

OA13

## TINJAUAN PENGATURAN PENGAWASAN TERHADAP PROTEKSI DAN KESELAMATAN RADIASI KEGIATAN PERTAMBANGAN YANG MENGHASILKAN TENORM

Hermawan Puji Yuwana

Direktorat Pengaturan Pengawasan Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif - BAPETEN

e-mail: [h.puji@bapeten.go.id](mailto:h.puji@bapeten.go.id)

### ABSTRAK

**TINJAUAN PENGATURAN PENGAWASAN TERHADAP PROTEKSI DAN KESELAMATAN RADIASI KEGIATAN PERTAMBANGAN YANG MENGHASILKAN TENORM.** Sebagaimana diatur dalam Undang-undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran bahwa setiap pemanfaatan tenaga nuklir wajib memiliki izin. Ketentuan intervensi dijelaskan dalam PP Nomor 33 Tahun 2007 dan diperjelas dengan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 9 Tahun 2009 tentang Intervensi Terhadap Paparan yang Berasal dari *Technologically Enhanced Naturally Occuring Radioactive Material* (TENORM). PP Nomor 29 Tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir membagi kegiatan pemanfaatan menjadi 3 kelompok yaitu kelompok A, B dan C, salah satunya adalah izin penyimpanan zat radioaktif. Izin penyimpanan zat radioaktif wajib dilakukan oleh penghasil TENORM ketika tidak berhasil melakukan intervensi melalui tindakan remedial hingga mencapai nilai di bawah tingkat intervensi. Tinjauan pengaturan pengawasan ini bertujuan untuk mengidentifikasi persyaratan pengaturan yang diperlukan untuk mencapai keselamatan radiasi berdasarkan peraturan terkait TENORM yang masih berlaku dengan konsep perubahan yang akan diatur dalam amandemen PP No. 33 Tahun 2007. Rekomendasi IAEA GSR Part 3 tentang *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources* menggunakan pendekatan situasi paparan yang terbagi dalam situasi paparan terencana, situasi paparan darurat, dan situasi paparan yang sudah ada. Berbeda dengan PP No. 33 Tahun 2007 yang menggunakan pendekatan terhadap pemanfaatan (*practice*) dan intervensi (*intervention*). Konsep pendekatan situasi paparan terencana sebagaimana disebutkan dalam GSR Part 3, maka kegiatan penambangan atau pemrosesan bahan baku yang menimbulkan paparan yang berasal dari zat radioaktif (TENORM) dapat direncanakan sebelum memulai kegiatan serta paparan dan kemungkinan terjadinya dapat dibatasi sejak awal. Beberapa pertimbangan dalam proteksi dan keselamatan radiasi terhadap paparan kerja harus mempertimbangkan beberapa hal diantaranya tanggung jawab pemegang izin, tanggung jawab pekerja radiasi, pemantauan dan rekaman terhadap paparan kerja, program proteksi dan keselamatan radiasi, pelatihan, dan pengaturan terhadap pekerja wanita hamil dan orang di bawah usia 18 tahun.

Kata kunci: proteksi, keselamatan, intervensi, situasi paparan terencana.

### ABSTRACT

**REVIEW OF REGULATORY CONTROLS OF RADIATION PROTECTION AND SAFETY IN MINING ACTIVITIES THAT PRODUCE TENORM.** As stipulated in the Act Nr. 10 Year 1997 on Nuclear Energy that any utilization of nuclear energy shall be subjected for licensing. The provisions of the intervention are described in Government Regulation Nr. 33 Year 2007 and further regulate in BAPETEN Chairman Regulation Nr. 9 Year 2009 on Intervention Exposure from Technologically Enhanced Naturally Occuring Radioactive Materials. Government Regulation Nr. 29 Year 2008 on Licensing of the Utilization of Ionizing Radiation Sources and Nuclear Materials is dividing the utilization activities into 3 groups: group A, B and C, one of which is license for radioactive material storage. A license for radioactive material storage is required by the TENORM producer when the TENORM producers failed to intervene through remedial action until it reaches certain value below the intervention level. This review aims to identify the regulatory requirements necessary to achieve radiation safety under relevant regulation of TENORM with the concept of amendments of Government Regulation Nr. 33 Year 2007. The recommendation of IAEA GSR Part 3 on Radiation Protection and Safety of Radiation Sources uses an exposure situation approach that is divided into planned exposure situations, emergency exposure situations, and existing exposure situations. Different with the Government Regulation Nr. 33 Year 2007 that use approach of practices and intervention. The concept of a planned exposure situation approach as mentioned in GSR Part 3, the mining activities or processing of raw materials that cause exposure derived from radioactive substances (TENORM) may be planned prior to commencement of activities as well as exposure and the likelihood of occurrence may be restricted from the beginning. Some considerations in radiation protection and safety against occupational exposure should consider several issues such as the responsibilities of the license holder, the responsibilities of radiation workers, monitoring and recording of occupational exposure, radiation protection and safety programs, training, and regulation of pregnant women workers and persons below 18 years of age.

