



# PROSIDING

# SKN 2017

Seminar Keselamatan Nuklir

TEMA:

**Pengembangan Pengawasan Ketenaganukliran  
Berbasis Teknologi Informasi dan  
Komunikasi Publik**

**BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**

Jl. Gajah Mada No. 8 Jakarta Pusat 10120  
Telp. (+62-21) 63858269/70, Fax. (+62-21) 63858275



PROSIDING

 **SKN** 2017  
Seminar Keselamatan Nuklir

TEMA:  
Pengembangan Pengawasan Ketenaganukliran  
Berbasis Teknologi Informasi dan  
Komunikasi Publik

BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
Jl. Gajah Mada No. 8 Jakarta Pusat 10120  
Telp. (+62-21) 63858269/70, Fax. (+62-21) 63858275

## KATA PENGANTAR

**Dr. Syahrir, M.Sc**  
**Ketua Panitia**



Puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan berkat, rahmat dan kesehatan yang diberikan, sehingga prosiding Seminar Keselamatan Nuklir ini dapat terselesaikan dengan baik. Prosiding ini berisi kumpulan makalah-makalah dari para penyaji yang telah dipresentasikan dan didiskusikan pada acara Seminar Keselamatan Nuklir BAPETEN Tahun 2017 yang bertemakan “**Pengembangan Pengawasan Ketenaganukliran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi Publik**”.

Seminar ini terselenggara atas kerjasama Badan Pengawas Tenaga Nuklir dan program studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Gadjah Mada, yang diadakan pada tanggal 1 Agustus 2017 bertempat di Auditorium FMIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Seminar dihadiri oleh pemangku kepentingan dari seluruh daerah di Indonesia baik dari berbagai universitas maupun instansi pemerintah terkait. Pada seminar ini hadir juga pembicara utama yaitu Susanna Loof sebagai salah satu pakar komunikasi publik dari IAEA.

Makalah yang disajikan dalam prosiding sebanyak 68 dari 99 makalah yang masuk. Makalah dibagi menjadi 3 kelompok yaitu Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif dengan 12 makalah oral dan 15 makalah poster, Instalasi dan Bahan Nuklir dengan 9 makalah oral dan 21 makalah poster, dan Umum dengan 7 makalah oral dan 4 makalah poster.

Kami menyadari bahwa prosiding ini tentu saja tidak luput dari kekurangan, untuk itu segala saran dan kritik kami harapkan demi perbaikan prosiding pada terbitan tahun-tahun yang akan datang. Akhirnya kami berharap prosiding ini semoga dapat menjadi sumber informasi bermanfaat bagi yang memerlukan.

Jakarta, 24 November 2017

## SAMBUTAN



Prof. Dr. Ir. Jazi Eko Istiyanto, M.Sc, IPU  
Kepala BAPETEN

Selamat pagi, Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah menganugerahi kita semua dengan kesehatan dan kesempatan sehingga pada pagi yang berbahagia ini kita dapat menghadiri Seminar Keselamatan Nuklir 2017 BAPETEN, yaitu seminar yang diselenggarakan untuk mengakomodasi segenap perkembangan ilmiah guna meningkatkan kualitas pengawasan ketenaganukliran di Indonesia.

Tenaga nuklir dapat memberikan manfaat kepada masyarakat, tetapi pada sisi yang lain mempunyai risiko bila tidak dilakukan pengawasan dengan baik, untuk mengurangi terjadinya potensi resiko tersebut maka diperlukan pengawasan yang ketat dengan berdasar pada aspek *safety*, *security*, dan *safeguards* (3S). Pemanfaatan tenaga nuklir harus memenuhi tingkat keselamatan dan keamanan serta seifgard sesuai dengan ketentuan dan persyaratan yang berlaku.

Sesuai dengan Seminar kali ini yang bertema “**Pengembangan Pengawasan Ketenaganukliran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi Publik**”. Perkembangan teknologi informasi dan semakin perlu dibukanya porsi keterlibatan masyarakat dalam pengambilan keputusan sangat diperlukan untuk mencapai pengawasan ketenaganukliran yang efektif. Kedua hal ini akan menjadi pokok bahasan oleh para pembicara kunci kita.

