



## Seminar Keselamatan Nuklir 2017



### PENERAPAN NILAI BATAS LEPASAN RADIOAKTIVITAS ATMOSFERIK DI KAWASAN NUKLIR SERPONG

Arif Yuniarto<sup>1</sup>, Syahrir<sup>2</sup>, Untara<sup>1</sup>, Chevy Cahyana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Badan Tenaga Nuklir Nasional, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan

<sup>2</sup> Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Jl. Gajah Mada no. 8, Jakarta Pusat

e-mail: arif\_y@batan.go.id

#### ABSTRAK

Fasilitas nuklir di Kawasan Nuklir Serpong (KNS) telah dirancang, dibangun dan dioperasikan oleh Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) dengan memperhatikan faktor keselamatan. Pada kondisi operasi normal, fasilitas nuklir berpotensi melepaskan zat radioaktif ke udara dan badan air. Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) telah mengundang Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013 Tentang Nilai Batas Radioaktivitas Lingkungan. Namun demikian, peraturan tersebut belum dapat diterapkan secara optimal di KNS, terutama terkait lepasan ke udara. Makalah ini bertujuan untuk memberikan tinjauan terhadap dua faktor utama yang perlu dipertimbangkan dalam penerapan nilai batas lepasan radioaktivitas ke udara di KNS secara lebih baik. Pertama, KNS terdiri dari beberapa fasilitas nuklir yang masing-masing memiliki cerobong dan mekanisme operasi yang spesifik. Kedua, fasilitas nuklir di KNS belum dilengkapi dengan sistem pemantauan cerobong yang mampu mendeteksi jenis radionuklida, seperti yang diatur dalam peraturan. Oleh karena itu, perlu dilakukan beberapa upaya strategis baik secara administratif maupun teknis. Secara administratif, pemantauan lepasan ke lingkungan di KNS dilaksanakan oleh unit kerja penanggung jawab fasilitas dengan landasan peraturan internal pelimpahan wewenang Kepala BATAN kepada Kepala Unit Kerja. Selain itu, unit kerja di KNS telah berkoordinasi dan menyampaikan dokumen Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Lingkungan Kawasan Nuklir Serpong kepada BAPETEN dengan melampirkan dokumen Kajian Perhitungan Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Lingkungan Kawasan Nuklir Serpong sebagai bagian program proteksi dan keselamatan radiasi untuk perizinan fasilitas nuklir. Dokumen tersebut menyajikan tabel nilai batas lepasan ke lingkungan, mengatur frekuensi pemantauan dan mekanisme pelaporan antara unit kerja penanggung jawab fasilitas nuklir dan Pusat Pendayagunaan Informatika dan Kawasan Strategis Nuklir (PPIKSN) selaku koordinator pemantauan lingkungan di KNS, serta mengatur ketentuan-ketentuan jika batas lepasan turunan mingguan terlewati. Secara teknis, fasilitas nuklir di KNS telah melakukan beberapa pendekatan metode pemantauan yang difokuskan pada pemenuhan peraturan dengan justifikasi teknis yang ilmiah tanpa mengabaikan aspek keselamatan dan proteksi radiasi. Pendekatan tersebut merupakan metode yang sesuai untuk penerapan saat ini sehingga pemantauan yang masih bersifat radioaktivitas total dapat dibandingkan dengan nilai batas lepasan per nuklida sesuai peraturan. Dengan demikian, dalam hal pemenuhan peraturan terkait batas lepasan, fasilitas nuklir di KNS telah melakukan beberapa upaya untuk menentukan nilai batas lepasan spesifik tapak, melakukan koordinasi teknis pemantauan lepasan, dan melakukan pendekatan metode pemantauan lepasan. Pendekatan yang sederhana dan konservatif terus dikembangkan secara bertahap untuk menghasilkan pemantauan yang lebih handal dan realistis.