Keywords: protection, safety, intervention, planned exposure situation.

## PENDAHULUAN

Pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir yang dilakukan oleh badan pengawas dilakukan melalui tiga pilar pengawasan, yaitu peraturan, perizinan, dan inspeksi [1]. Kegiatan pemanfaatan sumber radiasi pengion dikelompokkan menjadi 3 (tiga) yaitu kelompok A, kelompok B, dan kelompok C. Salah satu yang masuk ke dalam kelompok B adalah kegiatan penyimpanan zat radioaktif. Penyimpanan zat radioaktif yang masuk dimaksud adalah bahan lain yang mengandung radioaktif, yang merupakan hasil samping antara lain dari kegiatan produksi, penambangan, atau rekayasa industri [2].

*Technologically Enhanced Naturally Occuring Radioactive Material* yang selanjutnya disebut sebagai TENORM merupakan zat radioaktif alam yang dikarenakan kegiatan manusia atau proses teknologi terjadi peningkatan paparan potensial jika dibandingkan dengan keadaan awal [3][4]. Kegiatan yang dimungkinkan menghasilkan mineral ikutan berupa TENORM dapat ditemui dalam di bidang industri dan energi sumber daya mineral seperti eksploitasi minyak dan gas bumi, PLTU (batubara), proses *sandblasting*, peleburan logam, serta penambangan, pengolahan, dan pemurnian logam.

Pengawasan terhadap TENORM sebagaimana yang telah dijelaskan dalam PP No. 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif, muncul pada bagian intervensi. Pengaturan yang lebih spesifik terkait TENORM diamanahkan dalam 2 Peraturan Kepala BAPETEN yaitu Peraturan Kepala BAPETEN No. 9 Tahun 2009 tentang Intervensi Terhadap Paparan yang Berasal dari *Technologically Enhanced Naturally Occuring Radioactive Material* dan Peraturan Kepala BAPETEN No. 16 Tahun 2013 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penyimpanan *Technologically Enhanced Naturally Occuring Radioactive Material*.

Pada tahun 2017 BAPETEN bekerjasama dengan IAEA menyelenggarakan rapat koordinasi terkait dengan manajemen pengawasan TENORM di Indonesia. Tujuan dari kegiatan koordinasi ini adalah diskusi terkait manajemen pengawasan TENORM sesuai dengan tugas dan tanggung jawab dari masing-masing pemangku kepentingan terkait. Rapat koordinasi ini dilaksanakan dengan melibatkan berbagai macam pemangku kepentingan seperti BATAN, Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Bangka Belitung, Badan Lingkungan Hidup Provinsi Bangka Belitung, dan penghasil TENORM. Rapat koordinasi dilaksanakan dengan agenda diantaranya adalah presentasi, diskusi, dan *site visit* ke salah satu penghasil TENORM di Provinsi Bangka Belitung. *Site visit* dilaksanakan untuk mengetahui kondisi manajemen pengawasan TENORM di lapangan khususnya di salah satu penghasil TENORM.

Berdasarkan ketentuan dalam PP No. 33 Tahun 2007 dan Peraturan Kepala BAPETEN No. 9 Tahun 2009, telah dijelaskan bahwa bahwa intervensi terhadap paparan yang berasal dari TENORM harus dilakukan

oleh penghasil TENORM berdasarkan pada tingkat intervensi. Pelaksanaan dari intervensi terhadap paparan yang berasal dari TENORM dilakukan melalui tindakan remedial. Dalam hal tindakan remedial yang telah dilakukan oleh penghasil TENORM tidak mencapai suatu nilai di bawah tingkat intervensi maka penghasil TENORM tersebut wajib mengajukan izin penyimpanan zat radioaktif [4].

Seiring dengan berlangsungnya proses amandemen perubahan PP No. 33 Tahun 2007 identifikasi pengaturan diantaranya adalah terkait dengan pengawasan TENORM sangatlah penting. Tinjauan pengaturan pengawasan ini secara tidak langsung berdasarkan pengalaman yang didapatkan pada saat *site visit* ke salah satu penghasil TENORM di Provinsi Bangka Belitung. Tujuan makalah ini bertujuan untuk mengidentifikasi persyaratan pengaturan yang diperlukan untuk mencapai keselamatan radiasi berdasarkan peraturan terkait TENORM yang masih berlaku dengan konsep perubahan yang akan diatur dalam amandemen PP No. 33 Tahun 2007.