Berdasarkan UU No. 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran, salah satu tujuan pengawasan adalah untuk menjamin keselamatan pekerja, masyarakat dan lingkungan hidup. Undang-undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mensyaratkan keterlibatan masyarakat dalam izin lingkungan untuk suatu kegiatan dengan risiko tinggi. Selain itu efektivitas pengawasan meningkat seiring besarnya partisipasi publik di dalamnya. Untuk mewujudkan hal tersebut, perlu adanya komunikasi antara BAPETEN, stakeholder dan masyarakat. Melalui komunikasi diharapkan akan terbangun kesepahaman dalam mencapai tujuan pengawasan. Komunikasi Publik ini dimaksudkan agar masyarakat luas mengerti dan memahami dengan baik akan tugas dan fungsi lembaga dalam mengemban tugas, sesuai UU No. 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran, sekaligus dinamisasi regulasi seiring perkembangan kemajuan zaman dan semakin pesatnya pertumbuhan pemanfaatan tenaga nuklir di tanah air.

Melihat perkembangan pemanfaatan tenaga nuklir yang semakin pesat saat ini, BAPETEN tidak lagi hanya menitikberatkan pada 3 pilar pengawasan yaitu peraturan, perizinan dan inspeksi, tetapi juga melibatkan teknologi informasi dan komunikasi publik. Masalah keamanan nuklir juga mengemuka sebagai akibat dampak perkembangan digital salah satunya berupa *cyber attacks* maupun pemanfaatannya dengan teknologi lainnya seperti senjata pemusnah. Seiring dengan itu, pemanfaatan teknologi informasi pada pengawasan ketenaganukliran juga berkembang dengan pesat dan telah diaplikasikan di BAPETEN. Hal ini akan dibahas lebih lanjut pada pembicaraan saya nanti.

Untuk meningkatkan penguatan pengawasan ketenaganukliran untuk kesejahteraan dan kemandirian bangsa, BAPETEN akan terus menggalang kerjasama dengan berbagai pihak yang menjadi stakeholder BAPETEN, seperti BATAN, KEMENKES, organisasi profesi, organisasi masyarakat, perguruan tinggi, dan sebagainya.

Demikian hal ini kami sampaikan, Selanjutnya dengan mengucapkan Bismillahirrahmaanirrahiim, Seminar Keselamatan Nuklir BAPETEN 2017 ini resmi dibuka.

Terima kasih.

**Wassalamu'alaikum Wr. Wb.**

## SUSUNAN PANITIA

### SEMINAR KESELAMATAN NUKLIR 2017

- |   |   |  |         |
|---|---|--|---------|
| 1. PENGARAH                             | : | Prof. Dr. Jazi Eko Istiyanto, M.Sc., IPU | BAPETEN |
|   |   | Dr. Khoirul Huda, M.Eng                  | BAPETEN |
|   |   | Drs. Hendriyanto Hadi Tjahyono, M.Si     | BAPETEN |
|   |   | Prof. Dr. Triyono, S.U.                  | UGM     |
| 2. PENANGGUNGJAWAB                      | : | Dr. Eng. Yus Rusdian Akhmad              | BAPETEN |
|   |   | Drs. Edi Winarko, M.Sc., P.hD            | UGM     |
| 3. PENYELENGGARA                        |   |  |         |
| Ketua                                   | : | Dr. Syahrir, M.Sc                        | BAPETEN |
| Wakil Ketua                             | : | 1. Dra. Leily Savitri                    | BAPETEN |
|   |   | 2. Nurul Hidayat, M.Kom.                 | UGM     |
| Sekretariat                             | : | 1. Iswandarini                           | BAPETEN |
|   |   | 2. Intanung Syafitri, S.Si               | BAPETEN |
|   |   | 3. Diella Ayudhya Susanti, MIL           | BAPETEN |
|   |   | 4. Nurhandiansyah, ST                    | BAPETEN |
|   |   | 5. Hani Febri Mustika, S.Kom.            | UGM     |
| Sie Persidangan                         |   |  |         |
| Koordinator                             | : | Rini Suryanti, M.Si                      | BAPETEN |
| Anggota                                 | : | 1. Zalfy Hendry Eka Putra, MT            | BAPETEN |
|   |   | 2. Endang Kunarsih, M.Si                 | BAPETEN |
|   |   | 3. Indah Annisa, M.Si                    | BAPETEN |
|   |   | 4. Lia Farhatuaini, S.Kom                | UGM     |
|   |   | 5. Putu Sugiartawan, M.Cs.               | UGM     |
|   |   | 6. Muh Amin Nurrohmat, S.Kom.            | UGM     |
| Sie Perlengkapan                        |   |  |         |
| Koordinator                             | : | Sugeng Raharjo                           | UGM     |
| Anggota                                 | : | 1. Ardi Susanto, S.Kom                   | UGM     |
|   |   | 2. Noviazida, SE                         | BAPETEN |
|   |   | 3. Samsuri                               | BAPETEN |
|   |   | 4. Ardhiantoro S. Purnomo, SST           | BAPETEN |
|   |   | 5. Kuspriyanto, SE                       | BAPETEN |
| Sie Dokumentasi Ilmiah dan<br>Prosiding |   |  |         |
| Koordinator                             | : | Dias Aziz Pramudita, S.Pd.               | UGM     |
| Anggota                                 | : | 1. Rusmanto, M.Si                        | BAPETEN |
|   |   | 2. Wawan Susanto, SST                    | BAPETEN |