**Kata kunci:** batas lepasan, pemantauan cerobong, Kawasan Nuklir Serpong

#### ABSTRACT

Nuclear facilities in Serpong Nuclear Zone (KNS) have been designed, built and operated by the National Nuclear Energy Agency (BATAN) by paying attention on safety factors. Under normal operation, nuclear facilities have the potential to release radioactive substances into air and water bodies. Nuclear Energy Regulatory Agency (BAPETEN) has issued BAPETEN Chairman Regulation Number 7 Year 2013 on Environmental Radioactivity Limit. Nevertheless, the regulation has not been optimally implemented in KNS, especially related to releases into air. The purpose of this paper is to give a review on two main factors that need to consider for better implementation of atmospheric radioactivity discharge limits in Serpong Nuclear Zone. First, KNS consists of several nuclear facilities where each has a stack and a specific operating mechanism. Second, the nuclear facilities at KNS have not been equipped with stack monitoring system that has capability to detect radionuclide types, as regulated. Therefore, it is necessary to perform some effort both administratively and technically. Administratively, environmental release monitoring at KNS is carried out by working unit which has responsibility on the facility based on regulation of authority delegation Head of BATAN to Head of Working Unit. In addition, work units at KNS have coordinated and submitted document of Radioactivity Discharge Limit to Environment around Serpong Nuclear Area by attaching document of Radioactivity Discharge Limit Calculation to Environment around KNS as part of radiation protection and safety program for nuclear facility permit. The document presents tables of discharge limit values to environment, regulates monitoring frequency and reporting mechanisms between work units and Center for Informatics and Nuclear Strategic Zone Utilization as the

*environmental monitoring coordinator at KNS, and regulates the provisions if the weekly derived discharge limit is exceeded. Technically, nuclear facilities at KNS have undertaken several approaches to monitoring methods focusing on regulatory compliance with scientific technical justification without neglecting aspects of safety and radiation protection. These approaches are convenient methods at the moment to make gross radioactivity monitoring can be compared with discharge limit value per-nuclide according to the regulation. Thus, in the case of compliance with regulation on discharge limits, nuclear facilities at KNS have made some efforts to determine site specific discharge limits, perform technical coordination on discharge monitoring, and perform approaches on methodology of discharge monitoring. Simple and conservative approaches are being developed gradually to produce more reliable and realistic monitoring.*

**Keywords:** *discharge limit, stack monitoring, Serpong Nuclear Zone*

## I. PENDAHULUAN

Kawasan Nuklir Serpong (KNS) merupakan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK) Nuklir yang berlokasi di Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Kecamatan Setu, Kota Tangerang Selatan. Di dalam kawasan ini terdapat berbagai fasilitas penelitian dan pengembangan teknologi nuklir antara lain reaktor riset serba guna, fasilitas produksi bahan bakar nuklir, fasilitas produksi radioisotop dan radiofarmaka, instalasi pengolahan limbah radioaktif serta fasilitas pendukung lainnya. Seluruh fasilitas tersebut merupakan fasilitas Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) yang merupakan Lembaga Pemerintah Non Kementerian yang didirikan berdasarkan Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 Tentang Ketenaganukliran [1].

Reaktor Serba Guna dan Laboratorium Penunjang (RSG-LP) di Kawasan Nuklir Serpong (KNS) telah dirancang, dibangun dan dioperasikan dengan memperhatikan faktor keselamatan baik untuk pekerja, masyarakat dan lingkungan. Namun demikian, tidak dapat dihindarkan sejumlah kecil zat radioaktif yang terlepas ke lingkungan. Pada kondisi operasi normal (bukan kecelakaan), fasilitas nuklir berpotensi melepaskan zat radioaktif ke udara (atmosferik) dan ke badan air (akuatik). Jika tidak dikelola dan dipantau dengan baik, lepasan zat radioaktif ke lingkungan berpotensi memberikan penerimaan dosis radiasi kepada masyarakat di sekitar KNS [2].

Di dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor SK. 63/Menlhk/Setjen/PKTL.4/2/2016 tentang Perubahan Izin Lingkungan Kegiatan Operasional Kawasan Nuklir Serpong dan Irradiator serta Fasilitas Lainnya di Kawasan Nuklir Serpong (KNS) – BATAN, PUSPIPTEK – Serpong, Kecamatan Setu, Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten, oleh Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) [3] juga dinyatakan bahwa salah satu dampak lingkungan yang dikelola adalah peningkatan lepasan radioaktif udara yang bersumber dari pengoperasian reaktor, proses produksi radioisotop, pengolahan bahan nuklir dan fabrikasi elemen bahan bakar nuklir, uji pasca iradiasi elemen bakar, serta pengelolaan limbah radioaktif. Indikator keberhasilan pengelolaan lingkungan hidup terkait dampak tersebut berupa aktivitas radionuklida tidak melebihi nilai batas lepasan radioaktivitas ke badan air.

Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Nomor 7 Tahun 2013 Tentang Nilai Batas Radioaktivitas Lingkungan [4] pada Pasal 6 dinyatakan bahwa Pemegang Izin (PI)

dari fasilitas harus menetapkan Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Lingkungan untuk tujuan desain proteksi radiasi fasilitas. Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Lingkungan harus disampaikan kepada Kepala BAPETEN yang menjadi bagian program proteksi dan keselamatan radiasi untuk pengajuan izin konstruksi, komisioning, dan operasi.

Dalam rangka melaksanakan peraturan tersebut, BATAN menyusun dokumen Kajian Perhitungan Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Lingkungan Kawasan Nuklir Serpong [5] dengan tujuan menetapkan nilai batas lepasan radioaktivitas ke lingkungan untuk seluruh instalasi di KNS yang memiliki potensi lepasan efluen radioaktif ke lingkungan. Batas lepasan ditetapkan untuk lepasan ke udara dan ke badan air. Batas lepasan tersebut merupakan panduan operasional satuan kerja yang ada di KNS dalam mengelola dan mengendalikan lepasan zat radioaktif ke lingkungan.

Namun demikian, lepasan zat radioaktif atmosferik di KNS perlu dikelola secara komprehensif mengingat ada 2 (dua) faktor utama yang menjadi titik berat untuk dipertimbangkan, baik secara administratif maupun teknis. Pertama, KNS terdiri dari beberapa fasilitas nuklir yang masing-masing memiliki cerobong dan mekanisme operasi yang spesifik. Kedua, fasilitas nuklir di KNS belum dilengkapi dengan sistem pemantauan cerobong (*stack monitoring*) yang mampu mendeteksi jenis radionuklida, seperti yang diatur dalam Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013 sehingga belum dapat dibandingkan dengan nilai batas lepasan radioaktivitas ke lingkungan untuk setiap radionuklida.

Makalah ini bertujuan untuk memberikan tinjauan terhadap dua faktor utama yang perlu dipertimbangkan dalam penerapan nilai batas lepasan radioaktivitas ke udara di KNS tersebut. Tinjauan ini difokuskan pada solusi penerapan nilai batas lepasan radioaktivitas ke udara dengan mempertimbangkan realitas terkini di KNS terkait organisasi secara administratif dan metode pengukuran secara teknis. Kondisi terkini di KNS tersebut selanjutnya dikaitkan dengan ketentuan-ketentuan dalam Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013 sehingga kepatuhan fasilitas nuklir terhadap peraturan badan pengawas tetap dapat dilakukan. Dalam hal ini, fasilitas nuklir tetap harus memiliki komitmen untuk menerapkan nilai batas lepasan radioaktivitas ke udara dengan pendekatan yang lebih baik di masa depan.

## II. LANDASAN TEORI

Dalam hal tinjauan terhadap penerapan nilai batas lepasan radioaktivitas ke udara di KNS, perlu diidentifikasi beberapa hal penting di dalam Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013 yang terkait dengan fokus tinjauan. Beberapa hal penting tersebut antara lain:

1. Pasal 4 menyatakan bahwa Pemegang Izin (PI) harus melaksanakan pemantauan lepasan ke lingkungan.
2. Pasal 6 menyatakan bahwa:
  - (1) PI dari fasilitas harus menetapkan Nilai Batas Lepasannya Radioaktivitas ke Lingkungan untuk tujuan desain proteksi radiasi fasilitas.
  - (2) Nilai Batas Lepasannya Radioaktivitas ke Lingkungan harus disampaikan kepada Kepala BAPETEN yang menjadi bagian program proteksi dan keselamatan radiasi untuk pengajuan izin konstruksi, komisioning, dan operasi.
  - (3) Dalam penetapan Nilai Batas Lepasannya Radioaktivitas ke Lingkungan, PI harus menetapkan nilai pembatas dosis spesifik tapak, menetapkan suku sumber dan asumsi jalur lepasan dari instalasi ke masyarakat, dan menghitung nilai batas lepasan.
  - (4) Nilai Batas Lepasannya Radioaktivitas ke Lingkungan disampaikan dalam satuan lepasan tahunan.
  - (5) Nilai Batas Lepasannya Radioaktivitas ke Lingkungan harus diturunkan untuk nilai batas lepasan mingguan.
3. Pasal 10 menyatakan bahwa:
  - (1) Dalam hal lepasan radioaktivitas ke lingkungan melebihi Nilai Batas Lepasannya Radioaktivitas ke Lingkungan PI harus menghentikan sementara kegiatan operasi, melaporkan kejadian kepada Kepala BAPETEN paling lambat 2 x 24 (dua kali dua puluh empat) jam secara tertulis sejak diketahuinya lepasan radioaktivitas ke lingkungan melebihi Nilai Batas Lepasannya Radioaktivitas ke Lingkungan, dan melakukan beberapa upaya, antara lain pengurangan tingkat lepasan radioaktivitas ke lingkungan, penyelidikan terhadap penyebab kejadian, kondisi kejadian dan konsekuensi dari kejadian tersebut, serta modifikasi fasilitas, perbaikan prosedur, dan/atau pencegahan berulangnya kejadian yang sama.
  - (2) PI harus melaporkan segala tindakan kepada Kepala BAPETEN.
  - (3) Dalam hal upaya tidak dilakukan, Kepala BAPETEN menghentikan sementara kegiatan operasi fasilitas.

Selain landasan peraturan, tinjauan juga menggunakan landasan kondisi terkini metode pemantauan cerobong fasilitas-fasilitas di KNS. Pada Laporan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Kawasan Nuklir Serpong Semester II Tahun 2016 Bab II.A.1 tentang Pengelolaan Dampak Lepasannya Zat Radioaktif ke Udara [6] dideskripsikan bahwa pemantauan cerobong fasilitas-fasilitas di KNS menggunakan metode pengukuran radioaktivitas total (*gross radioactivity*). Gas buang (gas, partikulat,

aerosol) yang lepas melalui cerobong dicuplik dan dicacah dengan sistem peralatan, baik yang bersifat terus menerus (kontinyu) maupun sesaat (batch). Oleh karena itu, hasil pemantauan cerobong di KNS belum dapat dibandingkan dengan nilai batas lepasan radioaktivitas ke lingkungan untuk setiap radionuklida, sesuai dengan peraturan BAPETEN. Pemantauan cerobong dengan metode pengukuran per radionuklida dilakukan tidak kontinyu untuk mengetahui komposisi radionuklida yang terkandung dalam gas buang. Namun demikian, pengukuran tersebut tidak mendeteksi radionuklida buatan (hasil fisi dan aktivasi).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013 pasal 4 menyatakan bahwa Pemegang Izin (PI) harus melaksanakan pemantauan lepasan ke lingkungan. Dalam konteks organisasi BATAN, PI adalah Kepala BATAN selaku pemohon perizinan terkait instalasi nuklir, pemanfaatan sumber radiasi pengion dan bahan nuklir yang bertanggung jawab terhadap permohonan perizinan tersebut. Namun demikian, fasilitas-fasilitas nuklir di KNS memiliki tugas pokok dan fungsi yang spesifik, serta secara praktis memiliki mekanisme yang spesifik dalam proses operasi dan lepasan zat radioaktif ke lingkungan melalui cerobong. Oleh karena itu, pelaksanaan pemantauan lepasan zat radioaktif ke lingkungan mengacu pada Peraturan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional Nomor 1 Tahun 2015 Tentang Pelimpahan Wewenang Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional Kepada Kepala Unit Kerja Eselon II Tertentu Terkait Permohonan Perizinan Instalasi Nuklir, Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir [7]. Pelimpahan wewenang ini dilakukan untuk efisiensi dan efektifitas di mana pejabat eselon II bertindak untuk dan atas nama BATAN.