## POKOK BAHASAN

Kajian dalam tinjauan pengaturan pengawasan TENORM ini menggunakan metodologi kajian literatur melalui peraturan perundang-undangan terkait dengan pengawasan TENORM seperti PP No. 33 Tahun 2007, Peraturan Kepala BAPETEN No. 9 Tahun 2009, Peraturan Kepala BAPETEN No. 16 Tahun 2013, dan rekomendasi standar IAEA *GSR Part 3* tentang *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards* (2014)

### a. Identifikasi Peraturan Kepala BAPETEN terkait pengawasan TENORM

Terdapat beberapa Peraturan terkait dengan TENORM yaitu:

Peraturan Kepala BAPETEN No. 9 Tahun 2009 merupakan peraturan pelaksana dari ketentuan intervensi dalam PP No. 33 Tahun 2007. Pada Bab IV PP No. 33 Tahun 2007 menjelaskan tentang kewajiban dalam melakukan intervensi terhadap paparan yang berasal dari TENORM. Intervensi harus dilaksanakan oleh orang atau badan yang karena kegiatannya menghasilkan mineral ikutan berupa TENORM berdasarkan pada tingkat intervensi. Tingkat intervensi adalah tingkat dosis yang dapat dihindari dengan melakukan tindakan protektif atau remedial untuk situasi paparan kronik atau paparan darurat. Sebelum pelaksanaan intervensi, penghasil TENORM harus melakukan analisis keselamatan radiasi terhadap TENORM yang meliputi:

- jenis dan proses kegiatan yang dilaksanakan;
- jumlah atau kuantitas TENORM;
- jenis dan tingkat konsentrasi radionuklida; dan
- paparan radiasi dan/atau kontaminasi tertinggi di permukaan TENORM.

Hasil analisis keselamatan radiasi yang telah dilakukan oleh penghasil TENORM disampaikan kepada BAPETEN untuk dilakukan proses penilaian

terhadap hasil analisis keselamatan radiasi yang didasarkan pada tingkat intervensi. Tingkat intervensi dinyatakan dalam [4]:

1. jumlah atau kuantitas TENORM paling sedikit 2 (dua) ton; dan
2. tingkat kontaminasi sama dengan atau lebih besar dari 1 Bq/cm<sup>2</sup> (satu becquerel persentimeter persegi) dan/atau konsentrasi aktivitas sebesar:
  - 1 Bq/gr (satu becquerel pergram) untuk tiap radionuklida anggota deret uranium dan thorium; atau
  - 10 Bq/gr (sepuluh becquerel per gram) untuk kalium.

Berdasarkan dari hasil penilaian terhadap hasil analisis keselamatan radiasi, BAPETEN akan mengeluarkan ketetapan (i) penghasil TENORM harus melakukan intervensi terhadap paparan yang berasal dari TENORM atau (ii) penghasil TENORM tidak perlu melakukan intervensi terhadap paparan yang berasal dari TENORM. Pelaksanaan Intervensi terhadap paparan TENORM dilakukan melalui tindakan remedial yang terdiri dari tindakan remedial awal dan tindakan remedial lanjutan. Dalam hal tindakan remedial yang dilakukan tidak mencapai nilai di bawah tingkat intervensi maka penghasil TENORM wajib mengajukan izin penyimpanan zat radioaktif.

Pengajuan izin penyimpanan zat radioaktif mengikuti ketentuan dalam Peraturan Kepala BAPETEN No. 16 Tahun 2013 yang merupakan peraturan pelaksana dari PP No. 29 Tahun 2008 yaitu “setiap orang atau badan yang akan melaksanakan pemanfaatan sumber radiasi pengion dan bahan nuklir wajib memiliki izin dari Kepala BAPETEN”. Peraturan Kepala BAPETEN No. 16 Tahun 2013 menjelaskan dua ketentuan yaitu tatacara dalam mendapatkan izin penyimpanan zat radioaktif dan ketentuan keselamatan radiasi yang harus dilakukan selama proses penyimpanan zat radioaktif. Ketentuan untuk memperoleh izin penyimpanan zat radioaktif, maka penghasil TENORM harus mengajukan permohonan secara tertulis, melengkapi dokumen persyaratan izin, dan menyampaikan kepada Kepala BAPETEN. Izin penyimpanan zat radioaktif masuk ke dalam pemanfaatan sumber radiasi pengion kelompok B dan masa berlaku untuk izin penyimpanan zat radioaktif adalah 5 tahun [2][5]. Sedangkan ketentuan mengenai keselamatan radiasi dalam penyimpanan zat radioaktif, maka penghasil TENORM harus mengikuti persyaratan mulai dari persyaratan manajemen, proteksi radiasi, teknik, dan verifikasi keselamatan.