	3.	Eny Erawati, ST	BAPETEN
	4.	Moekhamad Alfiyan, ST	BAPETEN
	5.	Sudarto, M.Eng	BAPETEN
	6.	Werdi Putra Daeng Beta, MKKK	BAPETEN
	7.	Fuad Fauzi, S.Kom.	UGM
	8.	Prih Haryanta, S.E., M.T.	UGM
4. PENILAI MAKALAH			
Koordinator merangkap	:	Ishak, M.Si	BAPETEN
Anggota Penilai			
Anggota Penilai	1.	Dr. Ing. Sihana	UGM
	2.	Dr. rer.nat. M Farchani Rosyid	UGM
	3.	Dr. Agfianto Eko Putra, M.Si	UGM
	4.	Supriyanto A. Pawiro	UI
	5.	Dra. Elisabeth Supriyatni MAppSc	BATAN
	6.	Dra. Azhar, M.Sc	BAPETEN
	7.	Ir. Budi Rochman M.Sc.	BAPETEN
	8.	Dr. Azizul Khakim	BAPETEN
	9.	Drs. Reno Alamsyah, M.Sc	BAPETEN

## JADWAL ACARA

### SEMINAR KESELAMATAN NUKLIR 2017

WAKTU	ACARA		KETERANGAN
08.00 – 08.30	Registrasi		Panitia
08.30 – 09.00	Menyanyikan lagu Indonesia Raya, Doa dan Safety Induction Aula UGM		UGM
	Tarian Pembuka		UGM
09.00 – 09.40	Sambutan dan Pembukaan 1. Laporan Ketua Panitia 2. Sambutan Rektor UGM 3. Sambutan Kepala BAPETEN 4. Pembukaan Staf Ahli Menristekdikti Bidang Infrastruktur (dengan memukul gong) didampingi Kepala BAPETEN, Rektor UGM dan Ketua Panitia 5. Foto Sesi		1. Dr. Syahrir, M.Sc 2. Prof Ir Panut Mulyono, M.Eng, D.Eng 3. Prof. Dr. Jazi Eko Istiyanto, M.Sc, IPU 4. Ir. Hari Purwanto, M.Sc. DIC
09.40 – 10.00	Pembicara Kunci		Ir. Hari Purwanto, M.Sc. DIC Staf Ahli Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Bidang Infrastruktur
10.00 – 10.15	<b>REHAT KOPI</b> <b>Presentasi POSTER sesi 1 (tayangkan slide abstrak)</b>		
10.15 – 10.45	Pembicara 1: Public Communication		Ms. Susanna Loof , IAEA  Moderator Pembicara 1: Dra. Taruniyati Handayani, M.Sc Sekre Sidang: Abdul Qohhar T.E.P, MT
10.45 – 11.00	<b>DISKUSI SESI 1</b>		
11.00 – 11.30	Pembicara 2 :		Prof. Dr. Jazi Eko Istiyanto, M.Sc, IPU Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir
11.30 – 12.00	Pembicara 3 :		Prof. Dr. Kusminarto Universitas Gadjah Mada  Moderator Sesi 2: Drs. Edi Winarko, M.Sc., P.hD Sekre Sidang: Endang Kunarsih, M.Si
12.00 – 12.15	<b>DISKUSI SESI 2</b>		
12.15 – 13.30	<b>ISHOMA</b> <b>Presentasi POSTER sesi 1 (tayangkan slide abstrak)</b>		
13.30 – 15.45	Presentasi ORAL Kelas FRZR 1 Moderator: Zainal Arifin, MT Sekre sidang: Rini Suryanti dan Samsuri	Presentasi ORAL Kelas IBN/IT/KP Moderator: Dr. Djoko Hari Nugroho Sekre sidang: Zalfy dan Sudarto	Presentasi ORAL Kelas Umum Moderator: Dra. Dahlia C Sinaga, MT Sekre sidang: Eni Erawati dan Beta
	OA1 - Azhar	OB1 – Eri Hiswara	OC1 – Yus Rusdian
	OA2 – Rini Suryanti	OB2 – Nanang Triagung EH	OC2 – Reno Alamsyah
	OA3 – Endang Kunarsih	OB3 – Farid Noor J	Diskusi
	Diskusi	Diskusi	OC3 – Susilo W
	OA4 - Sunarya	OB4 – Arief Isnaeni	OC4 – Nazaroh
	OA5 - Lailatul M	OB5 – Azizul Hakim	OC5 – Arifin M