Dalam rangka memenuhi Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013 pasal 6, KNS melakukan beberapa langkah strategis. Pusat Pendayagunaan Informatika dan Kawasan Strategis Nuklir (PPIKSN), yang dalam Peraturan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional Nomor 14 Tahun 2013 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Tenaga Nuklir Nasional [8] menyelenggarakan fungsi pelaksanaan pemantauan lingkungan Kawasan Nuklir Serpong, melaksanakan koordinasi dengan unit kerja yang memiliki fasilitas nuklir di KNS untuk melakukan kajian perhitungan nilai batas lepasan radioaktivitas ke lingkungan. Kajian perhitungan nilai batas lepasan radioaktivitas tersebut menggunakan metode yang telah diatur dalam Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013, di mana PI harus menetapkan nilai pembatas dosis spesifik tapak, menetapkan suku sumber dan asumsi jalur lepasan dari instalasi ke masyarakat, dan menghitung nilai batas lepasan.

Dalam kajian perhitungan nilai batas lepasan ini, penetapan nilai pembatas dosis spesifik tapak KNS mengacu pada Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013 Tentang Proteksi Dan Keselamatan Radiasi Dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir [9]. Pembatas dosis spesifik tapak, atau di dalam Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 disebut sebagai pembatas dosis untuk anggota

masyarakat, ditetapkan tidak melebihi 0,3 mSv (tiga persepuluh miliSievert) per tahun dan diberlakukan untuk satu kawasan. Dalam hal terdapat lebih dari satu fasilitas di satu kawasan, pembatas dosis wajib ditetapkan dengan mempertimbangkan kontribusi dosis dari masing-masing fasilitas atau instalasi.

Penetapan suku sumber lepasan ke udara dalam kajian perhitungan tersebut menggunakan data lepasan desain pada Laporan Analisis Keselamatan (LAK) masing-masing fasilitas. Pada LAK tersebut dapat diketahui jenis radionuklida dan jumlah radioaktivitas per nuklida yang berpotensi lepas dari fasilitas ke lingkungan. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi terkini bahwa pemantauan cerobong fasilitas-fasilitas di KNS menggunakan metode pengukuran radioaktivitas total. Penetapan suku sumber bukan merupakan tahapan yang urgen. Jenis dan jumlah suku sumber dapat diasumsikan dan selanjutnya dapat ditentukan faktor konversi dosis (*dose conversion factor*) untuk tiap radionuklida. Asumsi jalur lepasan dari instalasi ke masyarakat ditetapkan dengan mempertimbangkan data terkini kondisi masyarakat di sekitar KNS meliputi aspek demografi, tata guna lahan dan air, pola konsumsi, serta sosial dan budaya [10]. Berdasarkan kondisi masyarakat tersebut, selanjutnya dapat disusun suatu model jalur paparan radiasi terhadap suatu kelompok masyarakat yang berpotensi menerima dosis radiasi lebih tinggi (*representative person*) dibandingkan dengan masyarakat pada umumnya.

Setelah melewati metode perhitungan tersebut, diperoleh nilai batas lepasan tahunan per radionuklida yang berlaku untuk seluruh fasilitas nuklir di KNS yang selanjutnya diturunkan sebagai nilai batas lepasan mingguan. Nilai batas lepasan tersebut tidak dibagi lagi berdasarkan bobot suku sumber masing-masing fasilitas. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal. Pertama, suku sumber yang digunakan dalam perhitungan nilai batas lepasan merupakan data lepasan desain yang secara kuantitatif tidak menggambarkan kondisi terkini jumlah lepasan ke lingkungan. Kedua, pemantauan lepasan ke lingkungan dilakukan dalam periode mingguan dengan membandingkan dengan batas lepasan turunan mingguan. Jika ada satu atau lebih fasilitas yang lepasannya melebihi batas lepasan mingguan, maka lepasan tersebut diharapkan masih jauh dari batas lepasan tahunan. Dengan kata lain, pembatas dosis (atau bahkan nilai batas dosis) tahunan untuk anggota masyarakat belum terlewati.