Kandungan radioaktivitas dalam TENORM harus dianalisis oleh laboratorium analisis yang terakreditasi. Dalam hal laboratorium analisis yang terakreditasi belum ada, maka kandungan radioaktivitas dalam TENORM dapat diukur berdasarkan hasil analisis laboratorium yang telah ditunjuk oleh Kepala BAPETEN. Ketentuan pengaturan yang lebih spesifik terkait dengan mekanisme penunjukan laboratorium analisis TENORM belum ada sampai saat ini. Akan

tetapi pengaturan terhadap mekanisme penunjukan laboratorium analisis TENORM perlu disusun dengan mempertimbangkan peraturan-peraturan terkait dengan laboratorium dan ketentuan dalam mendapatkan akreditasi sebagaimana diatur dalam UU No. 20 Tahun 2014 tentang Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian. Beberapa tantangan kedepan terkait dengan laboratorium analisis diantaranya:

1. perbandingan antara jumlah penghasil TENORM yang akan mengujikan sampel berbanding dengan jumlah laboratorium analisis yang telah ada;
2. laboratorium analisis kandungan radioaktivitas dalam TENORM yang telah terakreditasi masih sedikit; atau
3. persebaran lokasi laboratorium analisis yang tidak merata.

#### b. Identifikasi PP No. 33 Tahun 2007 dan rekomendasi IAEA *GSR Part 3 (2014)*

Di dalam PP No. 33 Tahun 2007 pendekatan konsep proteksi dan keselamatan radiasi yang dilakukan berdasarkan pemanfaatan (*practices*) dan intervensi (*intervention*) sebagaimana mengacu pada rekomendasi IAEA BSS 115:1996. Pemanfaatan adalah kegiatan yang berkaitan dengan tenaga nuklir yang meliputi penelitian, pengembangan, penambangan, pembuatan, produksi, pengangkutan, penyimpanan, pengalihan, ekspor, impor, penggunaan, dekomisioning, dan pengolahan limbah radioaktif untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat [1][2][3]. Intervensi adalah setiap tindakan untuk mengurangi atau menghindari paparan atau kemungkinan terjadinya paparan kronik dan paparan darurat. Paparan yang berasal dari TENORM merupakan salah satu bagian dari situasi paparan kronik dimana pelaksanaan intervensi dilakukan dengan tindakan remedial.

Pada tahun 2014, IAEA telah menerbitkan rekomendasi baru sebagai pengganti dari BSS 115:1996 yaitu *GSR Part 3* tentang *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources*. Berbeda dengan pendekatan konsep yang ada di BSS 115:1996, berdasarkan *GSR Part 3* pendekatan yang digunakan adalah [6]

1. Situasi paparan terencana (*planned exposure situation*);

Paparan yang timbul dari pengoperasian terencana dari suatu sumber radiasi atau aktivitas terencana yang dapat mengakibatkan paparan radiasi. Beberapa kegiatan yang masuk dalam situasi paparan terencana yaitu:

- produksi, penyediaan (*supply*), pengadaan (*provision*), dan pengangkutan zat radioaktif dan perangkat yang mengandung zat radioaktif, sumber radioaktif terbungkus, sumber radioaktif terbuka dan produk barang konsumen;
- produksi, penyediaan (*supply*) perangkat yang menghasilkan radiasi, termasuk

LINAC, siklotron, radiografi terpasang tetap dan mobile;

- PLTN termasuk serangkaian kegiatan siklus bahan bakar nuklir yg menimbulkan atau dapat menimbulkan paparan radiasi atau paparan yang berasal dari zat radioaktif;
- penggunaan radiasi atau zat radioaktif untuk tujuan medik, industri, hewan, pertanian, hukum atau keamanan, termasuk penggunaan peralatan, perangkat lunak, atau perangkat dimana penggunaannya dapat mengakibatkan paparan radiasi;
- penggunaan radiasi atau zat radioaktif untuk pendidikan, pelatihan, penelitian, termasuk serangkaian kegiatan yang berkaitan dengan penggunaan radiasi atau zat radioaktif yang menimbulkan atau dapat menimbulkan paparan radiasi atau paparan yg berasal dari zat radioaktif;
- penambangan atau pemrosesan bahan baku yang menimbulkan paparan yang berasal dari zat radioaktif;
- kegiatan lain yang dikhususkan oleh Badan Pengawas.

