

## KONSEPSI REFERENCE LEVEL NASIONAL UNTUK PAPARAN YANG TELAH ADA

Moekhamad Alfiyan

Bidang Pengkajian Industri dan Penelitian-BAPETEN

Jl. Gajah Mada 8 Jakarta Pusat

Email: [m.alfiyan@bapeten.go.id](mailto:m.alfiyan@bapeten.go.id)

### ABSTRAK

Peraturan pemerintah No. 33 tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif telah mengamanatkan kepada BAPETEN untuk melakukan intervensi terhadap paparan yang berasal dari NORM (*Naturally Occurring Radioactive Material*). Oleh karena itu diperlukan suatu indikator ataupun nilai acuan/*reference level* sebagai batas perlu tidaknya suatu intervensi. Penyusunan makalah ini untuk memberikan bahan masukan *reference level* nasional dari paparan yang telah ada untuk pengembangan peraturan nasional berhubungan dengan intervensi terhadap paparan yang telah ada, termasuk NORM. *Referencel level* untuk radon dalam ruangan sebesar 300 Bq/m<sup>3</sup>, tindakan protektif diperlukan untuk pemukiman yang mengandung konsentrasi radon dalam ruangan lebih dari *reference level*. *Reference level* radionuklida dalam bahan bangunan mempertimbangkan nilai batas dosis masyarakat yang besarnya 1 mSv yang implikasinya berupa persyaratan nilai konsentrasi aktivitas radionuklida alam di dalam bahan bangunan dan dilanjutkan dengan penentuan indeks konsentrasi aktivitas. *Reference level* radionuklida dalam bahan pangan juga memperhitungkan nilai batas dosis untuk masyarakat sebesar 1 mSv/tahun. *Reference level* radionuklida dalam air minum dapat menggunakan nilai yang ditetapkan oleh WHO, yaitu 1 Bq/L untuk Gross  $\beta$  dan 0,5 Bq/L untuk gross  $\alpha$ . *Reference level* untuk radiasi kosmik yang diterima awak pesawat sebesar 5 mSv/tahun.

Kata Kunci: Reference Level, intervensi, radionuklida

### ABSTRACT

*Government Regulation No 33 years 2007 on ionizing radiation safety and radioactive sources security has stated that BAPETEN should carry out intervention to exposure from NORM. Intyervention will need an indicator or reference level to do it. This paper to give consideration regarding national reference level for existing exposure including NORM (Naturally Occurring Radioactive Material). Radon reference level is 300 Bq/m<sup>3</sup>, protective action are required to dwelling contain radon concentration more than the reference level Reference level for building material consider public dose limit is 1 mS/year wich is showed as naturally radioactive concentration in material then index of concentration. Reference level for radionuclides in the food considere public dose limit is 1 mSv/year. Reference level of radionuclides in the drinking water can use WHO requirement with 1 Bq/L for gross  $\beta$  and 0,5 Bq/L for gross  $\alpha$  Reference level for cosmic received by aircrew is 5 mSv.*

*Key Words: Reference Level, Intervention, Radionuclides*

### PENDAHULUAN

GSR Part 3 mengelompokkan situasi paparan radiasi menjadi: paparan yang direncanakan (*planned exposure*), paparan darurat (*emergency exposure*) dan paparan yang telah ada (*existing exposure*), yang meliputi: paparan radon dalam ruangan, konsentrasi aktivitas radionuklida dalam barang konsumen, pangan, air minum dan bahan bangunan, paparan dari material yang mengandung radionuklida U dan Th serta K, dan juga paparan sinar kosmik terhadap awak pesawat dan ruang angkasa.

Dalam tatanan peraturan perundang-undangan nasional, yaitu: Peraturan Pemerintah No. 33 tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif, telah disebutkan bahwa BAPETEN berkewajiban melakukan intervensi terhadap paparan yang diakibatkan oleh NORM. Dalam peraturan perundangan nasional, terdapat dua terminologi

NORM dan TENORM. Pengertian dari NORM adalah Zat radioaktif yang secara alami terdapat di alam. Zat radioaktif tersebut berasal dari deret uranium, thorium dan potassium. Sedangkan TENORM (*Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material*) adalah zat radioaktif alam yang dikarenakan kegiatan manusia atau proses teknologi terjadi peningkatan Paparan Potensial jika dibandingkan dengan keadaan awal.

Intervensi yang merupakan tindakan untuk menghindari paparan radiasi dapat dilakukan melalui tindakan protektif dan remedial. Intervensi akan dipertimbangkan apabila suatu kondisi radiasi telah melampaui nilai tertentu yang diperbolehkan. Oleh karena itu diperlukan suatu indikator ataupun nilai acuan/*reference level* sebagai batas perlu tidaknya suatu intervensi.