Dokumen Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Lingkungan Kawasan Nuklir Serpong [11] selanjutnya disampaikan kepada BAPETEN dengan melampirkan dokumen Kajian Perhitungan Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Lingkungan Kawasan Nuklir Serpong sebagai bagian program proteksi dan keselamatan radiasi untuk perizinan fasilitas nuklir. Selain menyajikan tabel nilai batas lepasan ke lingkungan, dokumen tersebut juga mengatur frekuensi pemantauan serta mekanisme pelaporan antara unit kerja penanggung jawab fasilitas nuklir dan PPIKSN selaku koordinator pemantauan lingkungan di KNS. Di samping itu, dokumen tersebut juga mengatur ketentuan-ketentuan jika batas lepasan turunan

mingguan terlewati dalam rangka memenuhi ketentuan dalam Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013 pasal 10.

Secara lebih rinci, penerapan nilai batas lepasan radioaktivitas ke udara di KNS diatur sebagai berikut:

1. Penerapan batas lepasan mengikuti tahun kalender.
2. Untuk lepasan lebih dari satu radionuklida, berlaku rumus rasio penjumlahan sebagai berikut:

$$\sum_i^n \frac{A_i}{NBRL_i} \leq 1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

dengan

$A_i$  : Lepas radionuklida ke lingkungan radionuklida  $i$  hingga  $n$

$NBRL_i$  : Nilai Batas Radioaktivitas Lingkungan radionuklida  $i$  hingga  $n$

3. Setiap instalasi harus mengendalikan lepasan atmosferiknya tidak melewati batas lepasan turunan per minggu.
4. Setiap instalasi harus melakukan pengukuran lepasan radionuklida dari cerobongnya per minggu dan melaporkan lepasan tersebut ke PPIKSN per bulan.
5. PPIKSN menyampaikan informasi status total akumulasi tahunan lepasan cerobong kepada tiap instalasi terkait tingkat pemenuhan batas lepasannya per triwulan sehingga dapat diketahui sisa kuota lepasan yang masih tersedia atau terlewati per triwulan.
6. Dalam hal lepasan radioaktivitas ke lingkungan melebihi batas lepasan turunan per minggu, PI harus:
  - menghentikan sementara kegiatan operasi;
  - melaporkan kejadian kepada Kepala BAPETEN paling lambat 2 x 24 (dua kali dua puluh empat) jam secara tertulis sejak diketahuinya batas lepasan turunan per minggu terlampaui;
  - melakukan upaya pengendalian lepasan normal kembali; dan
  - setelah lepasan dapat normal kembali, PI meminta persetujuan kepada Kepala BAPETEN untuk mengoperasikan kembali fasilitas dengan menyampaikan secara tertulis penyelidikan terhadap penyebab kejadian, kondisi kejadian, dan konsekuensi dari kejadian tersebut serta adanya modifikasi fasilitas, perbaikan prosedur, dan/atau pencegahan berulangnya kejadian yang sama.

Diagram alir penerapan nilai batas lepasan radioaktivitas ke udara di KNS ditunjukkan pada Lampiran A.

Tinjauan terhadap faktor pertimbangan kedua, yaitu pemantauan cerobong fasilitas nuklir di KNS yang masih menggunakan metode pengukuran radioaktivitas total, difokuskan pada pemenuhan peraturan dengan justifikasi teknis yang ilmiah tanpa mengabaikan aspek keselamatan dan proteksi radiasi. Sebelum fasilitas mampu melakukan pemantauan cerobong secara kontinyu dan spesifik per radionuklida, ada beberapa pendekatan yang dapat dilakukan untuk memenuhi Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013,



yaitu pendekatan radiotoksitas, pendekatan komposisi radionuklida, dan pendekatan radionuklida utama.

Pendekatan radiotoksitas merupakan pendekatan paling sederhana dan konservatif. Pendekatan radiotoksitas dilakukan dengan mengelompokkan lepasan menjadi tiga kelompok radionuklida, yaitu gas mulia, iodin dan partikulat. Langkah selanjutnya adalah memilih radionuklida yang paling radiotoksik atau paling membatasi atau memberikan kontribusi dosis paling tinggi dari data lepasan desain untuk setiap kelompok radionuklida. Data pemantauan fasilitas yang berupa radioaktivitas total diasumsikan sebagai radioaktivitas dari radionuklida yang paling radiotoksik untuk setiap kelompok radionuklida tersebut. Fasilitas perlu melakukan penyesuaian alarm notifikasi pada pemantauan lepasan radioaktivitas total berdasarkan nilai batas lepasan radionuklida paling toksik. Sampai tahun 2016, pemantauan lepasan di KNS masih menggunakan pendekatan ini.