	OA6 – Yudi Meidiansyah	OB6 – Dewi Prima M	Diskusi
	Diskusi	Diskusi	OC6 - M. Mamat
	OA7 – Haendra Subekti	OB7 – Rahmat Edi H	OC7 – Dewi Apriliani
	OA8 – Wawan Susanto	OB8 – Rahmat Nurcahyo	Diskusi
	OA9 – Chrisantus Aristo	OB9 – Rahmat Edi H	
	Diskusi	Diskusi	
15.45 – 16.15	<b>REHAT KOPI</b> <b>Presentasi POSTER sesi 2 (tayangkan slide abstrak)</b>		
16.15 – 17.00	OA10 - Mukhlisin		
	OA11 – Assef F		
	OA12 - Nurhuda		
	Diskusi		
17.00 – 17.30	1. Penghargaan kepada 5 (lima) makalah terbaik, 3 (tiga) penyaji oral terbaik dan 3 (tiga) penyaji poster terbaik 2. Perumusan 3. Penutupan Pembagian Sertifikat	1. Ketua Panitia 2. Ketua Panitia 3. Dr. Eng. Yus Rusdian Akhmad (Deputi Pengkajian Keselamatan Nuklir BAPETEN)	

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
SAMBUTAN	iii
SUSUNAN PANITIA SKN 2017	v
JADWAL ACARA	vii
DAFTAR ISI	ix
<b>MAKALAH PENYAJI ORAL FRZR</b>	
BEBERAPA IMPLIKASI NILAI BATAS DOSIS BARU LENSE MATA <i>Azhar</i>	1
TANTANGAN DALAM PEMBERLAKUAN PEMANTUAN DOSIS LENSE MATA UNTUK PEKERJA RADIASI DAN STRATEGI PENYELESAIANNYA <i>Rini Suryanti, Iswandarini</i>	6
PENETAPAN PEMBATAS DOSIS DAN PERANANNYA DALAM UPAYA OPTIMISASI PROTEKSI RADIASI BAGI PEKERJA RADIASI DI FASILITAS KEDOKTERAN NUKLIR <i>Endang Kunarsih</i>	12
OPTIMISASI PROTEKSI DAN KESELAMATAN RADIASI PADA RADIOLOGI ANAK <i>Leily Savitri, Sunarya</i>	17
PROFIL DOSIS RADIASI PADA PROSEDUR KARDIOLOGI INTERVENSIONAL ANAK DALAM MEMPERKIRAKAN RESIKO TERJADINYA EFEK STOKASTIK : STUDI AWAL <i>Lailatul Muqmiroh, Soegardo IP, Risalatul Latifah, Rusmanto, Anggraini DS, I Ketut Alit U</i>	23
PENGEMBANGAN APLIKASI REKAM DOSIS UNTUK PEMERIKSAAN PAYUDARA DENGAN PESAWAT SINAR-X MAMOGRAFI BERBASIS WEB SERVICE <i>Yudi Meidiansyah, Zaenal Arifin, Muhammad Izzuddin Shofar</i>	28
PERANAN ESTIMASI KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN DALAM MENJAMIN MUTU HASIL UJI KESESUAIAN PESAWAT SINAR-X RADIOGRAFI MOBILE <i>Endang Kunarsih, Haendra Subekti</i>	35
PENENTUAN SETTING PENYINARAN PESAWAT SINAR-X UNTUK MENDAPATKAN KUALITAS CITRA TINGGI DENGAN DOSIS RENDAH PADA RADIOGRAFI DADA MENGGUNAKAN NILAI RASIO CNR <i>Wawan Susanto</i>	42
