundang-undangan mengenai keselamatan dan keamanan pengangkutan zat radioaktif.

b. Penyimpanan dan Pembuangan

BATAN melakukan penyimpanan bahan bakar nuklir bekas. Dalam melakukan penyimpanan ini BATAN wajib memiliki izin pemanfaatan bahan nuklir serta pembangunan dan pengoperasian instalasi penyimpanan sementara bahan bakar nuklir bekas.

Pembuangan bahan bakar nuklir bekas dilakukan oleh BATAN pada instalasi penyimpanan lestari. Pembangunan, pengoperasian, dan penutupan instalasi penyimpanan lestari wajib memiliki izin dari Kepala BAPETEN.

BATAN juga menyediakan tempat penyimpanan lestari bahan bakar nuklir bekas. Penentuan tempat penyimpanan lestari ini ditetapkan oleh pemerintah setelah mendapat persetujuan Dewan Perwakilan Rakyat RI.

c. Perekaman dan pelaporan

Penghasil limbah radioaktif selama melakukan penyimpanan sementara dan pengangkutan wajib melakukan perekaman yang meliputi inventarisasi dan kegiatan penyimpanan sementara dan pengangkutan yang dilakukannya. Hasil perekaman wajib dilaporkan kepada Kepala BAPETEN paling sedikit satu kali dalam 6 bulan.

Sementara itu, selama melakukan penyimpanan, pengangkutan, dan/atau pembuangan bahan bakar nuklir bekas, BATAN wajib melakukan perekaman yang meliputi inventarisasi dan kegiatan pengelolaan yang dilakukannya. Hasil perekaman ini juga wajib dilaporkan kepada Kepala BAPETEN paling sedikit satu kali dalam 6 bulan.

5. Pembinaan Pelaksanaan Pengelolaan Limbah Radioaktif

BATAN melakukan pembinaan terhadap pelaksanaan pengelolaan limbah radioaktif yang meliputi pembinaan teknis dan edukatif. Pembinaan teknis dilakukan terhadap penghasil limbah radioaktif dan Badan Usaha Milik Negara, koperasi, atau badan swasta yang bekerja sama dengan atau ditunjuk BATAN untuk mengelola limbah radioaktif. Pembinaan teknis paling sedikit meliputi pelatihan, sosialisasi, konsultasi dan/atau bantuan teknis. Sementara itu, pembinaan edukatif dilakukan terhadap masyarakat, dan dapat berupa sosialisasi.

6. Perpindahan Lintas Batas

Pengiriman bahan bakar nuklir bekas dari negara asal ke negara tujuan dengan melalui dan/atau singgah di daerah pabean Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) dengan atau tanpa mengganti sarana pengangkutan wajib mendapat persetujuan dari Kepala BAPETEN sebelum melaksanakan pengiriman. Persetujuan dapat diperoleh dengan menyampaikan notifikasi tertulis oleh pengirim kepada Kepala BAPETEN dengan melampirkan dokumen

- 1) persetujuan dari badan pengawas negara asal;
- 2) persetujuan dari badan pengawas negara tujuan; dan

- 3) pengangkutan, yang paling sedikit berisi
 - a) identitas pengirim, pengangkut, dan penerima;
 - b) tanggal dan lama singgah;
 - c) rute pengangkutan;
 - d) jenis, aktivitas, dan kuantitas bahan bakar nuklir bekas; dan
 - e) tipe bungkusan.

Kepala BAPETEN melakukan penilaian terhadap dokumen pengangkutan paling lama 3 hari kerja terhitung sejak notifikasi diterima. Setelah melakukan penilaian, Kepala BAPETEN memberikan penolakan atau persetujuan atas notifikasi. Penolakan harus disertai dengan alasannya, sementara persetujuan paling sedikit memuat

- 1) identitas pengirim bahan bakar nuklir bekas;
- 2) negara asal dan negara tujuan bahan bakar nuklir bekas;
- 3) dokumen mengenai jenis, aktivitas, karakteristik dan jumlah bahan bakar nuklir bekas yang akan melalui dan/atau singgah di daerah pabean NKRI;
- 4) alat angkut yang akan digunakan;
- 5) tanggal pelaksanaan pengangkutan, waktu singgah dan nama pelabuhan atau bandar udara tempat masuk dan keluar bahan bakar nuklir bekas; dan
- 6) masa berlaku persetujuan.

Setiap orang atau badan dilarang memasukkan limbah radioaktif yang berasal dari luar negeri ke dalam wilayah NKRI. Larangan dikecualikan untuk limbah radioaktif yang berasal dari zat radioaktif yang diproduksi di dalam negeri.

7. Sanksi Administratif

Sanksi administratif diterapkan kepada penghasil limbah radioaktif yang melanggar ketentuan pengelolaan limbah radioaktif ini. Sanksi administratif meliputi peringatan tertulis, penghentian sementara beroperasinya fasilitas atau instalasi, atau pencabutan izin. Untuk beberapa ketentuan tertentu, izin dapat dicabut jika peringatan tertulis tidak ditindaklanjuti dalam waktu 10 hari. Sanksi lebih ringan berupa

penghentian sementara dapat diterapkan jika terjadi pelanggaran pada persyaratan keselamatan radiasi, tetapi tetap izin dapat dicabut jika persyaratan tersebut tidak dipenuhi sampai batas waktu tertentu.

B. Analisis

PP Nomor 61 Tahun 2013 mengamanatkan perlu disusunnya ketentuan lebih lanjut untuk empat subjek dari PP, yaitu

- 1) Tata cara kerja sama dan penunjukkan (Pasal 6), yang diamanatkan untuk diatur dengan peraturan presiden;
- 2) Pengolahan (zat radioaktif terbungkus yang tidak digunakan) (Pasal 15 ayat (2)), yang diamanatkan untuk diatur dengan peraturan Kepala BAPETEN;
- 3) Pengolahan (zat radioaktif terbuka yang tidak digunakan dan bahan serta peralatan yang terkontaminasi dan/atau teraktivasi yang tidak digunakan) (Pasal 22 ayat (3)), yang diamanatkan untuk diatur dengan Peraturan Kepala BAPETEN;
- 4) Tata cara pelaksanaan pembinaan terhadap pelaksanaan pengelolaan limbah radioaktif (Pasal 43 ayat (6)), yang diamanatkan untuk diatur dengan Peraturan Kepala BATAN.

Amanat yang diberikan pada Pasal 15 Ayat (2) dan Pasal 22 ayat (3) telah ditunaikan dalam Peraturan BAPETEN No. 8 Tahun 2016 tentang Pengolahan Limbah Radioaktif Tingkat Rendah dan Tingkat Sedang, sedangkan amanat pada Pasal 6 dan Pasal 43 ayat (6) masih belum direalisasikan. Berdasarkan Peraturan Presiden No. 68 Tahun 2005 tentang Tata Cara Mempersiapkan Rancangan Undang-Undang (UU), Rancangan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang (Perpu), Rancangan Peraturan Pemerintah (PP) dan Rancangan Peraturan Presiden (Perpres), usul penyusunan keempat peraturan perundang-undangan dapat dilakukan oleh pemrakarsa, yaitu menteri atau pimpinan lembaga pemerintah nondepartemen (atau nonkementerian sesuai dengan nomenklatur saat ini). Dengan demikian, BAPETEN dapat mengajukan usul penyusunan Perpres yang melaksanakan ketentuan Pasal 6 PP No. 61 Tahun 2013 tersebut.

Untuk merealisasikan ketentuan Pasal 43 ayat (6), BRIN sebagai pengganti BATAN dapat mengajukan usulan penyusunan Peraturan BRIN mengenai tata cara pelaksanaan pembinaan terhadap pelaksanaan pengelolaan limbah radioaktif. Pusat Riset Teknologi Daur Bahan Bakar Nuklir dan Limbah Radioaktif BRIN diharapkan dapat menjadi pemrakarsa dalam hal ini dan bekerja sama dengan salah satu direktorat di BRIN untuk mewujudkan rancangan Peraturan. Untuk dapat mempercepat proses, BAPETEN barangkali bisa mengingatkan BRIN untuk melaksanakan tugas ini.

Untuk pengelolaan limbah radioaktif dan bahan bakar nuklir bekas ini tampak bahwa peraturan di Indonesia hanya mengklasifikasikan limbah radioaktif atas tiga kelas, yaitu limbah radioaktif diklasifikasikan atas limbah radioaktif tingkat rendah, tingkat sedang, dan tingkat tinggi. Sementara itu, IAEA membedakannya atas enam kelas (IAEA, 2009), sebagai berikut.

- 1) Limbah yang dikecualikan, yaitu limbah yang memenuhi kriteria klierens, pengecualian, atau eksklusi dari badan pengawas.
- 2) Limbah berumur sangat pendek, yaitu limbah yang dapat disimpan untuk meluruh dalam waktu terbatas hingga beberapa tahun dan setelah itu dapat dibebaskan dari pengawasan.
- 3) Limbah tingkat sangat rendah, yaitu limbah yang tidak perlu memenuhi kriteria limbah yang dikecualikan, tetapi tidak memerlukan wadah dan isolasi tingkat tinggi sehingga dapat disimpan di fasilitas penyimpanan tanah dangkal dengan pengawasan yang terbatas.
- 4) Limbah tingkat rendah, yaitu limbah yang berada di atas tingkat klierens dan hanya sedikit mengandung radionuklida berumur panjang.
- 5) Limbah tingkat menengah, yaitu limbah yang karena kandungannya, terutama radionuklida berumur panjang, memerlukan tingkat wadah dan isolasi yang lebih besar dibanding untuk penyimpanan tanah dangkal.
- 6) Limbah tingkat tinggi, yaitu limbah dengan tingkat konsentrasi aktivitas yang cukup tinggi untuk menghasilkan panas dalam

jumlah yang signifikan akibat proses peluruhan radioaktif atau limbah dengan jumlah radionuklida berumur panjang dalam jumlah besar yang perlu diperhitungkan dalam mendesain fasilitas penyimpanan limbah tersebut.

Hal penting yang barangkali agak terlewatkan dalam peraturan pengelolaan limbah radioaktif di Indonesia adalah mengaitkan pengelolaan tersebut dengan upaya proteksi bagi manusia dan lingkungan. Mengingat aspek lingkungan dalam tahun-tahun terakhir ini telah menjadi isu yang hangat, pengabaian terhadap aspek tersebut dalam peraturan pengelolaan limbah radioaktif menjadi suatu hal yang cukup dapat dipertanyakan.

Seperti telah disinggung pada awal Bab XII ini, peraturan pelaksana dari PP Nomor 61 Tahun 2013 ini adalah Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2016 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif Tingkat Rendah dan Tingkat Sedang. Dalam Perka BAPETEN Nomor 8 Tahun 2016 ini banyak ketentuan yang secara eksplisit mewajibkan BATAN untuk melakukan suatu tindakan tertentu. Ketentuan ini barangkali tidak pada tempatnya karena status atau kedudukan BAPETEN dan BATAN adalah sama. Walau di PP-nya memang mewajibkan BATAN untuk melaksanakan suatu ketentuan, hal yang sama tidak bisa dilakukan oleh BAPETEN.

Bab XIII

Kesiapsiagaan dan Tanggapan Darurat Nuklir

Kedaruratan nuklir adalah keadaan bahaya yang mengancam keselamatan manusia, kerugian harta benda, atau kerusakan lingkungan hidup yang timbul sebagai akibat kecelakaan radiasi atau kecelakaan nuklir. Kecelakaan radiasi merupakan kejadian yang tidak direncanakan yang menjurus pada timbulnya dampak radiasi atau kondisi paparan dan/atau kontaminasi yang melampaui batas yang ditentukan, sementara kecelakaan nuklir merupakan kejadian yang menimbulkan kerugian nuklir.

Kerugian nuklir sendiri merupakan kerugian yang dapat berupa kematian, cacat, cedera atau sakit, kerusakan harta benda, pencemaran, dan kerusakan lingkungan hidup yang ditimbulkan oleh radiasi atau gabungan radiasi dengan sifat racun, sifat mudah meledak, atau sifat bahaya lainnya sebagai akibat kekritisitas bahan bakar nuklir dalam instalasi nuklir atau selama pengangkutan, termasuk kerugian sebagai akibat atau tindakan untuk pemulihan lingkungan hidup.

Untuk menghadapi keadaan kedaruratan nuklir, perlu dilakukan suatu kegiatan khusus untuk mengantisipasinya. Kegiatan ini disebut sebagai kesiapsiagaan nuklir, yang didefinisikan sebagai serangkaian kegiatan sistematis dan terencana yang dilakukan

untuk mengantisipasi kedaruratan nuklir melalui penyediaan unsur infrastruktur dan kemampuan fungsi penanggulangan untuk melaksanakan penanggulangan kedaruratan nuklir dengan cepat, tepat, efektif, dan efisien.

Selain mengantisipasi, suatu kegiatan khusus lain juga perlu dilakukan pada saat keadaan kedaruratan terjadi. Kegiatan ini disebut sebagai penanggulangan kedaruratan nuklir, yang didefinisikan sebagai serangkaian kegiatan yang dilakukan dengan segera pada saat terjadi kedaruratan nuklir untuk mengurangi dampak serius yang ditimbulkan terhadap manusia, harta benda, atau lingkungan hidup.

Kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir dilaksanakan sesuai dengan program kesiapsiagaan nuklir yang memuat infrastruktur dan fungsi penanggulangan. Program ditetapkan berdasarkan hasil kajian potensi bahaya radiologi sesuai dengan kategori bahaya radiologi yang dapat terjadi. Tabel 13.1 memuat kategori bahaya radiologi dimaksud.