Pendekatan komposisi radionuklida dilakukan dengan menapis radionuklida utama berdasarkan kontribusi dosis (>90%). Selanjutnya, radionuklida utama tersebut dikelompokkan menjadi tiga kelompok radionuklida, yaitu gas mulia, iodin dan partikulat. Data pemantauan fasilitas yang berupa radioaktivitas total diasumsikan sebagai radioaktivitas dari radionuklida utama untuk setiap kelompok radionuklida tersebut. Penentuan komposisi radionuklida secara sederhana dapat dilakukan menggunakan data lepasan desain. Jika memungkinkan, penentuan komposisi radionuklida juga dapat dilakukan dengan pencuplikan lepasan yang kemudian diukur menggunakan spektrometri untuk mengidentifikasi radionuklida secara lebih realistis. Penentuan komposisi radionuklida dengan cara terakhir memerlukan perangkat pencuplikan dan analisis spektrometri yang handal. Seperti halnya pendekatan radiotoksitas, pendekatan ini juga menuntut fasilitas untuk melakukan penyesuaian alarm notifikasi pada pemantauan lepasan radioaktivitas total berdasarkan nilai batas lepasan radionuklida utama sesuai komposisinya.

Pendekatan radionuklida utama merupakan pendekatan yang paling mendekati ideal dalam pemantauan lepasan per radionuklida. Pendekatan ini dilakukan dengan mengukur radionuklida utama dengan kontribusi dosis di atas 1%. Pendekatan ini memerlukan perangkat pencuplikan lepasan dan analisis spektrometri yang handal. Pendekatan ini juga merupakan cikal bakal pengukuran lepasan secara ideal per radionuklida.

#### IV. KESIMPULAN

Penerapan dan pemenuhan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013 Tentang Nilai Batas Radioaktivitas Lingkungan belum dapat dilakukan secara optimal di KNS. Hal tersebut disebabkan oleh dua faktor utama yang mencakup aspek administratif dan teknis. Hal mendasar yang utama adalah belum tersedianya sistem pemantauan cerobong yang mampu mendeteksi jenis radionuklida, atau dengan kata lain masih berupa pengukuran radioaktivitas total sehingga belum dapat dibandingkan dengan nilai batas lepasan

radioaktivitas ke lingkungan untuk setiap radionuklida, sesuai dengan peraturan BAPETEN. Oleh karena itu perlu dilakukan beberapa pendekatan yang difokuskan pada pemenuhan peraturan dengan justifikasi teknis yang ilmiah tanpa mengabaikan aspek keselamatan dan proteksi radiasi. Pendekatan paling sederhana dan konservatif adalah pendekatan radiotoksitas. Dengan metode dan peralatan yang lebih mapan, pendekatan komposisi radionuklida dan pendekatan radionuklida utama juga dapat dilakukan untuk memberikan gambaran realistis terhadap lepasan cerobong fasilitas di KNS. Ketiga pendekatan tersebut diharapkan dapat diterapkan secara bertahap untuk mengarah pada implementasi yang lebih baik, sebelum akhirnya implementasi secara penuh dapat dilakukan menggunakan pemantauan cerobong per radionuklida dan *real-time*.

Faktor lain yang juga berpengaruh pada penerapan nilai batas lepasan adalah aspek administratif. KNS terdiri dari beberapa fasilitas nuklir yang masing-masing memiliki cerobong dan mekanisme operasi yang spesifik. Masing-masing fasilitas berada di bawah tanggung jawab unit kerja yang berbeda sesuai pelimpahan wewenang Kepala BATAN kepada Kepala Unit Kerja Eselon II terkait permohonan perizinan instalasi nuklir, pemanfaatan sumber radiasi pengion dan bahan nuklir. Hal ini memerlukan koordinasi yang lebih komprehensif di antara unit kerja di KNS sehingga pemantauan lepasan cerobong dalam satu kawasan dapat dikendalikan dengan baik. PPIKSN selaku unit kerja pelaksana pemantauan lingkungan KNS memiliki peran penting dalam koordinasi pemantauan lepasan atmosferik dari fasilitas nuklir. Koordinasi tersebut dimulai dari tahapan penentuan nilai batas lepasan hingga pada tahapan pemantauan lepasan dan pelaporannya.