2. Situasi paparan darurat (*emergency exposure situation*); dan

Paparan yang timbul sebagai akibat kecelakaan, tindak kejahatan atau kejadian lain yang tidak diperkirakan, yang memerlukan aksi segera untuk mencegah atau mengurangi kerusakan yang ditimbulkan.

3. Situasi paparan yang sudah ada (*existing exposure situation*).

Paparan yang sebelumnya sudah ada ketika tindakan proteksi dan keselamatan radiasi dilakukan, termasuk paparan yang berasal dari alam.

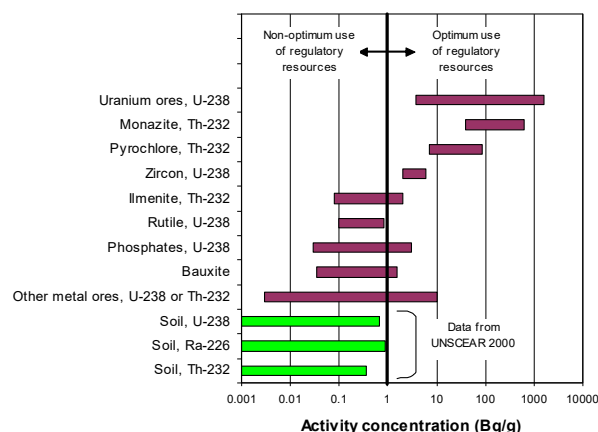
- paparan yg berasal dari sisa zat radioaktif pada kejadian masa lampau;
- Paparan yg berasal dari komoditas (barang dagangan) termasuk makanan, pakan hewan, air minum, dan bahan bangunan yang menggabungkan radionuklida yang berasal dari sisa zat radioaktif pada kejadian masa lampau;
- Paparan yang berasal dari radiasi alam termasuk radon dan turunannya, radionuklida alam dalam komoditas, dan paparan radiasi terhadap kru pesawat terbang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Provinsi Bangka Belitung merupakan salah satu daerah penghasil timah terbesar di Indonesia dengan adanya salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan timah yaitu PT Timah Tbk. Dalam penambangan timah, akan menghasilkan beberapa mineral ikutan (TENORM). Besaran nilai yang digunakan sebagai dasar dalam manajemen TENORM adalah besaran nilai konsentrasi aktivitas. Batasan nilai konsentrasi aktivitas tersebut adalah [4], [6]

1. 1 Bq/gram untuk tiap radionuklida anggota deret uranium dan thorium;
2. 10 Bq/gram untuk  $^{40}\text{K}$ .

Dalam proses pengolahan timah akan menghasilkan hasil samping seperti monasit, ilmenit, zircon, dll. Hasil samping inilah yang menjadi objek pengawasan dalam manajemen pengawasan TENORM. Pada gambar 1 dijelaskan terkait tipikal konsentrasi aktivitas untuk masing-masing dari radionuklida.



Gambar 1. Konsentrasi Aktivitas(Bq/g) untuk radionuklida tertentu

Berdasarkan dari hasil rapat koordinasi yang pernah diselenggarakan pada tahun 2017 tersebut di dapatkan informasi bahwa BATAN telah melakukan pemetaan radioaktivitas lingkungan di Provinsi Bangka Belitung [7]. Dari hasil pemetaan yang telah dilakukan oleh BATAN tersebut didapatkan hasil terkait dengan laju radioaktivitas lingkungan dan konsentrasi radionuklida pada permukaan tanah, termasuk konsentrasi aktivitas untuk TENORM dari aktivitas penambangan timah yang meliputi monasit, ilmenit, zircon, dan tin slag. Analisis terhadap radioaktivitas lingkungan bertujuan antara lain untuk [8]:

- a. mengetahui dan menetapkan data-data radioaktivitas alam, yaitu cacah latar atau *background radiation*. Cacah latar ini bervariasi dari satu tempat ke tempat lain dan dari waktu ke waktu.
- b. mengetahui besar dan jenis radioaktivitas yang dibebaskan oleh suatu fasilitas atau instalasi nuklir.
- c. mempelajari penyebaran dan pengambilan (*uptake*) radionuklida di lingkungan serta kemungkinan bahayanya bagi manusia.