Tabel 13.1 Kategori Bahaya Radiologi

Kategori	Bahaya Radiologi	Fasilitas Radiasi/Instalasi Nuklir
I	Instalasi atau fasilitas dengan potensi bahaya sangat besar yang dapat menghasilkan lepasan radioaktif yang memberikan efek deterministik parah di luar tapak	<ul style="list-style-type: none"> • reaktor dengan daya > 100 MWt (contoh: reaktor daya, reaktor nondaya) • fasilitas penyimpan bahan bakar bekas jenis kolam yang memiliki nilai potensi bahaya setara dengan teras reaktor untuk daya yang ≥ 3000 MWt • inventori zat radioaktif dengan nilai $\geq A/D_2$ sesuai dengan perhitungan tertentu (contoh: daur ulang bahan bakar bekas)

Kategori	Bahaya Radiologi	Fasilitas Radiasi/Instalasi Nuklir
II	Instalasi atau fasilitas dengan potensi bahaya yang menghasilkan lepasan radioaktif dengan dosis di atas nilai yang diizinkan tetapi tidak memberikan efek deterministik parah di luar tapak	<ul style="list-style-type: none"> • reaktor dengan daya ≥ 2 MWt tetapi ≤ 100 MWt (contoh: reaktor daya dan reaktor nondaya) • fasilitas penyimpanan bahan bakar bekas jenis kolam yang memiliki nilai potensi bahaya setara dengan teras reaktor untuk daya > 10 MWt dan < 300 MWt • inventori zat radioaktif dengan nilai ≥ 10 kali dan < 1000 kali A/D₂ sesuai dengan perhitungan tertentu
III	Instalasi atau fasilitas dengan potensi bahaya tidak memberikan dampak di luar tapak tetapi berpotensi memberikan efek deterministik di dalam tapak	<ul style="list-style-type: none"> • reaktor dengan daya < 2 MWt • fasilitas penyimpanan bahan bakar bekas kering • fasilitas produksi radioisotop • fasilitas iradiator kategori IV dengan zat radioaktif terbungkus • fasilitas radioterapi • radiografi industri fasilitas tertutup • fasilitas fabrikasi bahan bakar nuklir • inventori zat radioaktif dengan nilai $\geq 0,01$ kali dan < 10 kali A/D₂ sesuai dengan perhitungan tertentu (contoh: instalasi radiometalurgi, instalasi elemen bakar eksperimental)
IV	Kegiatan yang dapat menyebabkan kedaruratan nuklir pada lokasi yang tidak dapat diperkirakan, termasuk pengangkutan dan kegiatan yang melibatkan zat radioaktif yang bergerak (<i>mobile</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • radiografi industri fasilitas terbuka • <i>well logging</i> • fasilitas <i>gaging</i> industri yang bergerak (<i>mobile</i>) dengan zat radioaktif aktivitas tinggi • transportasi bungkusan tipe B • transportasi bungkusan tipe C • transportasi bungkusan yang berisi bahan nuklir • transportasi bungkusan dengan pengaturan khusus • sumber berbahaya yang hilang atau dicuri • kapal bertenaga nuklir

Kategori	Bahaya Radiologi	Fasilitas Radiasi/Instalasi Nuklir
V	Kegiatan yang tidak melibatkan sumber radiasi pengion, tetapi menghasilkan produk yang dapat terkontaminasi akibat kecelakaan yang terjadi pada instalasi atau fasilitas dengan kategori bahaya radiologi I atau II, baik di dalam maupun di luar batas negara	<ul style="list-style-type: none"> • kontaminasi dari daerah perbatasan dengan negara lain • impor bahan-bahan terkontaminasi

Sumber: Perka BAPETEN No. 1 (2010)

Peraturan nasional terkait kesiapsiagaan dan tanggap darurat nuklir cukup beragam. Setelah Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2010 tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir ditetapkan, tahun 2012 terbit Peraturan Pemerintah Nomor 54 Tahun 2012 yang juga mengatur kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir pada Bab V.

A. Peraturan Perundang-Undangan

Peraturan perundang-undangan terkait kesiapsiagaan dan tanggap darurat nuklir yang dibahas pada Bab XIII ini adalah peraturan yang diberikan oleh Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2010. Subjek yang sama yang diberikan oleh PP Nomor 54 Tahun 2012 telah dibahas pada Bab VIII.

Perka BAPETEN Nomor 1 Tahun 2010 mengatur tentang kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir. Berdasarkan hasil kajian potensi bahaya radiologi sesuai dengan kategori bahaya radiologi, pemegang izin harus menetapkan program kesiapsiagaan nuklir. Program memuat infrastruktur dan fungsi penanggulangan dan harus ditinjau ulang secara berkala paling sedikit sekali dalam 2 tahun.

Infrastruktur terdiri atas unsur

- 1) organisasi,
- 2) koordinasi,

- 3) fasilitas dan peralatan,
- 4) prosedur penanggulangan, dan/atau
- 5) pelatihan dan/atau gladi kedaruratan nuklir.

Sementara itu, fungsi penanggulangan terdiri atas unsur

- 1) identifikasi, pelaporan, dan pengaktifan;
- 2) tindakan mitigasi;
- 3) tindakan perlindungan segera;
- 4) tindakan perlindungan untuk petugas penanggulangan, pekerja, dan masyarakat; dan/atau
- 5) pemberian informasi dan instruksi pada masyarakat.

1. Kesiapsiagaan Nuklir

Kesiapsiagaan nuklir bertujuan untuk memastikan tersedianya kesiapan dan kemampuan penanggulangan kedaruratan nuklir untuk menanggulangi kedaruratan nuklir secara tepat waktu, terkelola, terkendali dan terkoordinasi. Kesiapsiagaan ditentukan oleh ketersediaan infrastruktur yang terdiri atas organisasi, koordinasi, fasilitas dan peralatan, prosedur penanggulangan, dan/atau program pelatihan atau gladi kedaruratan.

a. Organisasi

Organisasi penanggulangan kedaruratan nuklir paling sedikit terdiri atas ketua, pengendali operasi, pelaksana operasi, dan pengkaji radiologi. Pemegang izin bertindak sebagai ketua penanggulangan, dan mempunyai tugas:

- 1) melaporkan terjadinya kejadian operasi terantisipasi dan/atau kecelakaan dan upaya penanggulangannya kepada BAPETEN;
- 2) mengatur prioritas dan perlindungan terhadap masyarakat dan petugas penanggulangan;
- 3) memastikan semua pelaksanaan penanggulangan sesuai dengan prosedur dan komunikasi dengan petugas lapangan berjalan dengan optimal;

- 4) memberikan informasi kepada masyarakat, media massa dan instansi terkait, yang dapat dilaksanakan oleh seorang juru bicara yang ditunjuk; dan
- 5) bekerja sama dengan pengendali operasi dalam operasi penanggulangan.

Pengendali operasi dapat ditunjuk oleh pemegang izin dari petugas proteksi radiasi yang ada. Pengendali operasi mempunyai tugas:

- 1) mengumpulkan informasi awal perihal kecelakaan yang terjadi;
- 2) melaporkan informasi awal kepada ketua penanggulangan;
- 3) melakukan koordinasi satuan pelaksana di lapangan dalam pelaksanaan pemulihan awal, operasi pembersihan, perlindungan terhadap petugas penanggulangan dan langkah-langkah perlindungan lainnya;
- 4) memberikan masukan dan rekomendasi dalam penanggulangan kedaruratan kepada ketua penanggulangan; dan
- 5) mengawasi dan mengoordinasikan pelaksana operasi dalam melakukan tugasnya.

Sebagai pelaksana operasi dapat ditunjuk pekerja radiasi yang ada, dan paling sedikit meliputi tim proteksi radiasi, tim medis, tim pemadam kebakaran, dan satuan pengamanan.

Pengkaji radiologi memimpin tim radiologi yang berada di lokasi kecelakaan dan bertanggung jawab mengkaji bahaya radiologi, memberikan dukungan proteksi radiasi bagi pelaksana operasi, dan memberikan rekomendasi tindakan perlindungan kepada pengendali operasi. Dalam melaksanakan tanggung jawabnya, pengkaji radiologi mempunyai tugas:

- 1) melaksanakan survei lapangan di lokasi kecelakaan;
- 2) mengendalikan kontaminasi;
- 3) merumuskan rekomendasi langkah-langkah perlindungan;
- 4) melaksanakan koordinasi penanganan penemuan kembali sumber, dekontaminasi, dan penanganan limbah radioaktif; dan

- 5) melakukan estimasi dan mencatat dosis yang diterima oleh masyarakat dan/atau petugas penanggulangan.

b. Koordinasi Penanggulangan

Dalam hal koordinasi, pemegang izin wajib berkoordinasi dengan instansi lain yang terkait dalam melaksanakan kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir apabila dampak dari kedaruratan meluas sampai ke luar instalasi. Instansi lain ini meliputi, antara lain, pemerintah daerah dan BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah), kepolisian, dinas pemadam kebakaran, dan rumah sakit.

c. Fasilitas dan Peralatan

Dalam hal fasilitas dan peralatan, pemegang izin wajib menyediakan fasilitas dan peralatan, termasuk saran pendukungnya, untuk melaksanakan fungsi penanggulangan. Fasilitas dan peralatan tersebut harus dapat beroperasi dalam semua kondisi yang mungkin dihadapi dalam penanggulangan kedaruratan dan sesuai dengan prosedur atau peralatan yang digunakan dalam penanggulangan yang dimiliki organisasi penanggulangan kedaruratan lain.

Pemegang izin pemanfaatan nuklir dengan kategori bahaya radiologi I, II, atau III harus menyediakan fasilitas berupa sistem komunikasi yang harus tetap berfungsi saat terjadi kedaruratan, jalur penyelamatan, dan tempat berkumpul. Lokasi tempat berkumpul harus mudah diakses, menyediakan tempat berlindung sementara dari lepasan zat radioaktif atau paparan radiasi, dan selalu dipantau. Pemegang izin pemanfaatan nuklir dengan kategori bahaya radiologi I dan II juga wajib menyediakan fasilitas untuk kegiatan koordinasi tindakan penanggulangan, koordinasi informasi ke masyarakat, dan koordinasi pemantauan dan pengkajian di luar tapak.

Fasilitas koordinasi harus ditempatkan dan/atau dilindungi sehingga mampu mengendalikan paparan radiasi petugas penanggulangan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Fasilitas tersebut meliputi tempat dan prasarana evakuasi, pusat kendali tanggap darurat, dan/atau fasilitas analisis cuplikan.

Pusat kendali tanggap darurat untuk kecelakaan reaktor nuklir harus terpisah dari ruang kendali utama reaktor ditempatkan di dalam dan di luar tapak, dan harus dapat

- 1) berfungsi untuk tempat pertemuan bagi petugas penanggulangan dalam hal terjadi kedaruratan;
- 2) menyediakan informasi mengenai parameter instalasi yang penting dan kondisi radiologi di instalasi dan di wilayah sekitar tapak;
- 3) menyediakan sarana komunikasi dengan ruang kendali utama, dengan ruang kendali tambahan dan titik-titik penting lainnya dalam reaktor, dan dengan organisasi penanggulangan di dalam dan di luar tapak; serta
- 4) menyediakan ventilasi darurat dengan pasokan udara tersendiri, logistik, dan sarana layanan lain untuk kebutuhan selama paling singkat tiga hari.

Peralatan, sementara itu, harus diletakkan atau disediakan sehingga dapat digunakan secara efektif dalam kondisi kedaruratan yang diperkirakan akan timbul. Peralatan meliputi paling sedikit peralatan deteksi dini dan alarm, pemantauan radiologi, dekontaminasi, medis kedaruratan, pemadam kebakaran, peralatan proteksi petugas penanggulangan dan pekerja lain, komunikasi, dan/atau penanganan limbah radioaktif. Selain itu, pemegang izin pemanfaatan nuklir dengan kategori bahaya radiologi I dan II juga harus memiliki peralatan proteksi dan persediaan tablet yodium untuk anggota masyarakat di dalam tapak.

d. Prosedur Penanggulangan

Dalam hal prosedur penanggulangan, pemegang izin harus menetapkan prosedur penanggulangan yang disusun berdasar uraian potensi bahaya radiasi yang dilengkapi dengan instruksi kerjanya. Pemegang izin pemanfaatan reaktor nuklir juga harus menyediakan perangkat analisis dan program komputer yang harus divalidasi sebelum digunakan dan diuji dengan simulasi keadaan darurat di lapangan.

e. Pelatihan dan Gladi Kedaruratan Nuklir

Dalam hal pelatihan dan gladi kedaruratan nuklir, pemegang izin harus melaksanakan pelatihan dan/atau gladi kedaruratan paling sedikit sekali dalam setahun. Pelatihan dan/atau gladi ini harus melibatkan semua infrastruktur dan fungsi penanggulangan yang dimiliki.

Pemegang izin pemanfaatan nuklir dengan kategori bahaya radiologi I dan II wajib mengikuti pelatihan dan/atau gladi kedaruratan nuklir di luar tapak paling sedikit sekali dalam 2 tahun dengan melibatkan instansi lain yang terkait. Pemegang izin dua kategori ini juga wajib mengikuti pelatihan dan/atau gladi di tingkat nasional paling sedikit sekali dalam empat tahun dengan melibatkan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan instansi lain yang terkait.

2. Penanggulangan Kedaruratan Nuklir

Penanggulangan kedaruratan nuklir dilaksanakan untuk tujuan mengendalikan situasi, mencegah atau memitigasi konsekuensi di tempat atau sumber kejadian, dan mencegah terjadinya efek deterministik terhadap kesehatan pekerja dan masyarakat. Selain itu, penanggulangan juga berfungsi untuk memberikan pertolongan pertama dan mengelola penanganan korban luka radiasi, mencegah terjadinya efek stokastik pada populasi, mencegah terjadinya efek nonradiologi pada individu dan populasi, serta melindungi harta benda dan lingkungan.