Dalam peraturan perundang-undangan nasional, persyaratan nilai batas yang

berhubungan dengan sumber paparan yang telah ada telah diatur oleh beberapa kementerian terkait, termasuk BAPETEN. Misalnya: batas radioaktivitas dalam air minum. Sedangkan parameter-parameter lain belum ditentukan nilai-nilai batasnya.

Makalah ini akan membahas beberapa *reference level* terkait radiasi yang berasal dari paparan *existing* yang dapat dipertimbangkan sebagai nilai batas intervensi yang akan diatur dalam peraturan perundang-undangan.

## METODOLOGI

Makalah ini disusun melalui telaahan terhadap pustaka terkait. Pustaka yang digunakan terutama *safety standar* yang diterbitkan oleh IAEA dan peraturan perundangan nasional terkait. Penyusunan makalah juga mempertimbangkan hasil-hasil kajian yang dilakukan oleh BAPETEN pada tahun-tahun sebelumnya [2,3].

## PEMBAHASAN

### Referece Level Radon

Pengawasan keselamatan radiasi akibat NORM/sumber radiasi alam memerlukan *reference level* yang harus ditetapkan oleh Badan Pengawas, mengingat pengawasan NORM termasuk intervensi terhadapnya menjadi tugas BAPETEN sebagaimana disebutkan dalam Peraturan Pemerintah No. 33 tahun 2007. Nilai *reference level* tersebut akan menjadi indikator kebutuhan intervensi terhadap suatu daerah akibat radiasi alam. Kondisi radiasi alam di atas nilai *reference level* yang ditetapkan akan memerlukan intervensi yang harus dilaksanakan oleh Badan Pengawas sampai pada nilai dibawahnya. Intervensi dapat bersifat tindakan protektif atau remedial, bergantung pada permasalahan radiasi alam yang terjadi. Untuk daerah yang anomali tingkat radiasi alamnya diakibatkan oleh karaktersitik geologi setempat dengan radius cukup besar, maka tindakan protektif lebih rasional untuk dipilih.

Mengingat implikasi intervensi dari suatu nilai *reference level* yang ditetapkan, maka dalam menetapkan nilai *reference level*, badan pengawasan harus mempertimbangkan faktor sosial ekonomi, terutama populasi yang akan terkena intervensi. Langkah awal dalam membuat nilai *reference level* adalah melaksanakan survei radon nasional, berdasarkan hasil survei radon nasional tersebut akan diketahui distribusi konsentrasi radon di seluruh wilayah, termasuk radon prone area.

BSS telah menetapkan nilai *reference level* konsentrasi radon dalam ruangan sebesar 300 Bq/m<sup>3</sup>. Nilai tersebut dapat bukanlah nilai batas mutlak yang harus dipenuhi oleh negara

anggota. ICRP menetapkan nilai batas konsentrasi radon dalam ruangan sebesar 600 Bq/m<sup>3</sup> sebelum direvisi pada tahun 2007. Dalam dokumen IAEA, SSG-32 tentang proteksi publik akibat paparan radiasi dalam ruangan akibat NORM melakukan pendekatan *graded approach* dengan mengkategorikan intervensi menjadi bersifat *voluntary* dan *mandatory*. Intervensi bersifat *voluntary* jika konsentrasi radon dalam ruangan pada nilai kurang dari atau sama dengan 3000 Bq/m<sup>3</sup> atau setara dengan dosis 100 mSv dan intervensi bersifat *mandatory/wajib* jika konsentrasi radon melampaui 3000 Bq/m<sup>3</sup>. Namun demikian, untuk menetapkan nilai *reference level* di atas 300 Bq/m<sup>3</sup>, badan pengawas harus dapat memberikan alasan/justifikasi ilmiah terhadap keputusan tersebut, karena sampai saat ini, nilai 300 Bq/m<sup>3</sup> merupakan nilai yang telah menjadi kesepakatan internasional. Sedangkan nilai batas sampai 3000 Bq/m<sup>3</sup> yang dirumuskan IAEA dapat membantu badan pengawas dalam mempertimbangkan keputusan intervensi terhadap radon prone area selain mempertimbangkan faktor sosial ekonomi.

Praktek nilai *reference level* 300 Bq/m<sup>3</sup> untuk kondisi kabupaten Mamuju, mungkin berdampak pada luasnya kawasan yang memerlukan intervensi. Berdasarkan hasil kajian BAPETEN, ditemukan beberapa pemukiman di Desa Botteng yang termasuk kelompok radon prone area (daerah dengan konsentrasi di dalam pemukiman penduduk melampaui 300 Bq/m<sup>3</sup>). Untuk mengatasi hal tersebut, tindakan protektif terhadap paparan radon perlu direkomendasikan kepada masyarakat. Tindakan protektif melalui peningkatan fungsi ventilasi dan mempertahankan rumah tradisional berupa rumah panggung.