Dengan demikian, dalam hal pemenuhan peraturan terkait batas lepasan, fasilitas nuklir di KNS telah melakukan beberapa upaya strategis seperti penentuan nilai batas lepasan spesifik tapak, melakukan koordinasi teknis pemantauan lepasan, dan melakukan pendekatan metode pemantauan lepasan. Pendekatan yang sederhana dan konservatif terus dikembangkan secara bertahap untuk menghasilkan pemantauan yang lebih handal dan realistis. Peningkatan koordinasi secara administratif dan kinerja sistem pemantauan lepasan secara teknis di KNS perlu dilakukan di masa mendatang. Pemantauan lepasan yang semakin baik akan berpengaruh koordinasi administratif yang semakin baik pula. Pada akhirnya diharapkan penerapan dan pemenuhan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013 dapat dilakukan secara menyeluruh.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Republik Indonesia, (1997), *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 1997 Tentang Ketenaganukliran*, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1997 Nomor 23, Sekretariat Negara, Jakarta.
- [2] Badan Tenaga Nuklir Nasional, (2015), *Dokumen Teknis Paket Teknologi Sistem Pemantauan Kontinyu Radiasi Udara Ambien Reaktor dan*

- Fasilitas Nuklir*, Pusat Pendayagunaan Informatika dan Kawasan Strategis Nuklir, Tangerang Selatan.
- [3] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, (2016), *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor SK.63/Menlhk/Setjen/PKTL.4/2/2016 Tentang Perubahan Izin Lingkungan Kegiatan Operasional Kawasan Nuklir Serpong dan Irradiator serta Fasilitas Lainnya di Kawasan Nuklir Serpong*, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.
  - [4] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, (2013), *Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 7 Tahun 2013 Tentang Nilai Batas Radioaktivitas Lingkungan*, Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2013 Nomor 839, Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, Jakarta.
  - [5] Badan Tenaga Nuklir Nasional, (2015), *Kajian Perhitungan Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Lingkungan Kawasan Nuklir Serpong*, Pusat Pendayagunaan Informatika dan Kawasan Strategis Nuklir, Tangerang Selatan.
  - [6] Badan Tenaga Nuklir Nasional, (2016), *Laporan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Kawasan Nuklir Serpong Semester II Tahun 2016*, Pusat Pendayagunaan Informatika dan Kawasan Strategis Nuklir, Tangerang Selatan.
  - [7] Badan Tenaga Nuklir Nasional, (2015), *Peraturan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional Nomor 1 Tahun 2015 Tentang Pelimpahan Wewenang Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional Kepada Kepala Unit Kerja Eselon II Tertentu Terkait Permohonan Perizinan Instalasi Nuklir, Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir*, Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 45, Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, Jakarta.
  - [8] Badan Tenaga Nuklir Nasional, (2013), *Peraturan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional Nomor 14 Tahun 2013 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Tenaga Nuklir Nasional*, Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2013 Nomor 1650, Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, Jakarta.
  - [9] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, (2013), *Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 Tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir*, Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2013 Nomor 672, Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, Jakarta.
  - [10] Badan Pusat Statistik dan Badan Tenaga Nuklir Nasional, (2011), *Pemutakhiran Data Rona Lingkungan Kawasan Nuklir Serpong*, Badan Pusat Statistik Kabupaten Tangerang dan Pusat Teknologi Limbah Radioaktif BATAN, Tangerang.
  - [11] Badan Tenaga Nuklir Nasional, (2015), *Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Lingkungan Kawasan Nuklir Serpong*, Pusat Pendayagunaan Informatika dan Kawasan Strategis Nuklir, Tangerang Selatan.

## LAMPIRAN

## A. Diagram alir penerapan nilai batas lepasan radioaktivitas ke udara di KNS