TINJAUAN PERSYARAN PERSONIL IRADIATOR DENGAN ZAT RADIOAKTIF KATEGORI I DAN IRADIATOR DENGAN PEMBANGKIT RADIASI PENGION KATEGORI I SEBAGAI BAHAN PERTIMBANGAN PENYUSUNAN RANCANGAN PERATURAN KEPALA BAPETEN TENTANG KESELAMATAN RADIASI DALAM PENGGUNAAN IRADIATOR <i>Chrisantus Aristo Wirawan Dwipayana</i>	48
VERIFIKASI PAPARAN RADIASI TERHADAP DESAIN PERISAI RADIASI TOMOTERAPI HELIKAL HI-ART <i>Mukhlisin, Asep Saefulloh Hermawan</i>	55
PENENTUAN DOSIS SERAP AIR BERKAS RADIASI Co-60 PESAWAT PISAU GAMMA LEKSELL PERFEXION NO. SERI 6428 <i>Assef Firnando Firmansyah, Sri Inang Sunaryati, Nurman Rajagukguk, Gatot Wurdianto</i>	63
PERFORMA PRODUKSI RADIOFARMAKA POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY (PET) SCAN UNTUK PENEGAKAN DIAGNOSA DI RUMAH SAKIT KANKER DHARMAIS <i>Nurhuda, Listiawadi, Astarina, Ismuha, Kardinah</i>	67

**MAKALAH PENYAJI ORAL IBN/IT/KP**

PLTN DAN PENDAPAT PUBLIK <i>Eri Hiswara</i>	71
STRATEGI PENGUATAN LANDASAN HUKUM PERSYARATAN KEAMANAN DUNIA MAYA (CYBER SECURITY) DALAM PEMANFAATAN TENAGA NUKLIR UNTUK Mendukung KEAMANAN NUKLIR NASIONAL <i>Nanang Triagung Edi Hermawan</i>	78
INTEGRASI KESELAMATAN DAN KEAMANAN PADA SIKLUS HIDUP SISTEM YANG PENTING UNTUK KESELAMATAN BERBASIS KOMPUTER <i>Farid Noor Jusuf, Catur Febriyanto Sutopo</i>	83
PERHITUNGAN REAKTIVITAS LEBIH REAKTOR KARTINI MENGGUNAKAN PROGRAM KOMPUTER SCALE <i>Arif Isnaeni</i>	89
KARAKTERISTIK NEUTRONIK SISTEM SAMOP (SUBCRITICAL ASSEMBLY FOR MO-99 PRODUCTION) <i>Azizul Khakim, Syarip dan Suharyana</i>	96
TINJAUAN STANDAR KOMPETENSI KERJA NASIONAL INDONESIA UNTUK PETUGAS INSTALASI DAN BAHAN NUKLIR <i>Dewi Prima Meiliasari, Bambang Eko Aryadi, Yudi Pramono</i>	103
STUDI KARAKTERISTIK TAPAK ASPEK METEOROLOGI DI KAWASAN SERPONG <i>Rahmat Edhi Harianto, Supyana, Tino Sawaldi AN</i>	108
ANALISIS KEANDALAN KOMPONEN SISTEM PROSES PENDINGIN SEKUNDER REAKTOR RISET G.A. SIWABESSY <i>Rahmat Nurcahyo, Winda Sarmita, M. Dachyar, Edison</i>	113
ANALISIS NUMERIK SIMULASI KEBAKARAN PADA FASILITAS HDR T-51 MENGGUNAKAN GAS PROPAN DENGAN PROGRAM KOMPUTER SYLVIA <i>Rahmat Edhi Harianto</i>	120