Unsur dalam tindakan penanggulangan terdiri atas

- 1) identifikasi, pelaporan, dan pengaktifan;
- 2) tindakan mitigasi;
- 3) tindakan perlindungan segera;
- 4) tindakan perlindungan untuk petugas penanggulangan, pekerja radiasi, dan masyarakat; serta
- 5) pemberian informasi dan instruksi pada masyarakat.

a. Identifikasi, Pelaporan, dan Pengaktifan

Pemegang izin harus mengidentifikasi dengan segera kedaruratan nuklir yang terjadi dan menentukan tingkat penanggulangan yang tepat sesuai dengan klasifikasi kedaruratannya. Identifikasi meliputi pendeteksian kecelakaan, klarifikasi tingkat kedaruratan, dan pemilihan peralatan yang digunakan. Identifikasi ini berguna untuk melakukan prediksi atau kajian awal mengenai luas dan besarnya lepasan radioaktif ke lingkungan; melakukan kajian lanjutan mengenai kedaruratan nuklir selama berlangsungnya kedaruratan; dan menentukan tindakan yang tepat untuk perlindungan terhadap pekerja dan masyarakat.

Untuk instalasi atau fasilitas dengan bahaya radiologi kategori I, II, atau III, klasifikasi kedaruratan meliputi

- 1) waspada (*alert*): jika berdampak dalam gedung instalasi atau fasilitas,
- 2) kedaruratan area tapak (*site emergency*): jika berdampak di dalam tapak, dan
- 3) kedaruratan umum (*general emergency*): jika berdampak sampai ke luar tapak.

Kedaruratan nuklir yang terjadi wajib dilaporkan pemegang izin kepada Kepala BAPETEN. Laporan harus disampaikan paling lama 1 jam melalui telepon, faksimili, atau surat elektronik, dan secara tertulis paling lama dua hari setelah terjadinya kedaruratan.

Segera setelah kedaruratan, pemegang izin juga harus mengaktifkan petugas penanggulangan dan melakukan langkah koordinasi untuk melaksanakan penanggulangan. Langkah koordinasi harus mampu menginformasikan dengan segera, efektif, dan aktif antarunsur penanggulangan dan/atau instansi lain yang terkait dalam melaksanakan tugas penanggulangan ini.

b. Tindakan Mitigasi

Tindakan mitigasi dilakukan untuk mencegah eskalasi bahaya radiologi; mengembalikan fasilitas atau instalasi ke keadaan selamat

dan stabil; mengurangi potensi lepasan zat radioaktif atau paparan radiasi; dan memitigasi dampak lepasan zat radioaktif atau paparan radiasi.

Pemegang izin dapat meminta bantuan teknis kepada instansi lain yang terkait untuk melaksanakan mitigasi. Untuk ini, pemegang izin harus memberikan akses segera ke fasilitas atau instalasi dan informasi tentang kondisi dalam tapak serta tindakan perlindungan yang diperlukan kepada perespons awal; menyediakan dan menyiapkan petugas penanggulangan; serta memberikan dukungan secara cepat kepada perespons awal.

Untuk mitigasi kedaruratan terkait sumber radioaktif pada radiografi industri atau radioterapi, tindakan harus mencakup akses segera ke pengkaji radiologi atau petugas proteksi radiasi yang terlatih dan terqualifikasi untuk mengkaji kedaruratan dan memitigasi setiap dampak kecelakaan. Jika terjadi kehilangan atau pemindahan secara tidak sah sumber radioaktif, pemegang izin harus segera mencarinya untuk melindungi masyarakat dan lingkungan.

c. Tindakan Perlindungan Segera

Tindakan perlindungan segera wajib dilaksanakan untuk kedaruratan yang terjadi pada instalasi atau fasilitas dalam kategori bahaya radiologi I atau II. Tindakan ini meliputi evakuasi, pemberian tempat berlindung sementara, dan penyediaan tablet yodium. Keselamatan manusia merupakan prioritas utama dalam melaksanakan tindakan perlindungan segera.

Dalam melaksanakan tindakan perlindungan segera, pemegang izin harus mendayagunakan secara efektif fasilitas umum di dalam zona tindakan pencegahan dan zona perencanaan untuk membatasi terjadinya efek deterministik parah dan untuk meminimalkan penerimaan dosis kepada masyarakat. Fasilitas umum ini dapat berupa bangunan, jaringan transportasi, dan/atau fasilitas terkait lainnya.

Yang dimaksud dengan zona tindakan pencegahan di atas adalah wilayah yang digunakan untuk melaksanakan tindakan perlindungan segera dalam rangka pencegahan sebelum atau segera setelah lepasan

zat radioaktif, sedangkan zona perencanaan adalah wilayah persiapan untuk tempat berlindung sementara, pemantauan lingkungan dan pelaksanaan tindakan perlindungan dilakukan segera berdasarkan hasil pemantauan selama beberapa jam setelah lepasan.

d. Tindakan Perlindungan untuk Petugas Penanggulangan, Pekerja, dan Masyarakat

Pemegang izin harus melindungi petugas penanggulangan, pekerja, dan masyarakat. Pemegang izin juga bertanggung jawab memberikan informasi kepada perespons awal mengenai risiko paparan radiasi dan arti tanda dan label radiasi. Dalam hal ini, perespons awal meliputi ambulans gawat darurat, kepolisian, dan pemadam kebakaran.

Dosis yang diterima petugas penanggulangan harus dikelola, dikendalikan dan dicatat. Dosis yang diterima petugas ini juga tidak boleh melebihi dosis panduan bagi petugas penanggulangan seperti diberikan pada Tabel 13.2.

Tabel 13.2 Dosis Panduan Bagi Petugas Penanggulangan

Tugas	Level (mSv)
Tindakan penyelamatan jiwa, seperti:	> 500
1. pertolongan terhadap ancaman hidup; dan	
2. pencegahan atau mitigasi terhadap kondisi yang menyebabkan kedaruratan umum di instansi atau fasilitas dengan kategori bahaya radiologi I	
Tindakan penyelamatan jiwa yang potensial, seperti:	500
1. penerapan tindakan perlindungan segera pada tapak untuk instalasi atau fasilitas dengan kategori bahaya radiologi I, II, atau III;	
2. pencegahan atau mitigasi terhadap kondisi yang membahayakan jiwa (contoh: kebakaran);	
3. pemantauan lingkungan di tempat umum di dalam zona kedaruratan nuklir untuk mengidentifikasi kebutuhan tindakan perlindungan segera; dan	
4. pelaksanaan tindakan penanggulangan segera di luar tapak untuk instalasi atau fasilitas dengan kategori bahaya radiologi I atau II.	

Tugas	Level (mSv)
<p>Tindakan untuk mencegah pengembangan kondisi katastrofik, seperti:</p> <p>pengecahan atau mitigasi kondisi sehingga menghasilkan klas waspada atau klas yang lebih tinggi untuk fasilitas atau instalasi dengan kategori bahaya radiologi II atau III, atau klas waspada atau klas kedaruratan area tapak untuk fasilitas atau instalasi dengan kategori bahaya radiologi I</p>	
<p>Tindakan untuk mencegah luka yang serius, seperti:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. pertolongan terhadap ancaman yang potensial atau luka yang serius; 2. perawatan dengan segera terhadap luka yang serius; dan 3. dekontaminasi manusia <p>Tindakan untuk menghindari dosis kolektif yang besar, seperti:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. pemantauan lingkungan di tempat umum untuk mengidentifikasi kebutuhan tindakan perlindungan atau pembatasan makanan; dan 2. pelaksanaan tindakan perlindungan dan pembatasan makanan di luar tapak 	100
<p>Intervensi tahapan kedaruratan lainnya, seperti:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. perawatan jangka panjang bagi orang yang terpapar radiasi atau terkontaminasi; 2. pengumpulan dan analisis cuplikan; 3. operasi pemulihan jangka pendek; 4. dekontaminasi lokal; dan 5. pemberian informasi kepada masyarakat 	50
<p>Operasi pemulihan, seperti:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. perbaikan fasilitas yang tidak terkait dengan keselamatan; 2. dekontaminasi skala besar; 3. penempatan limbah (waste disposal); dan 4. penanganan medis jangka panjang 	Nilai batas dosis

Sumber: Perka BAPETEN No. 1 (2010)

Pemegang izin juga bertanggung jawab melakukan penanganan terhadap pekerja dan anggota masyarakat yang terkontaminasi atau terkena paparan radiasi berlebih. Penanganan mencakup pertolongan pertama, perkiraan dosis, penyediaan layanan angkut, dan penanganan medis awal di fasilitas medis setempat terhadap pekerja dan anggota masyarakat yang terkontaminasi atau terkena paparan radiasi tinggi.

e. Pemberian Informasi dan Instruksi pada Masyarakat

Pemegang izin pemanfaatan nuklir dengan kategori bahaya radiologi I dan II wajib memberikan informasi kepada masyarakat dan instruksi kepada masyarakat mengenai adanya kedaruratan nuklir. Selama kedaruratan berlangsung, pemegang izin bertanggung jawab untuk

- 1) memberikan informasi yang berguna, tepat waktu, benar dan konsisten kepada masyarakat;
- 2) menanggapi informasi yang tidak benar dan rumor; dan
- 3) menanggapi permintaan informasi dari masyarakat, atau media informasi cetak atau elektronik.

B. Analisis

Kesiapsiagaan dan tanggap darurat nuklir merupakan salah satu subjek yang mendapat prioritas pada kerja IAEA sehingga banyak publikasi yang telah diterbitkan yang terkait dengan subjek ini. Serial standar yang telah diterbitkan adalah sebagai berikut:

- 1) *Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency* (Safety Standards Series No. GSR Part 7, 2015),
- 2) *Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency* (Safety Standards Series No. GSG-2, 2011),
- 3) *Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency* (Safety Standards Series No. GS-G-2.1, 2007), dan
- 4) *Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material* (Safety Standards Series No. TS-G-1.2 (ST-3), 2002).

Adapun dari serial "Emergency Preparedness and Response (EPR)" yang merupakan serial pedoman praktis, IAEA telah menerbitkan beberapa publikasi, antara lain,

- 1) *Joint Radiation Emergency Management Plan* (EPR-JPLAN 2013),
- 2) *Manual for First Responders to a Radiological Emergency* (EPR-FIRST RESPONDERS 2006).
- 3) *IAEA Response and Assistance Network* (EPR-RANET 2013).
- 4) *Generic Procedures for Medical Response during a Nuclear or Radiological Emergency* (EPR-MEDICAL 2005),
- 5) *Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency* (EPR-METHOD 2003),
- 6) *Lessons Learned from the Response to Radiation Emergencies* (EPR-LESSONS LEARNED 2012), dan
- 7) *Communication with the Public in a Nuclear or Radiological Emergency* (EPR-Public Communication 2012).

Di Indonesia, peraturan yang mengatur tentang isu kesiapsiagaan dan tanggap darurat nuklir ini adalah Peraturan Kepala (Perka) BAPETEN No. 1 Tahun 2010 tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir. Dalam klausul "Menimbang"-nya, disebutkan bahwa Perka ditetapkan untuk melaksanakan ketentuan Pasal 15 ayat (4) PP Nomor 43 Tahun 2006 tentang Perizinan Reaktor Nuklir.

Namun, setelah terbitnya Perka BAPETEN Nomor 1 Tahun 2010 tersebut, Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir ditetapkan, dan Bab V PP No. 54 Tahun 2012 ini juga mengatur kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir. Dengan kondisi seperti ini, Perka BAPETEN Nomor 1 Tahun 2010 selayaknya segera direvisi untuk menghindari tumpang tindih konten yang sama dengan peraturan yang lebih tinggi tersebut.

Dalam sistem yang lebih luas, kesiapsiagaan dan tanggap darurat nuklir sebenarnya merupakan bagian dari kesiapsiagaan dan tanggap darurat nasional dari berbagai sumber bencana. Hal ini diakui pula

oleh IAEA yang menyatakan, "Rencana dan prosedur untuk semua respons terhadap keadaan bahaya harus disusun dalam suatu sistem yang koheren dan saling terkait" (EPR-METHOD 2003).

Peraturan tertinggi di Indonesia yang mengatur tentang penanggulangan bencana adalah Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. UU ini dengan sangat baik mendefinisikan bencana sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Dengan definisi yang sangat umum ini, kecelakaan radiasi atau kecelakaan nuklir juga dapat termasuk di dalamnya.

Untuk melaksanakan ketentuan terkait penyelenggaraan penanggulangan bencana pada UU No. 24 Tahun 2007 tersebut, telah ditetapkan Peraturan Pemerintah No. 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana. Sayangnya, Perka BAPETEN No. 1 Tahun 2010 tidak menggunakan kedua peraturan perundang-undangan ini sebagai salah satu konsideran dalam bagian "Mengingat"-nya

Pemilihan untuk tidak mempertimbangkan baik UU No. 24 Tahun 2007 maupun PP No.21 Tahun 2008 tersebut di dalam Perka BAPETEN No. 1 Tahun 2010 memperlihatkan bahwa penyusun Perka menganggap isu nuklir merupakan *lex specialis* yang perlu diperlakukan khusus sehingga perlu peraturan tersendiri dalam hal kesiapsiagaan dan tanggap darurat nuklir. Padahal—seperti yang dinyatakan oleh IAEA—pandangan ini keliru dan kesiapsiagaan nuklir harus direncanakan sebagai bagian dari kesiapsiagaan nasional dalam menghadapi bencana.

Di masa mendatang, dengan demikian, sudah sewajarnya agar ketentuan yang terkait dengan kesiapsiagaan dan tanggap darurat nuklir tidak lagi bersifat eksklusif, tetapi diharmonisasikan dengan ketentuan terkait keadaan darurat, bahaya, atau bencana yang bersifat

nasional. Melihat daftar standar maupun pedoman yang telah disusun oleh IAEA terkait isu kesiapsiagaan dan tanggap darurat nuklir ini maka terlihat pula bahwa masih banyak tugas BAPETEN yang perlu dilakukan agar ketentuan dalam isu yang khusus ini menjadi lebih komprehensif.