Pada saat *site visit* ke salah satu penghasil TENORM sebagai bagian dari rangkaian agenda rapat koordinasi terkait dengan manajemen pengawasan TENORM, secara garis besar proses penambangan timah sampai didapatkan hasil samping mineral ikutan adalah sebagai berikut:

1. penambangan bijih timah dengan menggunakan salah satu metode yaitu metode pompa semprot (*gravel pump*);

2. pencucian bijih timah dengan menggunakan mekanisme gravitasi (perbedaan ketinggian);
3. hasil dari pencucian bijih timah dilakukan proses pemisahan dengan menggunakan meja getar (*shaker table*). Prinsip pemisahan berdasarkan pada densitas atau berat jenis dari mineral yang didapatkan. Pada umumnya dengan adanya meja getar (*shaker table*) akan didapatkan 3 jenis yaitu mineral berat, mineral ringan, dan mineral *middling* (berat jenis pada rentang antara ringan dan berat); dan
4. hasil akhir dari proses pemisahan dengan meja getar (*shaker table*) ini diharapkan bijih timah dengan kandungan yang cukup tinggi.

Salah satu hal yang menarik untuk dibahas terkait dengan proteksi dan keselamatan radiasi bagi pekerja yang bekerja pada kegiatan pertambangan yang menghasilkan TENORM. Pengaturan terhadap proteksi dan keselamatan radiasi diatur dalam PP No. 33 Tahun 2008. Terkait dengan TENORM tindakan yang harus dilakukan adalah dengan melakukan intervensi sebagaimana yang telah dijelaskan lebih detail dalam Peraturan Kepala BAPETEN No. 9 Tahun 2009, mekanisme bagaimana melakukan intervensi terhadap paparan yang berasal dari TENORM. Jika tindakan intervensi yang dilakukan melalui tindakan remedial tidak berhasil, maka penghasil TENORM harus mengikuti langkah selanjutnya dengan mengajukan izin penyimpanan zat radioaktif (penyimpanan TENORM) berdasarkan PP No. 29 Tahun 2008 dan Peraturan Kepala BAPETEN No. 16 Tahun 2013. Tindakan remedial yang bertujuan sebagai intervensi terhadap paparan yang berasal dari TENORM agar mencapai nilai di bawah tingkat intervensi.

Salah satu langkah dalam proses penambangan timah adalah hasil dari proses pencucian bijih timah dilakukan proses pemisahan dengan menggunakan meja getar (*shaker table*). Pada Gambar 2 merupakan kumpulan karung yang berisi bijih timah (kalsiterit) dengan kadar tertentu (%) sebagai hasil akhir dari proses meja getar (*shaker table*) yang telah ditetapkan oleh pemegang izin usaha pertambangan (IUP) operasi produksi timah. Kumpulan karung tersebut dikumpulkan dalam lokasi yang tidak jauh dari meja getar (*shaker table*).



Gambar 2. Bijih timah (kalsiterit) dengan kadar tertentu (%)

Potensi penerimaan paparan radiasi pada daerah pertambangan kemungkinan besar hanya akan pada posisi-posisi tertentu, seperti daerah di meja getar (*shaker table*). Berdasarkan dari hasil pengukuran laju paparan radiasi pada area di sekitar kumpulan karung sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, didapatkan nilai yang berkisar antara 3-4  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ . Dengan asumsi pendekatan konservatif bahwa pekerja yang berada pada area tersebut 6 jam/ hari, 6 hari/ minggu, dan 50 minggu/ tahun, maka didapatkan nilai dosis tahunan sebesar 5,4 – 7,2 mSv/ tahun.

Jika melihat ketentuan yang ada di dalam peraturan yang ada saat ini bahwa pekerja radiasi adalah setiap orang yang bekerja di instalasinuklir atau instalasi radiasi pengion yang diperkirakan menerima dosis tahunan melebihi dosis untuk masyarakat umum. Nilai batas dosis untuk anggota masyarakat adalah 1 mSv/ tahun. Sehingga diperlukan upaya proteksi dan keselamatan radiasi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Berdasarkan definisi yang tertuang dalam PP No. 33 Tahun 2007, Proteksi Radiasi adalah tindakan yang dilakukan untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak akibat paparan radiasi. Sedangkan, keselamatan Radiasi merupakan tindakan yang dilakukan untuk melindungi pekerja, anggota masyarakat, dan lingkungan hidup dari bahaya radiasi[3]. Dengan data laju paparan radiasi pada kumpulan karung sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, menunjukkan bahwa pekerja yang bekerja di area tersebut memiliki potensi untuk menerima nilai dosis tahunan sebesar 5,4 – 7,2 mSv/tahun. Dengan nilai dosis sebesar itu maka pekerja yang bekerja di area tersebut dapat diklasifikasikan sebagai pekerja radiasi. Sehingga pekerja tersebut harus mendapatkan proteksi dan keselamatan radiasi yang ditimbulkan oleh paparan radiasi dari kumpulan karung tersebut.