**PENYAJI ORAL UMUM**

RANCANGAN PENERAPAN PRINSIP JUSTIFIKASI PROTEKSI RADIASI BERBASIS REKOMENDASI IAEA UNTUK PENGAWASAN PEMANFAATAN NUKLIR DI INDONESIA <i>Yus Rusdian Akhmad</i>	126
PENINGKATAN INFRASTRUKTUR KESELAMATAN NUKLIR DI INDONESIA MELALUI KESERTAAN SEBAGAI NEGARA PIHAK KONVENSI KESELAMATAN NUKLIR <i>Reno Alamsyah, Bintoro Aji, Djoko Hari Nugroho</i>	134
PENERAPAN KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN DALAM REGULASI KETENAGANUKLIRAN <i>Susilo Widodo</i>	145
PENGARUH SINAR-X/FOTON PADA RENTANG ENERGI (12,7- 661,6) keV TERHADAP RESPON TLD BARC (CaSO <sub>4</sub> :Dy) DAN ALGORITMA UNTUK EVALUASI RESPON TLD <i>Nazaroh, Rofiq Syaifudin, C. Tuti Budiantari</i>	153
PENGAWASAN DOSIS PEKERJA RADIASI MENGGUNAKAN BALIS PENDORA (PENCATATAN DOSIS PEKERJA RADIASI) SEBAGAI NATIONAL RADIATION WORKER DOSE REGISTRY (NRWDR) <i>Arifin Muhammad Wibowo, Fajariadi</i>	162
KAJIAN REVISI PERATURAN KEPALA BAPETEN TENTANG KESIAPSIAGAAN DAN PENANGGULANGAN KEDARURATAN NUKLIR <i>Mohamad Mamat, Bambang Eko Aryadi</i>	166
TELAAH PERATURAN KEPALA BAPETEN NO.1 TAHUN 2010 TERHADAP PERSYARATAN IAEA SAFETY STANDARD SERIES NO. GSR PART 7 <i>Dewi Apriliani</i>	173

**MAKALAH PENYAJI POSTER FRZR**

KAJIAN PENERIMAAN DOSIS RADIASI TAHUN 2014 - 2016 PEKERJA RADIASI BIDANG TEKNOLOGI RADIOFARMAKA PTRR BATAN <i>Rr. Djarwanti RPS, Fath Priyadi, Didik Setiaji, Yono Sugiharto</i>	182
KAJIAN PENGAWASAN RADIOAKTIVITAS ALAM LUMPUR SIDOARJO <i>Moekhammad Alfian</i>	186
PERBEDAAN INDIKATOR NILAI DOSIS RADIASI (CTDI <sub>w</sub> ) DAN IMAGE NOISE PADA TEKNIK SEKUENS DAN SPIRAL PADA COMPUTED TOMOGRAPHY FACE BONE (STUDI PADA MODALITAS CT SCAN MERK SIEMENS 6 SLICE) <i>Yeti Kartikasari, Sri Mulyati, Bachtiar Arif Nugroho</i>	190
KAJIAN PROGRAM JAMINAN MUTU RADIOTERAPI TEKNIK LANJUT AKSELERATOR LINEAR BERBASIS AAPM TASK GROUP NO. 142 <i>Ahmad Maulana, Mukhlisin</i>	195
ANALISA PENERIMAAN DOSIS SERAP ORGAN REPRODUKSI PADA PEMERIKSAAN RADIOGRAFI ABDOMEN ANTARA PENGGUNAAN TEKNIK kV RENDAH DAN TEKNIK kV TINGGI <i>Rini Indrati, Rika Sumala, Sudiyono, Siti Daryati</i>	203
DOSIS RADIASI PADA PEMERIKSAAN CT SCAN KEPALA DENGAN SCANOGRAM SEJAJAR INFRA ORBITAL MEATAL LINE (IOML) DAN MODIFIKASI SUPRA ORBITAL MEATAL LINE (SOML) <i>Darmini, J. Dahjono, Bagus Dwi Handoko, Dwi Rochmayanti</i>	208
PENINGKATAN KUALITAS PERATURAN KEPALA BAPETEN MELALUI IMPLEMENTASI ISO 9001:2015 <i>Satria Prahara</i>	212
PERUBAHAN-PERUBAHAN PADA REVISI PERATURAN KEPALA BAPETEN NO. 9 TAHUN 2011 TENTANG UJI KESESUAIAN PESAWAT SINAR-X RADIOLOGI DIAGNOSTIK DAN INTERVENSIONAL <i>Sawiyah, Soegeng Rahadhy</i>	216
TANTANGAN PENERAPAN OPTIMISASI PADA PEMANFAATAN PESAWAT SINAR-X CT SCAN BERDASARKAN HASIL INSPEKSI <i>Ida Bagus Manuaba, Bambang Riyono</i>	220
TINJAUAN PENGELOLAAN DISUSED SEALED RADIOACTIVE SOURCES (DSRS) DARI PERSPEKTIF PENGATURAN <i>Soegeng Rahadhy</i>	227
DAFTAR PEMERIKSAAN UJI KOMISIONING IRADIATOR DENGAN ZAT RADIOAKTIF KATEGORI IV <i>Chrisantus Aristo Wirawan Dwipayana</i>	231
PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PADA PESAWAT TELETERAPI DI INDONESIA DAN ASPEK KESELAMATANNYA <i>Assef Firnando Firmansyah, Sri Inang Sunaryati, Nurman Rajagukguk, Gatot Wurdianto</i>	238
PENILAIAN DOSIS ORANG REPRESENTATIF DARI DISPERSI ATMOSFERIK LEPASAN RADIOAKTIVITAS DI KAWASAN NUKLIR SERPONG MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK CROM <i>Diella Ayudhya Susanti, Moekhammad Alfian</i>	243
PROSES DAUR ULANG ZAT TERBUNGKUS CESIUM-137 YANG SUDAH TIDAK DIGUNAKAN BERDASARKAN PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 61 TAHUN 2013 <i>Suhaedi Muhammad, R.r. Djarwanti, RPS</i>	248