Bab XIV

Pertanggungjawaban Kerugian Nuklir

Undang-undang Nomor 10 Tahun 1997 mendefinisikan kerugian nuklir sebagai

"setiap kerugian yang dapat berupa kematian, cacat, cedera atau sakit, kerusakan harta benda, pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup yang ditimbulkan oleh radiasi atau gabungan radiasi dengan sifat racun, sifat mudah meledak, atau sifat bahaya lainnya sebagai akibat kekritisan bahan bakar nuklir dalam instalasi nuklir atau selama pengangkutan, termasuk kerugian sebagai akibat tindakan preventif dan kerugian sebagai akibat atau tindakan untuk pemulihan lingkungan hidup".

Dengan definisi yang sangat luas ini, setiap kecelakaan yang melibatkan bahan nuklir dapat dimintakan pertanggungjawabannya. Ketentuan pelaksanaan UU Nomor 10 Tahun 1997 terkait kerugian nuklir diberikan oleh Peraturan Presiden Nomor 74 Tahun 2012 tentang Pertanggungjawaban Kerugian Nuklir. Perpres Nomor 74 Tahun 2012 ini juga merupakan ketentuan pelaksanaan lebih lanjut dari Peraturan Pemerintah Nomor 46 Tahun 2009 tentang Batas Pertanggungjawaban Kerugian Nuklir.

A. Peraturan Perundang-Undangan

1. Penanggung Jawab Kerugian

Penanggung jawab kerugian nuklir yang diderita pihak ketiga yang disebabkan oleh kecelakaan nuklir yang terjadi dalam instalasi nuklir adalah pemegang izin. Pemegang izin adalah orang atau perseorangan atau badan hukum yang bertanggungjawab dalam pengoperasian instalasi nuklir. Jika terdapat kecelakaan nuklir terjadi selama pengangkutan bahan bakar nuklir atau bahan bakar nuklir bekas, yang bertanggung jawab atas kerugian nuklir yang diderita oleh pihak ketiga adalah pemegang izin pengirim. Namun, pemegang izin pengirim dapat mengalihkan tanggung jawabnya kepada pemegang izin penerima atau pengusaha pengangkutan (jika secara tertulis telah diperjanjikan).

Jika pertanggungjawaban nuklir melibatkan lebih dari satu pemegang izin dan tidak mungkin menentukan secara pasti bagian kerugian nuklir yang disebabkan oleh tiap-tiap pemegang izin tersebut, pemegang izin tersebut bertanggung jawab secara bersama-sama. Dalam hal ini, pertanggungjawaban tiap-tiap pemegang izin tidak melebihi batas jumlah pertanggungjawabannya. Jika pada suatu lokasi terdapat beberapa instalasi nuklir yang dikelola oleh satu pemegang izin, pengusaha tersebut harus bertanggung jawab atas setiap kerugian nuklir yang disebabkan oleh setiap instalasi nuklir.

2. Pengecualian

Pemegang izin tidak bertanggung jawab terhadap kerugian nuklir yang disebabkan oleh kecelakaan nuklir yang merupakan akibat langsung dari pertikaian, konflik bersenjata internasional atau noninternasional, atau bencana alam dengan tingkat yang luar biasa yang melampaui batas rancangan persyaratan keselamatan yang telah ditetapkan oleh Badan Pengawas.

3. Pembebasan Tanggung Jawab

Apabila pemegang izin setelah melaksanakan tanggung jawabnya dapat membuktikan bahwa pihak ketiga yang menderita kerugian

nuklir disebabkan oleh kesengajaan penderita sendiri, pengusaha tersebut dapat dibebaskan dari tanggung jawabnya untuk membayar seluruh atau sebagian kerugian yang diderita. Jika hal itu terjadi, Pemegang izin berhak untuk menuntut kembali ganti rugi yang telah dibayarkan kepada pihak ketiga yang melakukan kesengajaan.

4. Besar Batas Pertanggungjawaban

Besar batas pertanggungjawaban pemegang izin terhadap kerugian nuklir untuk setiap kecelakaan nuklir, baik untuk setiap intalasi nuklir maupun untuk setiap pengangkutan bahan bakar nuklir atau bahan bakar nuklir bekas dapat dilihat pada Tabel XIII.1 sesuai dengan Peraturan Presiden No. 74 Tahun 2012 tentang Pertanggungjawaban Kerugian Nuklir. Jumlah pertanggungjawaban hanya digunakan untuk pembayaran kerugian nuklir, tidak termasuk bunga dan biaya perkara.

Sebelumnya, dalam UU No. 10 Tahun 1997 batas pertanggungjawaban kerugian nuklir telah ditetapkan sebesar Rp900.000.000.000,00 (sembilan ratus miliar rupiah). Karena sudah tidak sesuai lagi dengan nilai mata uang rupiah, berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 46 Tahun 2009 batas pertanggungjawaban kerugian nuklir tersebut telah diubah menjadi Rp4.000.000.000.000,00 (empat triliun rupiah). Peraturan Presiden No. 74 Tahun 2012 yang disinggung tersebut masih memberikan batas pertanggungjawaban kerugian nuklir yang sama, tetapi diberi tambahan batas pertanggungjawaban kerugian nuklir untuk berbagai kategori reaktor nuklir, instalasi dan fasilitas nuklir, serta jenis bahan bakar nuklir yang diangkut.

Apabila jumlah pertanggungan berkurang karena telah digunakan untuk membayar kerugian nuklir, pemegang izin wajib menjaga agar jumlah pertanggungan tetap sesuai dengan jumlah yang tertera pada Tabel 14.1. Apabila perjanjian pertanggungan telah berakhir atau batal karena suatu sebab lain, pemegang izin tersebut wajib segera memperbarui perjanjian pertanggungannya. Demikian pula apabila pemegang izin belum memperbarui perjanjian pertanggungannya dan terjadi kecelakaan nuklir, pengusaha tersebut tetap bertanggung jawab atas kerugian nuklir yang terjadi.

Tabel 14.1 Besar Batas Pertanggungjawaban Kerugian Nuklir

No.	Kategori	Besar Batas Pertanggungjawaban (Rp)
1.	Reaktor daya komersial dengan daya lebih dari 2.000 Mwe	4.000.000.000.000,00
2.	Reaktor daya komersial dengan daya lebih dari 1.500 MWe sampai dengan 2.000 Mwe	2.000.000.000.000,00
3.	Reaktor daya komersial dengan daya lebih dari 1.000 MWe sampai dengan 1.500 Mwe	1.000.000.000.000,00
4.	Reaktor daya komersial dengan daya lebih dari 500 MWe sampai dengan 1.000 Mwe	500.000.000.000,00
5.	Reaktor daya komersial dengan daya sampai dengan 500 Mwe	250.000.000.000,00
6.	Reaktor daya nonkomersial	75.000.000.000,00
7.	Reaktor nondaya komersial	100.000.000.000,00
8.	Reaktor nondaya nonkomersial dengan daya lebih dari 30 MWt	50.000.000.000,00
9.	Reaktor nondaya nonkomersial dengan daya lebih dari 10 MWt sampai dengan 30 MWt	25.000.000.000,00
10.	Reaktor nondaya nonkomersial dengan daya lebih dari 2 MWt sampai dengan 10 MWt	10.000.000.000,00
11.	Reaktor nondaya nonkomersial dengan daya sampai dengan 2 MWt	5.000.000.000,00
12.	Instalasi fabrikasi bahan bakar nuklir	5.000.000.000,00
13.	Fasilitas penyimpanan bahan bakar nuklir bekas	5.000.000.000,00
14.	Pengangkutan bahan bakar nuklir	1.000.000.000,00
15.	Pengangkutan bahan bakar nuklir bekas	1.000.000.000,00

Sumber: PP No. 74 (2012)

5. Jaminan Keuangan

Kewajiban Pemegang izin dalam mempertanggungjawabkan pertanggungjawabannya dapat melalui asuransi atau jaminan keuangan lainnya. Asuransi atau jaminan keuangan lainnya ini harus dibuktikan dalam bentuk polis asuransi atau dokumen jaminan keuangan lainnya dan setiap saat harus tersedia selama bahan bakar nuklir dan/atau bahan bakar nuklir bekas menjadi tanggung jawab pemegang izin.

Salinan asli polis asuransi atau dokumen lainnya seperti tersebut di atas wajib disampaikan pada saat pengajuan permohonan izin komisioning oleh pemegang izin kepada Kepala BAPETEN disertai dengan dokumen pendukung sebagai bukti jaminan keuangan untuk pertanggungjawaban kerugian nuklir. Jika terjadi perubahan atau perpanjangan polis asuransi atau jaminan keuangan lainnya, pemegang izin wajib menyampaikan salinan asli perubahan atau perpanjangan polis asuransi atau jaminan keuangan lainnya kepada Kepala BAPETEN paling lama tujuh hari setelah pemegang izin menerima polis asli perubahan atau perpanjangan polis asuransi atau dokumen jaminan keuangan lainnya.

Dalam hal kecelakaan nuklir yang terjadi selama pengangkutan bahan bakar nuklir atau bahan bakar nuklir bekas, pertanggungjawaban kerugian nuklir oleh pemegang izin pengirim dilakukan pula melalui asuransi atau jaminan keuangan lainnya, yang harus dibuktikan dalam bentuk polis asuransi atau dokumen jaminan keuangan lainnya. Mekanisme yang diuraikan untuk pemegang izin tersebut berlaku juga bagi pemegang izin pengirim. Asuransi atau jaminan keuangan lainnya ini berlaku sejak pengangkutan dari lokasi pengirim sampai dengan bahan bakar nuklir atau bahan bakar nuklir bekas diterima oleh Pemegang izin penerima.

Perusahaan asuransi yang menanggung ganti rugi nuklir yang disebabkan kecelakaan nuklir wajib melakukan pembayaran ganti rugi selama paling lama 7 hari setelah diterbitkan pernyataan adanya kecelakaan nuklir oleh Badan Pengawas. Pernyataan Badan Pengawas ini wajib diterbitkan selambat-lambatnya 3 hari sejak terjadinya kecelakaan nuklir.

Dalam hal terjadi kecelakaan nuklir pada instalasi nuklir dan/ atau selama pengangkutan bahan bakar nuklir atau bahan bakar nuklir bekas yang dimiliki oleh instansi pemerintah yang bukan badan usaha milik negara (BUMN), pembayaran ganti rugi kepada pihak ketiga ditanggung oleh pemerintah. Dana untuk pembayaran ganti rugi ini dialokasikan oleh pemerintah dalam bentuk dana kontingensi.

6. Kedaluwarsa

Hak menuntut ganti rugi akibat kecelakaan nuklir kedaluwarsa apabila tidak diajukan dalam waktu 30 tahun terhitung sejak diterbitkan pernyataan badan pengawas. Apabila kerugian nuklir akibat kecelakaan nuklir melibatkan bahan nuklir yang dicuri, hilang, atau ditelantarkan, jangka waktu untuk menuntut ganti rugi dihitung dari saat terjadinya kecelakaan nuklir dengan ketentuan jangka waktu itu tidak boleh melebihi 40 tahun terhitung sejak bahan nuklir dicuri, hilang, atau ditelantarkan.

Hak untuk menuntut ganti rugi harus diajukan dalam jangka waktu 3 tahun setelah penderita mengetahui atau patut mengetahui kerugian nuklir yang diderita dan pemegang izin yang bertanggung jawab dengan ketentuan jangka waktu tersebut tidak boleh melebihi jangka waktu 30 dan 40 tahun tersebut.

7. Tempat Kedudukan Pengadilan

Pengadilan negeri yang berwenang memeriksa dan mengadili tuntutan ganti rugi adalah sebagai berikut:

- 1) pengadilan negeri tempat kecelakaan nuklir terjadi, dan
- 2) Pengadilan Negeri Jakarta Pusat dalam hal terjadi kecelakaan nuklir selama pengangkutan bahan bakar nuklir atau bahan bakar nuklir bekas di luar wilayah negara Republik Indonesia.

B. Analisis

Dari sisi internasional, dokumen standar IAEA terkait keselamatan pengangkutan sumber radioaktif yang relevan, antara lain, adalah SSR-6 (Rev.1), *Regulation for the Safe Transport of Radioactive Material (2018 Edition)* (IAEA, 2012b). Secara internasional, pertanggungjawaban nuklir telah diatur oleh suatu konvensi yang disebut sebagai Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage. Konvensi ini diadopsi pada tanggal 21 Mei 1963 dan berlaku sejak 12 November 1977 atau tiga bulan setelah didepositkannya instrumen ratifikasi dengan Direktur Jenderal IAEA oleh negara

kelima yang meratifikasinya. Cukup mengherankan bahwa meskipun telah memiliki Peraturan Presiden No. 74 Tahun 2012 tentang Pertanggungjawaban Kerugian Nuklir, Indonesia sampai tahun 2017 masih belum menandatangani konvensi ini.