Kerangka pengaturan pengawasan terhadap proteksi dan keselamatan radiasi yang masih berdasarkan pada PP No. 33 tahun 2007, memberikan tantangan terhadap pengaturan pengawasan TENORM. Konsep intervensi yang dilakukan ketika nilai konsentrasi aktivitas melebihi dari nilai tingkat intervensi sebagaimana tertuang dalam Peraturan Kepala BAPETEN No. 9 Tahun 2009. Penghasil TENORM memiliki kewajiban melakukan intervensi berdasarkan hasil analisis keselamatan radiasi. Pelaksanaan intervensi sampai pelaksanaan penyimpanan zat radioaktif (TENORM) sudah dijelaskan secara detail langkah-langkah yang harus dilakukan mengacu pada Peraturan Kepala BAPETEN. Hanya saja terkait dengan proteksi dan keselamatan radiasi pada saat proses penambangan sampai dengan didapatkan mineral timah kalsiterit dengan kadar tertentu (%) masih belum dijelaskan.

Dalam menjalankan fungsinya memberikan fasilitasi dan pembinaan terhadap kegiatan instansi pemerintah di bidang pengawasan tenaga nuklir, BAPETEN mempunyai kewenangan diantaranya untuk melakukan penjaminan keselamatan dan kesehatan pekerja dan anggota masyarakat serta perlindungan

lingkunganhidup dari bahaya nuklir[9]. BAPETEN perlu bekerjasama dan berkoordinasi dengan instansi lain seperti Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang bersinggungan dengan kegiatan yang dimungkinkan akan menghasilkan mineral ikutan (TENORM).

Proses amandemen perubahan PP No. 33 Tahun 2007 yang masih berlangsung saat ini dengan mengikuti rekomendasi IAEA terbaru terkait proteksi dan keselamatan radiasi yaitu *GSR Part 3 (2014)*. Dengan pendekatan dari *GSR Part 3(2014)* yaitu pada situasi paparan yang ditimbulkan, maka “kegiatan penambangan atau pemrosesan bahan baku yang menimbulkan paparan yang berasal dari zat radioaktif” masuk kedalam situasi paparan terencana. Situasi paparan terencana timbul dari suatu operasi yang telah direncanakan terhadap sumber radiasi atau dari suatu kegiatan yang direncanakan yang menghasilkan paparan radiasi. Karena ketentuan untuk proteksi dan keselamatan radiasi dapat dilakukan sebelum memulai kegiatan terkait serta paparan dan kemungkinan terjadinya dapat dibatasi sejak awal. Sarana utama untuk mengendalikan paparan terencana adalah dengan merancang:

1. fasilitas;
2. peralatan;
3. prosedur operasi yang baik; dan
4. pelatihan.

Situasi paparan terencana terbagi dalam 3 jenis paparan, yaitu paparan kerja, paparan masyarakat, dan paparan medik. Dengan melihat contoh pada penjelasan Gambar 2 tadi, maka proteksi dan keselamatan radiasi ditujukan terhadap paparan yang diterima oleh pekerja sebagai akibat dari pekerjaannya sehingga dapat disebut sebagai paparan kerja. Prinsip dan proteksi keselamatan radiasi meliputi justifikasi, optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi, dan limitasi dosis.

Beberapa pertimbangan yang bertujuan dalam poteksi dan keselamatan radiasi terhadap paparan kerja harus mempertimbangkan beberapa hal diantaranya:

1. tanggung jawab dari badan pengawas;
2. tanggung jawab pemegang izin terhadap proteksi pekerja;
3. tanggung jawab pekerja radiasi;
4. pemantauan dan rekaman terhadap paparan kerja;
5. program proteksi dan keselamatan radiasi;
6. kajian terhadap paparan kerja dan pemantauan kesehatan pekerja;
7. kondisi layanan;
8. pelatihan; dan
9. pengaturan terhadap pekerja wanita dan orang di bawah usia 18 tahun.

Dengan kondisi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 tadi, maka dengan mengikuti ketentuan dari rekomendasi IAEA *GSR Part 3 (2014)*, maka pengawasan terhadap proteksi dan keselamatan radiasi sebagai akibat dari paparan kerja untuk pekerja radiasi yang terlibat dalam situasi paparan terencana dalam hal

ini kegiatan pertambangan yang menghasilkan TENORM dapat terlindungi dan terawasi dari awal sebelum memulai kegiatan pertambangan. Hanya saja dengan masih berlangsungnya proses amandemen perubahan PP No. 33 Tahun 2007, maka BAPETEN harus melakukan pembinaan dan meningkatkan kesadaran (*awareness*) dari penghasil TENORM, pentingnya proteksi dan keselamatan radiasi terhadap pekerja di area pertambangan yang menghasilkan mineral ikutan (TENORM).