**MAKALAH PENYAJI POSTER IBN/IT/KP**

KAJIAN PERATURAN DAN STANDAR SISTEM INSTRUMENTASI DAN KENDALI PADA PLTN <i>Liliana Yetta Pandi, Mohammad Tharil Azis, Sri Budi Utami</i>	252
PERANAN CLEARINGHOUSE DALAM PENGAWASAN KETENAGANUKLIRAN <i>Catur Febriyanto</i>	259

LEPASAN RADIASI DARI PENGOPERASIAN REAKTOR SERBA GUNA GA SIWABESSY KE LINGKUNGAN <i>Liliana Yetta Pandi, Veronica Tuka</i>	264
KOMPETENSI DASAR UNTUK PETUGAS PERAWATAN INSTALASI NUKLIR NON REAKTOR (INNR) <i>Imron, Ardiyani Eka Patriasari, Supyana</i>	268
PENGEMBANGAN PERATURAN MENGENAI KESELAMATAN OPERASI REAKTOR NONDAYA <i>Angga Kautsar, Dwihardjo Rushartono, Yudi Pramono</i>	273
TINJAUAN PENERAPAN ASPEK KESELAMATAN PADA INSTALASI ELEMEN BAHAN BAKAR EKSPERIMENTAL BERDASAR IAEA-TECDOC 1221 <i>Nudia Barenzani, Sjafruddin</i>	277
MANAJEMEN DESAIN DALAM PEMBANGUNAN INSTALASI NUKLIR <i>Arifin Muhammad Susanto</i>	283
MANAJEMEN RISIKO DALAM KONSTRUKSI INSTALASI NUKLIR/PLTN DAN PERATURAN YANG BERLAKU DI INDONESIA <i>Arifin Muhammad Susanto</i>	291
KEBIJAKAN DAN STRATEGI NASIONAL KESELAMATAN NUKLIR DAN RADIASI <i>Donni Taufiq</i>	298
ANALISIS SPEKTRUM NEUTRON ELEMEN BAKAR TRIGA 2000 BANDUNG AKIBAT PERUBAHAN TEMPERATUR <i>Hidayati Amar, MT.</i>	303
KONSEP PENGEMBANGAN PENGATURAN PROTEKSI FISIK INSTALASI DAN BAHAN NUKLIR SERTA PENGANGKUTAN BAHAN NUKLIR <i>Suci Prihastuti, Zulfiandri</i>	309
KESELAMATAN PENANGANAN DAN PENYIMPANAN BAHAN BAKAR BEKAS REAKTOR BERPENDINGIN GAS / HIGH TEMPERATURE GAS REACTOR (HTGR) DITINJAU DARI ASPEK TEKNIS, LEGAL, DAN KEBIJAKAN STRATEGI NASIONAL <i>Pandu Dewanto dan Agus Yudhi Pristianto</i>	315
KAJIAN NEUTRONIK PERANGKAT SUBKRITIK UNTUK PRODUKSI MO-99 (SAMOP) <i>Diah Hidayanti Sukarno</i>	321
PENERAPAN NILAI BATAS LEPASAN RADIOAKTIVITAS ATMOSFERIK DI KAWASAN NUKLIR SERPONG <i>Arif Yuniarto, Syahrir, Untara, Chevy Cahyana</i>	327