Dalam Konvensi Pertanggungjawaban Kerugian Nuklir diatur bahwa operator atau pemegang izin harus bertanggung jawab atas kerugian nuklir setelah dapat dibuktikan bahwa kerugian diakibatkan oleh kecelakaan nuklir sebagai berikut:

- 1) terjadi di instalasi nuklirnya;
- 2) melibatkan bahan nuklir yang berasal dari atau bermula di instalasi nuklirnya dan terjadi hal-hal, berikut:
 - a) sebelum pertanggungjawaban terkait kecelakaan nuklir yang melibatkan bahan nuklir dianggap telah berlangsung, sesuai dengan pernyataan yang tertuang dalam kontrak tertulis, oleh pemegang izin dari instalasi nuklir lainnya,
 - b) jika tidak ada pernyataan tersebut, sebelum pemegang izin lain mengambil alih tanggung jawab atas bahan nuklirnya, atau
 - c) jika bahan nuklir dimaksudkan untuk digunakan di reaktor nuklir yang sarana pengangkutannya diberi perlengkapan untuk digunakan sebagai sumber daya, baik untuk propulsi atau tujuan lain, sebelum petugas yang berwenang diberi tanggung jawab atas bahan nuklir tersebut, tetapi
 - d) jika bahan nuklir telah dikirim ke seseorang yang berada di wilayah negara non-pihak dari Konvensi sebelum dibongkar dari sarana pengangkutannya walau telah tiba di wilayah negara non-pihak dari Konvensi;
- 3) melibatkan bahan nuklir yang dikirim ke instalasi nuklirnya dan terjadi hal-hal, seperti
 - a) setelah pertanggungjawaban terkait kerugian nuklir yang melibatkan bahan nuklir diserahkan kepadanya, sesuai dengan pernyataan yang tertuang dalam kontrak tertulis oleh pemegang izin dari instalasi nuklir lainnya,

- b) jika tidak ada pernyataan tersebut, setelah yang bersangkutan bertanggungjawab atas bahan nuklir, atau
- c) setelah yang bersangkutan mengambil alih tanggung jawab bahan nuklir dari pemegang izin yang sarana pengangkutannya diberi perlengkapan untuk digunakan sebagai sumber daya baik untuk propulsi atau tujuan lain, tetapi
- d) jika bahan nuklir telah dikirim dari seseorang di dalam wilayah negara nonpihak Konvensi, dengan persetujuan tertulis pemegang izin, hanya setelah dimuatkan ke sarana transportasi yang perlu dibawa dari wilayah negara tersebut.

Besar batas pertanggungjawaban kerugian nuklir yang diberikan pada konvensi adalah USD 5 juta untuk setiap kecelakaan nuklir. Batas ini tidak termasuk setiap bunga atau biaya yang dibebankan oleh pihak pengadilan untuk kompensasi terhadap kerugian nuklir yang terjadi. Besar batas pertanggungjawaban tersebut setara dengan nilai emas pada tanggal 29 April 1963, yaitu US\$35 per satu troy ons emas murni.

Bab XV

Penutup

Ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) nuklir merupakan salah satu cabang iptek yang terus berkembang. Karena itu, aspek hukum dari iptek nuklir ini juga harus terus-menerus diperbaharui. Dari semua uraian pada buku ini, secara umum dapat dikatakan bahwa peraturan ketenaganukliran di Indonesia telah selaras dengan standar yang direkomendasikan oleh IAEA.

Pada akhir setiap bab telah diberikan analisis terkait kandungan peraturan pada bab yang bersangkutan. Meskipun demikian, ada beberapa catatan terakhir yang perlu pula mendapat perhatian, yaitu sebagai berikut.

- 1) Diulang-ulangnya persyaratan izin pada setiap peraturan Kepala BAPETEN terkait pemanfaatan atau keselamatan, seperti pada tiga peraturan terkait aplikasi di bidang medis, sementara secara khusus telah ada Peraturan Pemerintah tersendiri mengenai perizinan pemanfaatan, yaitu PP Nomor 29 Tahun 2008. Sebaiknya semua ketentuan terkait perizinan hanya ada di satu peraturan, sedangkan peraturan yang spesifik satu aplikasi hanya mengatur aspek teknis keselamatannya saja.

- 2) Sama dengan persyaratan izin yang selalu diulang, persyaratan keselamatan radiasi juga diulang-ulang pada tiga peraturan terkait aplikasi di bidang medis. Sekali lagi, persyaratan keselamatan radiasi ini cukup diatur di satu peraturan tersendiri atau dalam hal ini yang sudah ada adalah Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013.
- 3) Adanya perbedaan suatu nilai batas yang ditetapkan pada satu peraturan dengan yang ditetapkan pada peraturan lain. Hal ini dapat dilihat pada nilai pembatas dosis untuk anggota masyarakat yang ditetapkan pada Perka BAPETEN Nomor 8 Tahun 2011, yaitu sebesar 0,5 mSv per tahun, sementara pada Perka BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 ditetapkan sebesar 0,3 mSv per tahun.

Terlepas dari beberapa kekurangan yang disampaikan pada buku ini, hukum ketenaganukliran yang berlaku saat ini di Indonesia telah cukup komprehensif. Dengan menerapkan semua peraturan yang telah ada, kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia diyakini dapat berlangsung dengan aman dan selamat.

Meski demikian, ada catatan yang perlu ditambahkan dalam hal ini. Pada disertasinya untuk memperoleh gelar doktor ilmu hukum, Pasaribu (2016) menyatakan adanya tiga kelemahan dalam kebijakan hukum pidana terkait ketenaganukliran pada tahap formulasi, yaitu lemahnya perumusan tindak pidana, lemahnya perumusan pertanggungjawaban pelaku tindak pidana, dan lemahnya perumusan sanksi pidana yang dapat diterapkan. Karena hal ini, kebijakan formulasi hukum pidana di bidang ketenaganukliran saat ini dapat dikatakan belum memadai dalam memberikan perlindungan dan kesejahteraan masyarakat.

Daftar Pustaka

- Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (t.t.-a). *B@LIS online*. Diakses pada 12 April 2023, dari <https://balis.bapeten.go.id/frontend2/public/>
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (t.t.-b). *B@LIS online: Fasilitas industri dan medik*. Diakses pada 12 April 2023, dari <https://balis.bapeten.go.id/frontend2/public/faq?jenis=frzr>
- International Atomic Energy Agency (1996). *International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources*.
https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_152685/lang--en/index.htm
- International Atomic Energy Agency (2005). *Categorization of radioactive sources*.
<https://www.iaea.org/publications/7237/categorization-of-radioactive-sources>
- International Atomic Energy Agency. (2009). *Classification of Radioactive Waste*.
<https://www.iaea.org/publications/8154/classification-of-radioactive-waste>
- International Atomic Energy Agency (2012a). *Guidance on the import and export of radioactive sources* (2012 ed).
https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/8901_web.pdf

- International Atomic Energy Agency (2012b). *Regulations for the safe transport of radioactive material* (2018 ed).
<https://www.iaea.org/publications/12288/regulations-for-the-safe-transport-of-radioactive-material>
- International Atomic Energy Agency (2014). *Radiation protection and safety of radiation sources: International basic safety standard*
<https://www.iaea.org/publications/8930/radiation-protection-and-safety-of-radiation-sources-international-basic-safety-standards>
- International Atomic Energy Agency (2015a). *Preparedness and response for a nuclear or radiological emergency*.
<https://www.iaea.org/publications/10905/preparedness-and-response-for-a-nuclear-or-radiological-emergency>.
- International Atomic Energy Agency (2016a). *Governmental, legal and regulatory framework for safety*.
<https://www.iaea.org/publications/10883/governmental-legal-and-regulatory-framework-for-safety>
- International Atomic Energy Agency (2016b). *Leadership and management for safety*.
<https://www.iaea.org/publications/11070/leadership-and-management-for-safety>
- International Atomic Energy Agency (2018a). *Arrangements for the termination of a nuclear or radiological emergency*.
<https://www.iaea.org/publications/12269/arrangements-for-the-termination-of-a-nuclear-or-radiological-emergency>.
- International Atomic Energy Agency (2018b). *Radiation protection and safety in medical uses of ionizing radiation*.
<https://www.iaea.org/publications/11102/radiation-protection-and-safety-in-medical-uses-of-ionizing-radiation>
- International Atomic Energy Agency (2018c). *Technical and Scientific scientific support organizations providing support to regulatory functions* (IAEA-TECDOC 1835).
<https://www.iaea.org/publications/12267/technical-and-scientific-support-organizations-providing-support-to-regulatory-functions>
- International Atomic Energy Agency (2018d). *Organization, management and staffing of the regulatory body for safety*.
<https://www.iaea.org/publications/12272/organization-management-and-staffing-of-the-regulatory-body-for-safety>
- International Atomic Energy Agency (2018e). *Functions and processes of the regulatory body for safety*.

- <https://www.iaea.org/publications/12271/functions-and-processes-of-the-regulatory-body-for-safety>
- International Atomic Energy Agency (2019a). *Communication received from the Permanent Mission of Kazakhstan to the International Atomic Energy Agency regarding Certain Member States' Guidelines for the Export of Nuclear Material, Equipment and Technology*. (INFCIRC/254/Rev.14/Part 1).
<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1978/infcirc254r14p1.pdf>
- International Atomic Energy Agency (2019b). *Handbook for regulatory inspectors of nuclear power plants* (IAEA-TECDOC-1867).
<https://www.iaea.org/publications/13514/handbook-for-regulatory-inspectors-of-nuclear-power-plants>
- International Atomic Energy Agency (2021). *National nuclear security threat assessment, design basis threats and representative threat statements*. (IAEA Nuclear Security Series No. 10-G (Rev.1)).
<https://www.iaea.org/publications/13618/national-nuclear-security-threat-assessment-design-basis-threats-and-representative-threat-statements>
- International Atomic Energy Agency IAEA. (2022a). *IAEA nuclear safety and security glossary* (2022 interim ed.).
<https://www.iaea.org/publications/15236/iaea-nuclear-safety-and-security-glossary>
- International Atomic Energy Agency (2022b). *Communication received from the permanent mission of the Argentine Republic to the International Atomic Energy Agency regarding certain member states' guidelines for transfers of nuclear-related dual-use equipment, materials, software and related technology*.
<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1978/infcirc254r12p2.pdf>
- International Commission on Radiological Protection (2007). The 2007 recommendations of the international commission on radiological protection (ICRP Publication 103). *Ann. ICRP*, 37(2–4). (2007).
<https://icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20103>
- Keputusan Presiden Nomor 103 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Lembaga Pemerintah Non Departemen. (2001).
<https://jdih.kemenkeu.go.id/FullText/2001/103TAHUN2001Kpres.HTM>

- Keppres Nomor 3 Tahun 2002 tentang Perubahan atas Keputusan Presiden Nomor 103 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Lembaga Pemerintah Non Departemen. (2002).
<https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/204491/keppres-no-3-tahun-2022>
- Pasaribu, R. (2016). *Rekonstruksi kebijakan formulasi hukum pidana di bidang ketenaganukliran yang mewujudkan perlindungan dan kesejahteraan masyarakat* [Disertasi]. Universitas Sebelas Maret
<https://core.ac.uk/download/211753116.pdf>
- Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir. (2008).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-pemerintah-nomor-29-tahun-2008-tentang-perizinan-pemanfaatan-sumber-radiasi-pengion-dan-bahan-nuklir>
- Peraturan Pemerintah Nomor 46 Tahun 2009 tentang Batas Pertanggungjawaban Kerugian Nuklir. (2009).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-pemerintah-nomor-46-tahun-2009-tentang-batas-pertanggungjawaban-kerugian-nuklir>
- Peraturan Pemerintah Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir. (2012).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-pemerintah-nomor-54-tahun-2012-tentang-keselamatan-dan-keamanan-instalasi-nuklir>
- Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahun 2013 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif. (2013).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-pemerintah-nomor-61-tahun-2013-tentang-pengelolaan-limbah-radioaktif>
- Peraturan Pemerintah Nomor 2 Tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir. (2014).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-pemerintah-no-2-tahun-2014-tentang-perizinan-instalasi-nuklir-dan-pemanfaatan-bahan-nuklir>
- Peraturan Pemerintah Nomor 58 Tahun 2015 tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan Dalam Pengangkutan Zat Radioaktif. (2015).

- <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-pemerintah-nomor-58-tahun-2015-tentang-keselamatan-radiasi-dan-keamanan-dalam-pengangkutan-zat-radioaktif>
- Peraturan Pemerintah Nomor 5 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko. (2021).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-pemerintah-no-5-tahun-2021-tentang-penyelenggaraan-perizinan-berusaha-berbasis-resiko>
- Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2022 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berlaku pada Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (2022).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-pemerintah-no-42-tahun-2022-tentang-jenis-dan-tarif-atas-jenis-penerimaan-negara-bukan-pajak-yang-berlaku-pada-badan-pengawas-tenaga-nuklir>
- Peraturan Pemerintah Nomor 52 Tahun 2022 tentang Keselamatan dan Keamanan Pertambangan Bahan Galian Nuklir. (2022).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-pemerintah-no-52-tahun-2022-tentang-keselamatan-dan-keamanan-pertambangan-bahan-galian-nuklir>
- Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pngion dan Keamanan Zat Radioaktif
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-pemerintah-no-45-tahun-2023-tentang-keselamatan-radiasi-pngion-dan-keamanan-zat-radioaktif>
- Peraturan Presiden Nomor 145 Tahun 2015 tentang Perubahan Kedelapan atas Keputusan Presiden Nomor 103 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Lembaga Pemerintah Non Kementerian. (2015).
<https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/41905/perpres-no-145-tahun-2015>
- Peraturan Presiden Nomor 31 Tahun 2021 tentang Penataan Tugas dan Fungsi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi dan Kementerian Investasi/Badan Koordinasi Penanaman Modal Pada kabinet Indonesia Maju Periode Tahun 2019-2024. (2021).
https://jdih.setkab.go.id/PUUdoc/176431/Perpres_Nomor_31_Tahun_2021.pdf
- Peraturan Presiden Nomor 62 Tahun 2021 tentang Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2021).