### Reference level Radionuklida dalam Bahan Bangunan

*Reference level* radionuklida dalam bahan bangunan harus mempertimbangkan nilai batas dosis masyarakat yang besarnya kurang dari atau sama dengan 1 mSv. Implikasinya berupa persyaratan nilai konsentrasi aktivitas radionuklida alam di dalam bahan bangunan dan dilanjutkan dengan penentuan indeks konsentrasi aktivitas. Indeks konsentrasi aktivitas berhubungan dengan dosis radiasi gamma di bangunan yang dibangun dari bahan bangunan tertentu. Indeks konsentrasi aktivitas merupakan alat *screening* untuk mengidentifikasi bahan bangunan yang membutuhkan pembatasan. Indeks konsentrasi aktivitas dirumuskan di bawah:

$$I = \frac{C_{Ra}}{300 \text{ Bq/kg}} + \frac{C_{Th}}{200 \text{ Bq/kg}} + \frac{C_K}{3000 \text{ Bq/kg}}$$

Di mana :

$C_{Ra}$  adalah konsentrasi aktivitas  $^{226}Ra$  di dalam bahan bangunan dalam satuan Bq/kg

$C_{Th}$  adalah konsentrasi aktivitas  $^{232}Th$  di dalam bahan bangunan dalam satuan Bq/kg

$C_K$  adalah konsentrasi aktivitas  $^{40}K$  di dalam bahan bangunan dalam satuan Bq/kg

Jika indeks konsentrasi I kurang dari 1 untuk ukuran *bulk*, seperti beton dan bata, atau I kurang dari 6 untuk bahan *superficial* seperti ubin, dosis efektif tahunan akibat paparan radiasi gamma dari bahan bangunan kurang dari tingkat panduan 1 mSv. Bahan bangunan seperti itu tidak harus tergantung dari pembatasan penggunaan. Untuk bahan bangunan yang memerlukan penelaahan lebih lanjut, maka harus dilakukan perhitungan dosis menggunakan model ruangan yang menunjukkan ruangan tertentu yang dibangun dari bahan bangunan tertentu. Model ruangan juga memungkinkan adanya paparan eksternal *background outdoor* karena radionuklida yang berasal dari alam dalam tanah yang tidak terganggu. Dosis efektif hasil perhitungan harus dibandingkan dengan tingkat panduan. Jika dosis efektif terhitung kurang dari tingkat panduan 1 mSv, bahan bangunan tidak perlu dibatasi penggunaannya. Jika dosis efektif hasil perhitungan melebihi nilai tingkat panduan 1 mSv, maka harus ditentukan langkah-langkah yang mungkin saja memerlukan dana untuk pembatasan penggunaan bahan bangunan tersebut. Penting untuk diketahui bahwa residu/sisa dari industri yang melibatkan NORM, seperti abu terbang dan fosfogipsum, kadang digunakan dalam pembuatan berbagai macam bahan bangunan. Abu terbang dan fosfogipsum yang dihasilkan oleh industri NORM diatas merupakan fenomena TENORM yang mungkin memerlukan pengawasan. Indeks aktivitas, atau metode penilaian dosis alternatif harus diterapkan sampai bahan bangunan siap pakai; ini tidak ditujukan untuk diterapkan dalam komponen penyusunan bahan bangunan. Jika residu mengandung radionuklida lain selain  $^{226}Ra$ ,  $^{232}Th$  dan  $^{40}K$ , maka harus dilakukan penilaian terhadap paparan akibat radionuklida ini. Jika  $^{232}Th$  dan  $^{226}Ra$  tidak dalam keadaan setimbang di dalam residu, maka konsentrasi  $^{228}Ra$  harus digunakan untuk menggantikan konsentrasi  $^{232}Th$ .

#### Reference level Radionuklida dalam Bahan Pangan

Penentuan *reference level* radionuklida dalam bahan pangan mempertimbangkan dosis efektif yang diterima orang representatif tidak lebih dari 1 mSv/tahun. Selain itu juga dapat mempertimbangkan tingkat panduan kandungan

radionuklida dalam bahan pangan yang diperdagangkan secara internasional yang dapat mengandung zat radioaktif akibat kedaruratan nuklir atau radiologik sebagaimana dipublikasikan oleh FAO/WHO Codex Alimentarius Commission yang ditetapkan:

- Berdasarkan kriteria dosis 1 mSv/tahun
- Mengasumsikan fraksi dari bahan pangan yang diimpor oleh negara adalah 0,1.
- Dosis akibat radionuklida alam tidak dimaksudkan untuk pengendalian (puluhan sampai ratusan mikrosievert/tahun).