EVALUASI KESELAMATAN REAKTOR DITINJAU DARI NILAI SHUTDOWN MARGIN PADA SISTEM SUBCRITICAL ASSEMBLY FOR 99Mo PRODUCTION (SAMOP) <i>Yunita Anggraini, Riyatun, Suharyana, Azizul Khakim</i>	334
KAJIAN KESELAMATAN ASPEK LEPASAN BAHAN BERBAHAYA ETILEN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK ALOHA <i>Nur Siwhan</i>	339
EVALUASI KESELAMATAN HTR-10 KETIKA TERJADI KECELAKAAN KOMPAKSI BAHAN BAKAR DENGAN KODE MVP <i>Uswatun Chasanah, Riyatun, Suharyana, Azizul Khakim</i>	343
ANALISIS KONSENTRASI UDARA AKIBAT KECELAKAAN REAKTOR KARTINI DITINJAU DARI VARIASI BAHAN BAKAR YANG MELELEH DENGAN SOFTWARE PC-COSYMA <i>Hanifah Nur Syafitri, Suharyana, Diah Hidayanti</i>	348
PERHITUNGAN DETERMINISTIK DAMPAK RADIOLOGI KECELAKAAN REAKTOR KARTINI TERHADAP KONSENTRASI RADIONUKLIDA DI TANAH MENGGUNAKAN SOFTWARE PC-COSYMA <i>Desintha Fachrunnisa, Diah Hidayanti, Suharyana</i>	353
DESKRIPSI KONDISI AT ONE STUCK ROD HTR-10 DITINJAU DARI NILAI SHUTDOWN MARGIN <i>Rizki Budi Rahayu, Riyatun, Suharyana, Azizul Khakim</i>	358
PERHITUNGAN DAMPAK RADIOLOGI AKIBAT PENGOPERASIAN HTGR DENGAN PROGRAM KOMPUTER CROM <i>Agus Waluyo</i>	363

**MAKALAH PENYAJI POSTER UMUM**

KAJIAN PENATALAKSANAAN KESEHATAN PEKERJA RADIASI YANG MENERIMA DOSIS RADIASI BERLEBIH <i>Suhaedi Muhammad, R.r. Djarwanti, RPS, Susyati</i>	<b>368</b>
KOPERASI SEBAGAI PELAKSANA DI DALAM UNDANG-UNDANG NOMOR 10 TAHUN 1997 <i>Dewi Prima Meiliasari, Dwihardjo Rushartono, Yudi Pramono</i>	<b>372</b>
PENGEMBANGAN PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR MENGENAI LABORATORIUM ANALISIS RADIOAKTIVITAS LINGKUNGAN <i>Hermawan Puji Yuwana</i>	<b>377</b>
TINJAUAN INTEGRATED NUCLEAR SECURITY SUPPORT PLAN (INSSP) DALAM IMPLEMENTASI KEAMANAN NUKLIR DI INDONESIA <i>Indah Annisa</i>	<b>383</b>

**LAMPIRAN**

<b>Lampiran A.</b> MAKALAH PEMBICARA KUNCI
<b>Lampiran B.</b> TANYA JAWAB PRESENTASI ORAL DAN POSTER
<b>Lampiran C.</b> TANYA JAWAB SIDANG PLENO PEMBICARA KUNCI
<b>Lampiran D.</b> PENGHARGAAN



## 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