- <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/173504/perpres-no-62-tahun-2021>
- Peraturan Presiden Nomor 78 Tahun 2021 tentang Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2021).
https://jdih.setkab.go.id/PUUdoc/176530/Perpres_Nomor_78_Tahun_2021.pdf
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020 tentang Pelayanan Radiologi Klinik. (2020).
<https://peraturan.go.id/common/dokumen/bn/2020/bn1058-2020.pdf>
- Peraturan Menteri Keuangan Republik Indonesia Nomor 137/PMK.02/2021 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Bersifat Volatil dan Kebutuhan Mendesak pada Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (2021).
<https://jdih.kemenkeu.go.id/download/9733a2db-40c7-4271-8db5-6a4ff42b0f14/137~PMK.02~2021Per.pdf>
- Peraturan Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM) No. 4 Tahun 2021 tentang Pedoman dan Tata Cara Pelayanan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko dan Fasilitas Penanaman Modal. (2021).
<https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/168903/peraturan-bkpm-no-4-tahun-2021>
- Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 2 Tahun 2018 tentang Uji Kesesuaian Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensial. (2018).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-2-tahun-2018-tentang-uji-kesesuaian-pesawat-sinar-x-radiologi-diagnostik-dan-intervensial>
- Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensial. (2020).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-badan-pengawas-tenaga-nuklir-no-4-tahun-2020-tentang-keselamatan-radiasi-pada-penggunaan-pesawat-sinar-x-dalam-radiologi-diagnostik-dan-intervensial>
- Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 7 Tahun 2020 tentang Ketentuan Keselamatan dan Tata Laksana Pengangkutan Zat Radioaktif (2020).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-no-7-tahun-2020-tentang-ketentuan-keselamatan-dan-tata-laksana-pengangkutan-zat-radioaktif>

- Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2020 tentang Sistem Manajemen Keamanan Informasi di Lingkungan Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (2020).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-badan-pengawas-tenaga-nuklir-no-8-tahun-2020-tentang-sistem-manajemen-keamanan-informasi-di-lingkungan-badan-pengawas-tenaga-nuklir>
- Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 9 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (2020).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-badan-pengawas-tenaga-nuklir-no-9-tahun-2020-tentang-organisasi-dan-tata-kerja-badan-pengawas-tenaga-nuklir>
- Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 3 Tahun 2021 tentang Standar Kegiatan Usaha dan Standar Produk pada Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenaganukliran. (2021).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-no-3-tahun-2021-tentang-standar-kegiatan-usaha-dan-standar-produk-pada-penyelenggaraan-perizinan-berusaha-berbasis-risiko-sektor-ketenaganukliran>
- Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 1 Tahun 2022 tentang Penatalaksanaan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenaganukliran. (2022).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-no-1-tahun-2022-tentang-penatalaksanaan-perizinan-berusaha-berbasis-risiko-sektor-ketenaganukliran>
- Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 2 Tahun 2022 tentang Perubahan atas Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 2 Tahun 2018 tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensial. (2022).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-badan-no-2-tahun-2022-tentang-perubahan-atas-peraturan-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-2-tahun-2018-tentang-uji-kesesuaian-pesawat-sinar-x-radiologi-diagnostik-dan-intervensial>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 3 Tahun 2006 tentang Perizinan Instalasi Nuklir Nonreaktor. (2006).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-3-tahun-2006-tentang-perizinan-instalasi-nuklir-nonreaktor>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 7 Tahun 2007 tentang Keamanan Sumber Radioaktif. (2007).

- <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-7-tahun-2007-tentang-keamanan-sumber-radioaktif>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 1 Tahun 2009 tentang Ketentuan Sistem Proteksi Fisik Instalasi dan Bahan Nuklir. (2009).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-1-tahun-2009-tentang-ketentuan-sistem-proteksi-fisik-instalasi-dan-bahan-nuklir>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 1 Tahun 2010 tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir. (2010).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-no-1-tahun-2010-tentang-kesiapsiagaan-dan-penanggulangan-kedaruratan-nuklir>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2010 tentang Sistem Manajemen Fasilitas dan Kegiatan Pemanfaatan Tenaga Nuklir. (2010).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-4-tahun-2010-tentang-sistem-manajemen-fasilitas-dan-kegiatan-pemanfaatan-tenaga-nuklir>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2011 tentang Sistem Seifgard. (2011).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-no-4-tahun-2011-tentang-sistem-seifgard>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 16 Tahun 2012 tentang Tingkat Klierens. (2012).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-16-tahun-2012-tentang-tingkat-klierens>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 17 Tahun 2012 tentang Keselamatan Radiasi dalam Kedokteran Nuklir. (2012).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-no-17-tahun-2012-tentang-keselamatan-radiasi-dalam-kedokteran-nuklir>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 3 Tahun 2013 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Radioterapi. (2013).

- <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-3-tahun-2013-tentang-keselamatan-radiasi-dalam-penggunaan-radioterapi>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir. (2013).
- <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-no-4-tahun-2013-tentang-keselamatan-radiasi-dalam-pemanfaatan-tenaga-nuklir>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 7 Tahun 2013 tentang Nilai Batas Radioaktivitas Lingkungan. (2013).
- <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-7-tahun-2013-tentang-nilai-batas-radioaktivitas-lingkungan>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 17 Tahun 2013 tentang Keselamatan Radiasi dalam Kegiatan Impor, Ekspor, dan Pengalihan Barang Konsumen. (2013).
- <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-17-tahun-2013-tentang-keselamatan-radiasi-dalam-kegiatan-impor-ekspor-dan-pengalihan-barang-konsumen>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 3 Tahun 2014 tentang Penyusunan Dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Bidang Ketenaganukliran. (2014).
- <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-3-tahun-2014-tentang-penyusunan-dokumen-analisis-mengenai-dampak-lingkungan-bidang-ketenaganukliran>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 14 Tahun 2014 tentang Sistem Manajemen Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (2014).
- <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-14-tahun-2014-tentang-sistem-manajemen-badan-pengawas-tenaga-nuklir>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 6 Tahun 2015 tentang Keamanan Sumber Radioaktif. (2015).
- <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-no-6-tahun-2015-tahun-2015-tentang-keamanan-sumber-radioaktif>

- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2016 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif Tingkat Rendah dan Tingkat Sedang. (2016).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-no-8-tahun-2016-tahun-2016-tentang-pengolahan-limbah-radioaktif-tingkat-rendah-dan-tingkat-sedang>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 1 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Inspeksi dalam Pengawasan Pemanfaatan Tenaga Nuklir. (2017).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-no-1-tahun-2017-tahun-2017-tentang-pelaksanaan-inspeksi-dalam-pengawasan-pemanfaatan-tenaga-nuklir>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 2 Tahun 2017 tentang Larangan dan Pembatasan Impor dan Ekspor Barang Konsumen, Sumber Radiasi Pengion, dan Bahan Nuklir. (2017).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-no-2-tahun-2017-tahun-2017-tentang-larangan-dan-pembatasan-impor-dan-ekspor-barang-konsumen-sumber-radiasi-pengion-dan-bahan-nuklir>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran. (1997).
<https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/undang-undang-republik-indonesia-nomor-10-tahun-1997-tentang-ketenaganukliran>

Daftar Lampiran

Lampiran 1

Daftar Legislasi Nasional Ketenaganukliran

A. Undang-Undang

Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran.

B. Peraturan Pemerintah

- 1) Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir.
- 2) Peraturan Pemerintah Nomor 46 Tahun 2009 tentang Batas Pertanggungjawaban Kerugian Nuklir.
- 3) Peraturan Pemerintah Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir.

- 4) Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahun 2013 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif.
- 5) Peraturan Pemerintah Nomor 2 Tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir.
- 6) Peraturan Pemerintah Nomor 58 Tahun 2015 tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif.
- 7) PP Nomor 52 Tahun 2022 tentang Keselamatan dan Keamanan Pertambangan Bahan Galian Nuklir.
- 8) Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif.

C. Peraturan Kepala BAPETEN/Peraturan BAPETEN

- 1) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 07/Ka-BAPETEN/V-99 tentang Jaminan Kualitas Instalasi Nuklir.
- 2) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 01-P/Ka-BAPETEN/VI-99 tentang Pedoman Penentuan Tapak Reaktor Nuklir.
- 3) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 11/Ka-BAPETEN/VI-99 tentang Izin Konstruksi dan Operasi Iradiator.
- 4) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 12/Ka-BAPETEN/VI-99 tentang Ketentuan Keselamatan Kerja Penambangan dan Pengolahan Bahan Galian Radioaktif.
- 5) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 14/Ka-BAPETEN/VI-99 tentang Ketentuan Keselamatan Pabrik Kaos Lampu.
- 6) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 05-P/Ka-BAPETEN/VII-00 tentang Pedoman Persyaratan untuk Keselamatan Pengangkutan Zat Radioaktif.
- 7) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 06-P/Ka-BAPETEN/XI-00 tentang Pedoman Pembuatan Laporan Analisis Keselamatan.
- 8) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 07-P/Ka-BAPETEN/I-02 tentang Pedoman Dekomisioning Fasilitas Medis, Industri dan Penelitian Serta Instalasi Nuklir Non-Reaktor.
- 9) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 21/Ka-BAPETEN/XII-02 tentang Program Jaminan Kualitas Instalasi Radioterapi.

- 10) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 01-P/Ka-BAPETEN/I-03 tentang Pedoman Dosis Pasien Radiodiagnostik.
- 11) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 02-P/Ka-BAPETEN/I-03 tentang Sistem Pelayanan Pemantauan Dosis Eksterna Perorangan.
- 12) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 03-P/Ka-BAPETEN/I-03 tentang Persyaratan Laboratorium Uji Bungkusan Zat Radioaktif Tipe A dan Tipe B.
- 13) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 04-P/Ka-BAPETEN/I-03 tentang Pedoman Pelatihan Operator dan Supervisor Reaktor Nuklir.
- 14) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2006 tentang Laboratorium Dosimetri, Kalibrasi Alat Ukur Radiasi dan Keluaran Sumber Radiasi Terapi, dan Standardisasi Radionuklida.
- 15) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 3 Tahun 2006 tentang Perizinan Instalasi Nuklir Nonreaktor.
- 16) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 10 Tahun 2006 Pedoman Penyusunan Laporan Analisis Keselamatan Instalasi Nuklir Nonreaktor.
- 17) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 9 Tahun 2006 tentang Pelaksanaan Protokol Tambahan pada Sistem Pertanggungjawaban dan Pengendalian Bahan Nuklir.
- 18) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2007 tentang Keamanan Sumber Radioaktif.
- 19) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 11 Tahun 2007 tentang Ketentuan Keselamatan Instalasi Nuklir Non Reaktor.
- 20) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2008 tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya untuk Aspek Kegempaan.
- 21) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 2 Tahun 2008 tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya untuk Aspek Kegunungapian.
- 22) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 3 Tahun 2008 tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya untuk Aspek Penentuan Dispersi Zat Radioaktif di Udara dan Air, dan Pertimbangan Distribusi Penduduk di Sekitar Tapak Reaktor Daya.

- 23) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2008 tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya untuk Aspek Geoteknik dan Fondasi Reaktor Daya.
- 24) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 5 Tahun 2008 tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya untuk Aspek Meteorologi.
- 25) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 6 Tahun 2008 tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya untuk Aspek Kejadian Eksternal Akibat Ulah Manusia.
- 26) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2008 tentang Ketentuan Keselamatan Manajemen Penuaan Reaktor Nondaya.
- 27) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 9 Tahun 2008 tentang Penyusunan dan Format Deklarasi dalam Pelaksanaan Protokol Tambahan pada Sistem Pertanggungjawaban dan Pengendalian Bahan Nuklir.
- 28) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 10 Tahun 2008 tentang Izin Bekerja Petugas Instalasi dan Bahan Nuklir.
- 29) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2009 tentang Ketentuan Sistem Proteksi Fisik Instalasi dan Bahan Nuklir.
- 30) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 2 Tahun 2009 tentang Penyusunan Daftar Informasi Desain.
- 31) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 3 Tahun 2009 tentang Batasan dan Kondisi Operasi dan Prosedur Operasi Reaktor Daya.
- 32) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2009 tentang Dekomisioning Reaktor Nuklir.
- 33) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 5 Tahun 2009 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Zat Radioaktif untuk Well Logging.
- 34) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 6 Tahun 2009 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Zat Radoaktif dan Pesawat Sinar-X untuk Peralatan Gauging.

- 35) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2009 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Peralatan Radiografi Industri.
- 36) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 9 Tahun 2009 tentang Intervensi terhadap Paparan Yang Berasal Dari Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material.
- 37) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2010 tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir.
- 38) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 3 Tahun 2010 tentang Desain Sistem Penanganan dan Penyimpanan Bahan Bakar Nuklir.
- 39) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2010 tentang Sistem Manajemen Fasilitas dan Kegiatan Pemanfaatan Tenaga Nuklir.
- 40) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 6 Tahun 2010 tentang Pemantauan Kesehatan untuk Pekerja Radiasi.
- 41) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1031/MENKES/PER/V/2011 tentang Batas Maksimum Cemaran Radioaktif dalam Pangan.
- 42) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2011 tentang Ketentuan Keselamatan Desain Reaktor Nondaya.
- 43) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 3 Tahun 2011 tentang Keselamatan Desain Reaktor Daya.
- 44) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2011 tentang Sistem Seifgard.
- 45) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 5 Tahun 2011 tentang Ketentuan Perawatan Reaktor Nondaya.
- 46) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 6 Tahun 2011 tentang Dekomisioning Instalasi Nuklir Non Reaktor.
- 47) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2011 tentang Desain Sistem Catu Daya Darurat untuk Reaktor Daya.
- 48) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2011 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional.