#### Reference Level Radionuklida dalam Air Minum

Pemenuhan terhadap nilai baku tingkat Gross  $\alpha$  dan Gross  $\beta$  dalam Perka BAPETEN No. 2 tahun 1999 (berdasarkan 10 % baku tingkat lingkungan untuk radionuklida yang tidak diketahui = 0,04 Bq/l) tidak dapat dipenuhi oleh sebagian besar air minum dalam kemasan, terutama untuk parameter Gross  $\beta$ . Namun jika dibandingkan dengan nilai yang ditetapkan oleh WHO, yaitu 1 Bq/L untuk Gross  $\beta$  dan 0,5 Bq/L untuk Gross  $\alpha$ , nilai konsentrasi aktivitas Gross  $\alpha$  dan Gross  $\beta$  yang terkandung dalam air minum dalam kemasan masih dibawah nilai tersebut. Fenomena tersebut menjadikan pentingnya mengamendemen nilai baku tingkat air minum sedemikian rupa sehingga dapat dioperasionalkan namun tetap proporsional dengan tingkat resiko kesehatan yang diizinkan.

#### Reference Level untuk awak pesawat

Perhatian terhadap dosis radiasi kosmik yang diterima oleh awak pesawat (pilot dan pramugari) masih sangat kurang. ICRP pada tahun 1990 telah mengidentifikasi awak pesawat sebagai kelompok pekerja yang terkena paparan. Dosis yang diterima pilot dan pramugari sering lebih besar dari dosis yang diterima pekerja radiasi.

The Federal Aviation Administration (FAA) memperhatikan resiko radiasi akibat kosmik terhadap awak pesawat pada tahun 1990 dengan menerbitkan Advisory Circular 120-52, "Radiation Exposure of Air Carrier Crewmembers. Menurut laporan tersebut, dosis rata-rata dari radiasi kosmik dan terestrial adalah 0,06  $\mu$ Sv/jam. Di ketinggian dari 35.000 kaki, yang merupakan ketinggian yang umum untuk penerbangan domestic, laju dosis dari sinar kosmik adalah 6  $\mu$ Sv/jam.

IAEA dalam SSG-32 mempertimbangkan nilai *reference level* untuk dosis yang diterima awak pesawat akibat kosmik sebesar 5 mSv. Penerbangan komersial akan bergantung ketinggian, lintang dan waktu dalam siklus matahari. Untuk penerbangan jarak jauh,

laju dosis diperkirakan 4  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  dan penerbangan jarak dekat 3  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ . Dengan estimasi dosis tersebut, maka dapat diperkirakan lama penerbangan yang diizinkan kepada awak pesawat sedemikian rupa sehingga nilai *reference level* 5 mSv tidak terlampaui.

## KESIMPULAN

*Reference level* nasional terhadap sumber radiasi yang termasuk dalam paparan yang telah ada diperlukan sebagai dasar pengendalian dan indikator kebutuhan intervensi.

1. *Reference level* radon dalam ruangan dinyatakan sebesar 300 Bq/m<sup>3</sup> sebagaimana rekomendasi IAEA. Untuk kondisi radon dalam ruangan melampaui nilai diatas maka disarankan tindakan protektif untuk menurunkannya.
2. *Referencel level* radionuklida dalam bahan pangan dan bahan bangunan ditetapkan dengan mempertimbangan besar dosis efektif yang diterima orang representatif tidak lebih dari 1 mSv/tahun. Pemenuhan persyaratan tersebut diimplikasikan dengan nilai batas konsentrasi radionuklida yang dipersyaratkan pada bahan pangan dan bahan bangunan.
3. *Reference level* radionuklida dalam air minum diusulkan mengikuti WHO, yaitu 1 Bq/L untuk Gross  $\beta$  dan 0,5 Bq/L untuk Gross  $\alpha$ , nilai konsentrasi aktivitas Gross  $\alpha$  dan Gross  $\beta$  yang terkandung dalam air minum dalam kemasan di Indonesia masih dibawah nilai tersebut.
4. *Referencel level* untuk awak penerbangan sebesar 5 mSv/tahun dapat dicapai dengan melakukan penatalaksanaan tugas personil oleh manajemen.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Peraturan Pemerintah No. 33 tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan Sumber Radioaktif.
2. P2STPFRZR, Laporan Hasil Kajian Pengkajian Baku Tingkat Radioaktivitas Untuk Pengawasan Air Minum, Bahan Bangunan Dan Optimisasi Paparan Publik Dari Lepasn Fasilitas Nuklir, Jakarta, (2008).
3. P2STPFRZR, Laporan Hasil Kajian NORM dan Potensi TENOEM di Kabupaten Mamuju, , Jakarta, (2013)
4. IAEA, , *GSR Part 3, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of radiation Sources: International Basic Safety Standards*, Vienna, (2011)
5. IAEA. *SSG-32 Protection of the Public against Exposure Indoors due to Radon and Other Natural Sources of Radiation*, Vienna, (2015).