## KESIMPULAN

Perlunya identifikasi persyaratan pengaturan yang diperlukan untuk mencapai keselamatan radiasi berdasarkan peraturan terkait TENORM yang masih berlaku dengan konsep perubahan yang akan diatur dalam amandemen PP No. 33 Tahun 2007. Konsep pengawasan peraturan terhadap pengawasan TENORM berdasarkan PP No. 33 Tahun 2007 dan peraturan pelaksanaannya menjelaskan bahwa penghasil TENORM harus melakukan tindakan intervensi terhadap paparan yang berasal dari TENORM melalui tindakan remedial berdasarkan tingkat intervensi. Ketika tindakan remedial tidak berhasil maka penghasil TENORM harus mengajukan izin penyimpanan zat radioaktif (penyimpanan TENORM).

Proteksi dan keselamatan radiasi bagi pekerja yang bekerja di area pertambangan perlu mendapatkan perhatian lebih. Dengan sedang berlangsungnya proses amandemen PP No. 33 Tahun 2007 diharapkan pengaturan proteksi dan keselamatan pekerja yang bekerja di area pertambangan dapat terlindungi dan terawasi. Proses amandemen yang mengikuti rekomendasi *IAEA GSR Part 3 (2014)* tentang *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources* menggunakan pendekatan situasi paparan yang terbagi dalam situasi paparan terencana, situasi paparan darurat, dan situasi paparan yang sudah ada. Oleh karena itu, dengan konsep pendekatan situasi paparan terencana sebagaimana disebutkan dalam *GSR Part 3 (2014)*, maka kegiatan penambangan atau pemrosesan bahan baku yang menimbulkan paparan yang berasal dari zat radioaktif (TENORM) dapat direncanakan sebelum memulai kegiatan serta paparan dan kemungkinan terjadinya dapat dibatasi sejak awal. Beberapa pertimbangan dalam proteksi dan keselamatan radiasi terhadap paparan kerja harus mempertimbangkan beberapa hal diantaranya tanggung jawab pemegang izin, tanggung jawab pekerja radiasi, pemantauan dan rekaman terhadap paparan kerja, program proteksi dan keselamatan radiasi, pelatihan, dan pengaturan terhadap pekerja wanita hamil dan orang di bawah usia 18 tahun.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Republik Indonesia (1997) Undang-undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran. Setneg, Jakarta.
- [2] Republik Indonesia (2008) Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2008 Tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion

- [3] Dan Bahan Nuklir. Setneg, Jakarta.  
Republik Indonesia (2007) Peraturan Pemerintah Nomor 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif. Setneg, Jakarta.
- [4] Republik Indonesia (2009) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 9 Tahun 2009 tentang Intervensi Terhadap Paparan yang Berasal dari Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material. Setneg, Jakarta.
- [5] Republik Indonesia (2013) Peraturan Kepala BAPETEN nomor 16 Tahun 2013 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penyimpanan Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material. Setneg, Jakarta.
- [6] IAEA (2014) Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards (GSR Part 3). IAEA, Vienna.
- [7] S. Eko Pujadi, Dadong Iskandar (2017) Presentation on Radiological Assessment of NORM in Indonesia: Bangka Belitung Province.
- [8] Wisnu Arya Wardhana (1994) Teknik Analisis Radioaktivitas Lingkungan. Andi Offset, Yogyakarta.
- [9] Republik Indonesia (2001) Keputusan Presiden Nomor 103 tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Lembaga Pemerintah Non Departemen.

NO	Nama penanya	Kode Makalah	Nama Penyaji	Pertanyaan dan Jawaban
1.	Hermawan Candra (BATAN)	OA13	Hermawan PY (BAPETEN)	<p>Apakah sudah ada Perka BAPETEN yang mengatur TENORM yang berkaitan dengan batasan aktivitas radionuklir TENORM?</p> <p>Jawab:</p> <p>Terkait dengan Pengawasan TENORM terdapat 2 peraturan Kepala BAPETEN terkait yaitu Peraturan Kepala BAPETEN No. 9 Tahun 2009 tentang Intervensi Terhadap Paparan yang Berasal dari <i>Technologically Enhanced Naturally Occuring Radioactive Material</i> dan Peraturan Kepala BAPETEN No. 16 Tahun 2013 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penyimpanan <i>Technologically Enhanced Naturally Occuring Radioactive Material</i>.</p> <p>Besaran nilai yang digunakan sebagai dasar dalam manajemen TENORM adalah besaran nilai konsentrasi aktivitas. Batasan nilai konsentrasi aktivitas tersebut adalah</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 1 Bq/gram untuk tiap radionuklida anggota deret uranium dan thorium;</li> <li>4. 10 Bq/gram untuk <sup>40</sup>K.</li> </ol>