- 49) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2012 tentang Ketentuan Desain Sistem Proteksi terhadap Kebakaran dan Ledakan Internal pada Reaktor Daya.
- 50) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 2 Tahun 2012 tentang Desain Proteksi terhadap Bahaya Internal Selain Kebakaran dan Ledakan pada Reaktor Daya.
- 51) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 5 Tahun 2012 tentang Keselamatan dalam Utilisasi dan Modifikasi Reaktor Nondaya.
- 52) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 6 Tahun 2012 tentang Desain Sistem Yang Penting untuk Keselamatan Berbasis Komputer pada Reaktor Daya.
- 53) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2012 tentang Manajemen Penuaan Instalasi Nuklir Nonreaktor.
- 54) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2012 tentang Penyusunan Laporan Analisis Keselamatan Reaktor Nondaya.
- 55) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 16 Tahun 2012 tentang Tingkat Klierens.
- 56) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 17 Tahun 2012 tentang Keselamatan Radiasi dalam Kedokteran Nuklir.
- 57) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 3 Tahun 2013 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Radioterapi.
- 58) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir.
- 59) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 6 Tahun 2013 tentang Izin Bekerja Petugas Instalasi dan Bahan Nuklir.
- 60) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013 tentang Nilai Batas Radioaktivitas Lingkungan.
- 61) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2013 tentang Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir untuk Aspek Kegempaan.
- 62) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 9 Tahun 2013 tentang Batasan dan Kondisi Operator Reaktor Nondaya.

- 63) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 16 Tahun 2013 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penyimpanan Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material.
- 64) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 17 Tahun 2013 tentang Keselamatan Radiasi dalam Kegiatan Impor, Ekspor, dan Pengalihan Barang Konsumen.
- 65) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 2 Tahun 2014 tentang Manajemen Teras serta Penanganan dan Penyimpanan Bahan Bakar Nuklir pada Reaktor Nondaya.
- 66) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 3 Tahun 2014 tentang Penyusunan Dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Bidang Ketenaganukliran.
- 67) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2014 tentang Batas dan Kondisi Operasi Instalasi Nuklir Nonreaktor.
- 68) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 6 Tahun 2014 tentang Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir untuk Aspek Meteorologi dan Hidrologi.
- 69) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 7 Tahun 2009 Tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Peralatan Radiografi Industri.
- 70) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 15 Tahun 2014 tentang Keselamatan Radiasi dalam Produksi Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional.
- 71) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 16 Tahun 2014 tentang Surat Izin Bekerja Petugas Tertentu Yang Bekerja di Instalasi Yang Memanfaatkan Sumber Radiasi Pengion.
- 72) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2015 tentang Penatalaksanaan Tanggap Darurat Badan Pengawas Tenaga Nuklir.
- 73) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 2 Tahun 2015 tentang Verifikasi dan Penilaian Keselamatan Reaktor Nondaya.

- 74) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 5 Tahun 2015 tentang Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir untuk Aspek Kegunungpian.
- 75) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 6 Tahun 2015 tentang Keamanan Sumber Radioaktif.
- 76) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 9 Tahun 2015 tentang Ketentuan Perawatan Instalasi Nuklir Nonreaktor.
- 77) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 11 Tahun 2015 tentang Laboratorium Dosimetri Eksterna.
- 78) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 5 Tahun 2016 tentang Keselamatan Radiasi dalam Produksi Barang Konsumen.
- 79) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2016 tentang Pengolahan Limbah Radioaktif Tingkat Rendah dan Tingkat Sedang.
- 80) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 2 Tahun 2017 tentang Larangan dan Pembatasan Impor dan Ekspor Barang Konsumen, Sumber Radiasi Pngion, dan Bahan Nuklir.
- 81) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2017 tentang Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 7 Tahun 2013 tentang Nilai Batas Radioaktivitas Lingkungan.
- 82) Peraturan BAPETEN Nomor 2 Tahun 2018 tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional.
- 83) Peraturan BAPETEN Nomor 4 Tahun 2018 tentang Ketentuan Keselamatan Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir.
- 84) Peraturan BAPETEN Nomor 5 Tahun 2018 tentang Pelayanan Perizinan Pemanfaatan Tenaga Nuklir Secara Elektronik.
- 85) Peraturan BAPETEN Nomor 6 Tahun 2018 tentang Persyaratan dan Tata Cara Perizinan Berusaha Terintegrasi Secara Elektronik Sektor Ketenaganukliran.
- 86) Peraturan BAPETEN Nomor 2 Tahun 2019 tentang Keselamatan Komisioning Reaktor Non Daya.

- 87) Peraturan BAPETEN Nomor 4 Tahun 2019 tentang Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir untuk Aspek Dispersi Zat Radioaktif di Udara dan Air.
- 88) Peraturan BAPETEN Nomor 5 Tahun 2019 tentang Penyusunan Laporan Analisis Keselamatan instalasi Nuklir Nonreaktor.
- 89) Peraturan BAPETEN Nomor 6 Tahun 2019 tentang Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir untuk Aspek Kejadian Eksternal Akibat Ulah Manusia.
- 90) Peraturan BAPETEN Nomor 7 Tahun 2019 tentang Izin Bekerja Petugas Instalasi Nuklir dan Bahan Nuklir.
- 91) Peraturan BAPETEN Nomor 1 Tahun 2020 tentang Aspek Proteksi Radiasi dalam Desain Reaktor Daya.
- 92) Peraturan BAPETEN Nomor 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam radiologi Diagnostik dan Intervensional.
- 93) Peraturan BAPETEN Nomor 7 Tahun 2020 tentang Ketentuan Keselamatan dan Tata Laksana Pengangkutan Zat Radioaktif.
- 94) Peraturan BAPETEN Nomor 3 Tahun 2021 tentang Standar Kegiatan Usaha dan Standar Produk pada Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenaganukliran.
- 95) Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 1211/K/V/2021 Tahun 2021 tentang Penetapan Nilai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level) untuk Modalitas Sinar-X CT-Scan dan Radiografi Umum.
- 96) Surat Edaran Nomor 2565/K/XII/2021 Tahun 2021 tentang Pelayanan Perizinan Pemanfaatan Tenaga Nuklir dan Penunjukan Pendukung Sektor Ketenaganukliran dalam rangka Pemberlakuan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenaganukliran.
- 97) Peraturan BAPETEN Nomor 1 Tahun 2022 tentang Penatalaksanaan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Ketenaganukliran.

- 98) Peraturan BAPETEN Nomor 2 Tahun 2022 tentang Perubahan Atas Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 2 Tahun 2018 tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional.
- 99) Peraturan BAPETEN Nomor 3 Tahun 2022 tentang Keselamatan Desain Teras Reaktor Daya.
- 100) Surat Edaran No. 1152/K/VI/2022 Tahun 2022 tentang Masa Berlaku Surat Izin Petugas Instalasi dan Bahan Nuklir.
- 101) Peraturan BAPETEN Nomor 4 Tahun 2022 tentang Laboratorium Uji Bungkusan Zat Radioaktif.
- 102) Peraturan BAPETEN Nomor 5 Tahun 2022 tentang Manajemen Penuaan Reaktor Nuklir.

LAMPIRAN 2

Perjanjian Internasional

Nama	Tanda tangan^a	Ratifikasi^b	Pengesahan
Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT)	2 Maret 1970	12 Jul 1979	UU No. 8 Tahun 1978
Southeast Asian Nuclear Weapon Free Zone Treaty (SEANWFZ)	15 Des 1995	10 Apr 1997	UU No. 9 Tahun 1997
Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT)	24 Sep 1996	6 Feb 2012	UU No. 1 Tahun 2012
Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material	-	27 Mei 2010	Perpres No. 46 Tahun 2009
Convention on the Physical Protection of Nuclear Material	3 Jul 1986	5 Nov 1986	Keppres No. 49 Tahun 1986
Amendment of Article VI of the Statute of the International Atomic Energy Agency			Keppres No. 80 Tahun 1993
Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management	6 Okt 1997	1 Apr 2011	Perpres No. 84 Tahun 2010
Convention on Early Notification of a Nuclear Accident	26 Sep 1986	12 Nov 1993	Keppres No. 81 Tahun 1993
Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency	26 Sep 1986	12 Nov 1993	Keppres No. 82 Tahun 1993
Convention on Nuclear Safety	20 Sep 1994	12 Apr 2002	Keppres No. 106 Tahun 2001
Vienna Convention on Civil Liability - for Nuclear Damage	-	-	

Nama	Tanda tangan^a	Ratifikasi^b	Pengesahan
Optional Protocol Concerning the Compulsory Settlement of Disputes	-	-	
Joint Protocol Relating to the Application of the Vienna Convention and the Paris Convention	-	-	
Protocol to Amend the Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage	6 Okt 1997	-	
Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage	6 Okt 1997	-	
Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons	20 Sep 2017		

Catatan:

^aTanda tangan: bentuk persetujuan terhadap isi suatu perjanjian internasional

^bRatifikasi: pengesahan suatu perjanjian internasional oleh negara yang menandatangani perjanjian tersebut

Selain itu, Indonesia telah menyatakan komitmen politik untuk mematuhi Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources dan the Supplementary Guidance on the Import and Export of Radioactive Sources dengan mengirim surat ke IAEA

Tentang Penulis



Eri Hiswara

Penulis menyelesaikan pendidikan formal sarjana (S-1) pada Jurusan Fisika Universitas Indonesia Jakarta tahun 1982 dan magister (S-2) pada bidang studi Radiation and Environmental Protection di University of Surrey, Guildford, Inggris tahun 1990. Setelah menamatkan S-1, Penulis bekerja di Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) dan menjadi peneliti sejak tahun 1984 dengan jabatan Asisten Peneliti Madya. Jabatan tertinggi Peneliti Ahli Utama dicapai pada tahun 2001. Pada tahun 2003–2007 sempat menjadi Atase Ilmu Pengetahuan di KBRI/PTRI Wina. Setelah menyelesaikan tugas di KBRI/PTRI Wina kembali ke BATAN dan meneruskan tugas sebagai peneliti dan memperoleh jabatan Profesor Riset pada tahun 2008. Setelah BATAN dilebur ke dalam Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) pada tahun 2021, Penulis menjadi periset BRIN pada Pusat Riset Teknologi Keselamatan, Metrologi, dan Mutu Nuklir.

Penulis mendapat pengetahuan tambahan melalui berbagai pelatihan teknis dan lokakarya di bidang proteksi radiasi yang diikuti sejak tahun 1984 di berbagai negara. Berbagai kegiatan ilmiah internasional yang membahas isu-isu terkait proteksi radiasi juga pernah diikuti oleh Penulis, baik dalam bentuk konferensi, seminar, simposium, pertemuan teknis, interkomparasi, penyusunan proyek kerja sama dalam kerangka IAEA, dan sidang tahunan Komite Ilmiah PBB untuk efek radiasi atom (UNSCEAR).

Selain aktif sebagai peneliti, saat ini penulis juga menjadi staf pengajar luar biasa pada PPDS Radiologi di FKUI untuk mata ajar Fisika dan Proteksi Radiasi serta di Sekolah Tinggi Intelijen Negara (STIN) untuk mata ajar Nuklir Biologi Kimia (Nubika), dengan kekhususan pada "keselamatan dan keamanan nuklir dan radiasi". Penulis adalah anggota Perhimpunan Periset Indonesia (PPI), Perkumpulan Ahli Proteksi Radiasi Indonesia (APRI), dan Health Physics Society (HPS). Penulis dapat dihubungi melalui surel erih001@brin.go.id.



Suzie Darmawati

Penulis merupakan purnabakti dari Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) sejak tahun 2021 setelah mengabdikan selama 35 tahun. Penulis menamatkan pendidikan formal sarjana (S-1) pada Jurusan Fisika FMIPA UI tahun 1985, dan magister (S-2) pada jurusan fisika di University of Surrey, Guildford, Inggris tahun 1990. Setelah menamatkan S-1, Penulis bekerja di Pusat Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif BATAN dan kemudian pindah ke Pusat Standardisasi dan Jaminan Mutu Nuklir BATAN pada tahun 2000.

Penulis mendapat pengetahuan tambahan melalui berbagai pelatihan teknis dan lokakarya di bidang proteksi radiasi yang diikuti sejak

tahun 1987 di beberapa negara seperti Jepang dan Australia. Beberapa kegiatan ilmiah internasional yang membahas isu-isu terkait proteksi radiasi yang dilangsungkan di kantor pusat Badan Tenaga Atom Internasional (IAEA) di Wina, Austria, juga pernah diikuti oleh Penulis. Penulis dapat dihubungi pada alamat surel suziedarmawati@yahoo.co.uk.

Indeks

- air susu ibu, 183
- akselerator linier (LINAC), 121
- aplikasi medis, 5, 188
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir, xxi, xxii, xxiii, xxix, xxxii, 3, 4, 11, 12, 13, 20, 22, 24, 64, 65, 72, 104, 122, 128, 147, 148, 244, 361, 362, 363, 364, 365, 366
- Badan Tenaga Atom, xxxi, 2, 4, 14, 21, 212, 369
- Badan Tenaga Nuklir Nasional, 3, 22, 367, 368
- bahan bakar nuklir bekas, 6, 13, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 77, 85, 92, 122, 195, 316, 322, 323, 324, 325, 327, 348, 349, 350, 351, 352
- bahan nuklir, 5, 8, 9, 12, 13, 23, 25, 35, 37, 40, 42, 45, 46, 47, 48, 51, 54, 62, 63, 77, 84, 85, 88, 96, 101, 103, 105, 121, 122, 128, 134, 141, 195, 196, 198, 200, 205, 206, 207, 208, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 234, 235, 243, 244, 245, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 262, 263, 265, 267, 296, 300, 302, 303, 310, 316, 317, 323, 331, 347, 352, 353, 354
- bahan radioaktif, 5, 6, 101, 116, 265, 313
- bahaya radiologi, 330, 332, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342
- barang konsumen, 29, 31, 53, 55, 61, 66, 67, 68, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 87, 88, 96, 104, 127

- batas pertanggungjawaban, 349, 354
biaya izin, 71
budaya keselamatan, 8, 141, 142,
162, 163, 164, 208, 236,
261
bungkusan, 14, 28, 53, 220, 267,
268, 269, 288, 289, 292,
294, 295, 296, 297, 299,
303, 305, 306, 307, 308,
309, 310, 311, 325, 331
bungkusan tipe A, 268, 269, 308,
309
bungkusan tipe B(M), 268, 269,
306, 308, 309
bungkusan tipe B(U), 268, 269,
289, 306, 308, 309
bungkusan tipe C, 268, 269, 306,
308, 309, 331
dampak radiologi, 201, 203
dekomisioning, 10, 23, 27, 35, 36,
37, 38, 39, 40, 41, 42, 43,
45, 48, 51, 52, 63, 66, 67,
68, 73, 127, 129, 152, 154,
196, 198, 202, 203, 204,
205, 206, 208, 222, 223,
227, 228, 230, 234, 237,
238, 243, 247, 316, 317
dekontaminasi, 177, 178, 304, 334,
336, 341
desain dan konstruksi, 196, 204,
223
detektor asap, 80, 92
Dewan Tenaga Atom (DTA), 2
dosis panduan, 340
faktor manusia, 198, 207, 208, 344
fungsi pencegahan, 138
GSR-3, 11
IAEA, xxvi, xxxii, 4, 11, 14, 17, 19,
20, 21, 72, 75, 76, 96, 97,
98, 101, 102, 116, 117, 118,
119, 146, 148, 149, 155,
156, 157, 158, 159, 188,
189, 193, 194, 223, 224,
242, 251, 252, 257, 259,
260, 261, 262, 263, 312,
313, 327, 342, 343, 344,
345, 352, 355, 358, 359,
368, 369
impor dan ekspor, 4, 77, 86, 88, 96,
101
inspeksi, 5, 8, 10, 12, 16, 18, 19,
21, 74, 122, 145, 198, 200,
238, 240, 243, 244, 245,
246, 247, 248, 249, 259,
260, 261, 262, 263, 365
inspektur keselamatan nuklir, 62,
145, 238, 243
instalasi nuklir, 5, 10, 12, 14, 23,
35, 38, 40, 45, 47, 48, 49,
62, 63, 122, 123, 127, 128,
129, 130, 141, 195, 196,
197, 198, 199, 200, 201,
202, 203, 204, 206, 207,
208, 213, 214, 215, 218,
221, 223, 224, 243, 244,
247, 249, 250, 260, 266,
315, 316, 317, 329, 347,
348, 351, 353
instalasi nuklir nonreaktor, 35, 49,
63, 198, 249

internasional, 4, 14, 212, 369
 intervensi, 132, 176, 184, 185, 187,
 194, 266
 intervensional, 29, 53, 60, 66, 161,
 162, 164, 168, 170, 173,
 175, 177, 184, 189, 245,
 362, 363
 in vitro, 31, 66, 176, 177, 184
 in vivo, 26, 30, 53, 56, 57, 61, 66,
 176, 177, 178, 182, 183,
 184
 ISO 9004:2009, 11
 izin dekomisioning, 37, 40, 42
 izin komisioning, 37, 38, 40, 41, 42,
 43, 44, 45, 351
 izin konstruksi, 36, 37, 38, 40, 42,
 44, 45, 176, 177, 186
 izin operasi, 36, 37, 40, 42, 44, 45,
 176, 186, 193
 izin tapak, 37, 40, 42, 251

 jaminan keuangan, 38, 43, 350, 351

 kategori sumber, 297, 299, 310
 keamanan instalasi nuklir, 196, 204,
 207, 208, 213, 223, 266
 keamanan sumber radioaktif, 5, 12,
 26, 27, 70, 86, 137, 158,
 245, 246, 266, 297, 298,
 299, 310, 317
 kedokteran nuklir, 26, 53, 56, 57,
 61, 66, 93, 161, 162, 169,
 176, 177, 178, 182, 184,
 185, 186, 187, 188
 kehamilan, 125, 182, 183

 kerugian nuklir, 6, 38, 43, 329, 347,
 348, 349, 351, 352, 353,
 354
 keselamatan radiasi, 5, 12, 26, 27,
 37, 42, 45, 69, 70, 83, 86,
 122, 123, 125, 127, 128,
 129, 134, 139, 140, 141,
 143, 144, 145, 146, 147,
 148, 149, 150, 152, 153,
 154, 161, 162, 163, 164,
 165, 166, 167, 168, 172,
 173, 176, 177, 178, 185,
 186, 187, 188, 191, 193,
 230, 231, 245, 266, 267,
 268, 296, 302, 304, 310,
 317, 326, 356
 kesiapsiagaan nuklir, 12, 37, 42,
 140, 196, 203, 209, 210,
 212, 216, 246, 329, 330,
 332, 344
 klierens, 4, 104, 110, 111, 116, 117,
 118, 119, 120, 126, 177,
 320, 321, 327, 364
 komisioning, 27, 28, 30, 31, 36, 37,
 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44,
 45, 63, 73, 127, 129, 186,
 196, 197, 200, 201, 202,
 203, 204, 205, 206, 213,
 222, 223, 260, 351
 kriteria pengecualian, 116, 119

 label, 70, 127, 292, 340
 laporan, 27, 28, 32, 35, 37, 38, 42,
 43, 46, 79, 85, 128, 137,
 162, 165, 166, 174, 176,
 178, 185, 188, 193, 201,
 205, 229, 234, 238, 247,
 249, 250, 252, 253, 256,

- 257, 261, 317, 319, 320, 322
- Lembaga Tenaga Atom (LTA), 2
- limbah radioaktif, 2, 6, 13, 27, 28, 30, 32, 45, 48, 53, 59, 68, 69, 73, 103, 104, 110, 115, 120, 126, 130, 131, 134, 135, 139, 154, 177, 185, 198, 226, 227, 232, 233, 245, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 334, 336
- limitasi dosis, 166
- Majelis Pertimbangan Tenaga Nuklir (MPTN), 3
- manajemen keselamatan dan keamanan instalasi nuklir, 196, 208
- material balance area* (MBA), 250
- nilai batas dosis, 124, 148, 149, 166, 167, 189
- optimisasi proteksi dan keselamatan, 149, 166, 167, 168, 172, 173, 178
- paparan darurat, 123, 130, 131, 132, 154, 155, 156, 157, 188
- pemantauan kesehatan, 34, 78, 82, 128, 132, 162, 163, 164, 165, 176, 231
- pemantauan tapak, 196, 197, 204, 208, 222, 223
- pembebasan, 13, 39, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 68, 69, 120, 145, 207, 238, 258
- pemegang izin, 33, 40, 44, 46, 47, 65, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 125, 126, 127, 128, 129, 132, 134, 136, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 150, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 162, 164, 165, 166, 175, 176, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 221, 231, 233, 234, 235, 236, 237, 251, 252, 253, 256, 257, 258, 260, 261, 316, 332, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 342, 348, 349, 351, 352, 353, 354
- penanggulangan kedaruratan nuklir, 149, 196, 198, 209, 210, 211, 213, 330, 332, 333, 335, 343
- penangkal petir, 87
- pendidikan dan pelatihan, 2, 121, 125, 129, 162, 165, 208, 237
- penerimaan negara bukan pajak, 13, 72, 362
- pengangkutan bahan nuklir, 218, 219
- pengangkutan bahan radioaktif, 5, 101, 265, 313
- pengecualian, 4, 25, 45, 55, 61, 103, 104, 116, 117, 119, 136, 158, 298, 327

- pengelolaan limbah radioaktif, 6,
 - 13, 27, 28, 48, 53, 59, 68,
 - 69, 131, 135, 154, 177, 198,
 - 226, 227, 232, 233, 245,
 - 315, 316, 317, 324, 325,
 - 326, 327, 328
- penggolongan bahan nuklir, 214,
 - 216, 223
- pengiriman kembali, 32, 46, 69, 77,
 - 80, 85, 317, 318, 323
- penilaian keselamatan, 196, 202,
 - 222, 229, 232
- Peraturan Kepala BAPETEN
 - Nomor 1 Tahun 2009, xviii,
 - 195, 213
- Peraturan Kepala BAPETEN
 - Nomor 4 Tahun 2013, xx,
 - 356
- Peraturan Kepala BAPETEN
 - Nomor 7 Tahun 2013, 77
- Peraturan Kepala BAPETEN
 - Nomor 17 Tahun 2013, xxi,
 - 77
- Peraturan Pemerintah Nomor 2
 - Tahun 2014, xvi, 103, 244,
 - 360
- Peraturan Pemerintah Nomor 29
 - Tahun 2008, xv, 77, 103,
 - 104, 244, 360
- Peraturan Pemerintah Nomor 54
 - Tahun 2012, xv, 195, 196,
 - 332, 360
- perjanjian internasional, xxvi
- persetujuan ekspor, 83, 84, 85, 86,
 - 96
- persyaratan izin, 36, 41, 145, 176,
 - 177, 185, 186, 193, 214,
 - 237, 260, 355, 356
- persyaratan keselamatan radiasi, 70,
 - 86, 129, 134, 139, 145, 150,
 - 153, 176, 185, 187, 302,
 - 326, 356
- persyaratan manajemen, 11, 141,
 - 162, 188
- persyaratan proteksi radiasi, 162,
 - 188
- persyaratan teknik, 162, 187
- perubahan inventori, 46, 85, 255,
 - 256
- petugas penanggulangan, 131, 132,
 - 210, 212, 232, 333, 334,
 - 335, 336, 337, 338, 339,
 - 340
- petugas proteksi radiasi (PPR), 14,
 - 295
- plaket, 268, 294
- proteksi dan keselamatan radiasi,
 - 26, 37, 42, 45, 83, 123, 140,
 - 152, 162, 163, 164, 165,
 - 166, 167, 168, 172, 173,
 - 177, 178, 185, 191, 231,
 - 268, 296, 310, 317
- proteksi fisik, 37, 40, 42, 45, 46,
 - 47, 85, 204, 205, 206, 207,
 - 213, 214, 215, 216, 217,
 - 218, 219, 221, 223, 227,
 - 234, 235, 236, 240, 300,
 - 301, 310
- radiologi diagnostik, 53, 60, 61,
 - 161, 162, 164, 168, 175,
 - 177, 184, 185, 186, 188
- radioterapi, 26, 53, 57, 66, 135,
 - 147, 161, 162, 185, 186,
 - 187, 298, 331, 339, 364

- reaktor daya, 35, 36, 38, 201, 223, 330, 331
- reaktor daya komersial, 35, 36, 38, 201
- reaktor daya nonkomersial, 35
- reaktor nondaya nonkomersial, 35
- rekaman, 17, 27, 74, 97, 100, 137, 140, 162, 163, 165, 166, 176, 185, 188, 234, 235, 237, 239, 249, 250, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 259, 300, 304
- sabotase instalasi, 196, 208, 216
- safeguards*, 5, 12, 42, 45, 46, 85, 101, 204, 205, 206, 223, 227, 234, 244, 249, 250, 257, 258, 259, 262, 263
- senjata nuklir, 1, 2, 101, 102, 262
- sinar-X, 53, 93, 94, 95, 121, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 172, 173, 174, 175, 185, 186, 188, 189, 190
- sistem manajemen, xix, 11, 20, 144, 208, 236, 362, 364, 365
- sistem proteksi fisik, 205, 213, 214, 218, 219
- tanda radiasi, 173, 289
- tanggap darurat, 6, 131, 332, 335, 336, 342, 343, 344, 345
- tindakan mitigasi, 131, 210, 333, 337
- tindakan perlindungan segera, 210, 333, 337, 339, 340
- tingkat klierens, 110, 116, 117, 118, 119, 126, 320, 321, 327
- uji kesesuaian, 53, 175, 189
- Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997, xv, xxix, xxxii, 3, 23, 195, 225, 243, 315
- uranium susut kadar, 266, 268
- verifikasi keselamatan, 26, 162, 166, 175, 185, 186, 193
- zat radioaktif, 14, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 52, 53, 55, 59, 60, 61, 66, 67, 68, 69, 70, 77, 78, 79, 80, 81, 86, 87, 88, 92, 93, 95, 96, 103, 104, 105, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 126, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 150, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 185, 188, 196, 212, 228, 245, 248, 266, 267, 268, 269, 288, 289, 296, 297, 298, 299, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 313, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 325, 326, 330, 331, 335, 339, 340
- zat radioaktif terbungkus, 26, 29, 30, 188, 316, 317, 318, 319, 323, 326, 331

Selain bermanfaat untuk meningkatkan kesejahteraan manusia, aplikasi ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) nuklir atau radiasi juga diketahui memiliki risiko bahaya bagi kesehatan. Karena itu, pemanfaatan radiasi perlu dilakukan dengan pengawasan yang ketat, salah satunya dengan membuat peraturan agar aplikasinya tidak menghasilkan dampak bagi keselamatan dan kesehatan baik bagi pekerja, pasien, maupun masyarakat umum. Di Indonesia, Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 merupakan peraturan tertinggi terkait ketenaganukliran, yang kemudian diatur lebih lanjut oleh beberapa peraturan pemerintah, dan aturan pelaksanaannya ditetapkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN).

Dalam buku ini diuraikan beberapa peraturan pemerintah dan Peraturan BAPETEN yang relevan dan dibagi atas beberapa subjek yang menjadi dasar dalam pemanfaatan tenaga nuklir, yaitu badan pengawas, perizinan, pengendalian impor dan ekspor, pengecualian dan klierens, keselamatan dan keamanan radiasi, keselamatan dan keamanan nuklir, inspeksi dan safeguards, keselamatan pengangkutan bahan radioaktif, pengelolaan limbah radioaktif dan bahan bakar nuklir bekas, kesiapsiagaan dan tanggap darurat nuklir, dan pertanggungjawaban kerugian nuklir.

Setelah membaca buku ini pembaca diharapkan dapat memahami peraturan ketenaganukliran di Indonesia secara komprehensif. Pemahaman ini diharapkan dapat membantu dalam mewujudkan sistem dan peraturan ketenaganukliran di Indonesia yang lebih efektif sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan iptek ketenaganukliran yang ada.

BRIN Publishing
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,
Jl. M.H. Thamrin No. 8,
Jakarta Pusat 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.1049



ISBN 978-602-6303-26-4



9 786026 303264