



LT/SPI/IS/01/2011

LAPORAN KESELAMATAN NUKLIR 2010

*Informasi akurat
kondisi keselamatan nuklir
di Indonesia*



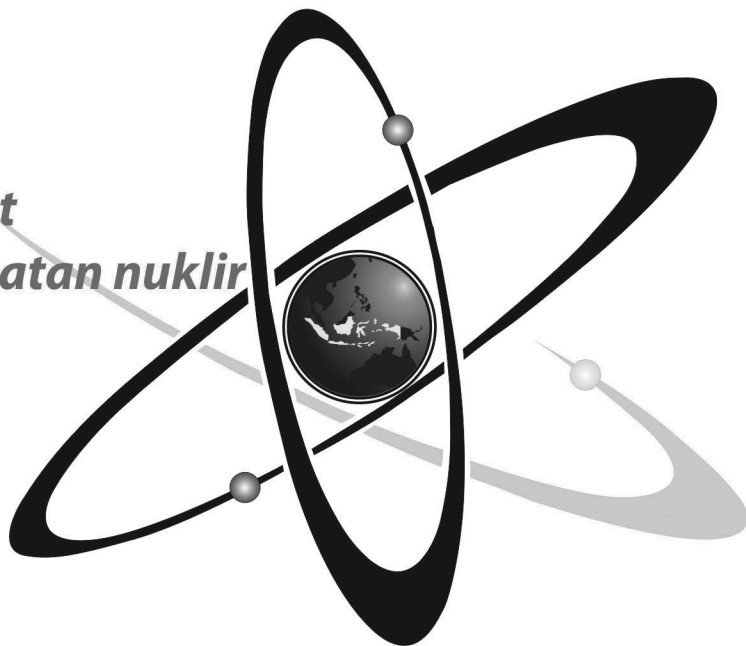
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Nuclear Energy Regulatory Agency



LT/SPI/IS/01/2011

LAPORAN KESELAMATAN NUKLIR 2010

*Informasi akurat
kondisi keselamatan nuklir
di Indonesia*



**BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
Nuclear Energy Regulatory Agency**

KATA PENGANTAR

Sebagaimana diamanatkan pasal 20 ayat 3 dalam Undang-undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran bahwa hasil inspeksi yang dilakukan oleh Badan Pengawas diterbitkan secara berkala dan terbuka. Hal ini selaras pula dengan Undang-undang Nomor 10 Tahun 2008 tentang keterbukaan informasi publik yang mulai diberlakukan Pemerintah pada tanggal 1 Mei 2010. Sejalan dengan hal tersebut, maka pada kesempatan ini BAPETEN (Badan Pengawas Tenaga Nuklir) menerbitkan Laporan Keselamatan Nuklir tahun 2010. Laporan ini menyajikan kondisi keselamatan, keamanan dan seifgards dalam pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia.

Laporan Keselamatan Nuklir, disusun berdasarkan hasil pelaksanaan pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir terutama dari hasil inspeksi terhadap faktor keselamatan, keamanan dan seifgards. Inspeksi tersebut dilaksanakan oleh para Inspektur Keselamatan Nuklir BAPETEN. Dengan tersedianya Laporan Keselamatan Nuklir ini, maka masyarakat dapat mengetahui kondisi keselamatan dan keamanan pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia. Data yang disajikan dalam Laporan ini dapat dipakai untuk memproyeksikan dan memperkuat komitmen para pemegang ijin pemanfaatan tenaga nuklir, untuk terus dapat menjaga tingkat keselamatan pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Secara umum dapat disampaikan bahwa kondisi keselamatan dan keamanan pemanfaatan tenaga nuklir pada Tahun 2010 adalah baik Hal ini ditunjukkan dengan semakin meningkatnya kepatuhan terhadap ketentuan keselamatan dan keamanan serta meningkatnya kesadaran pengguna tenaga nuklir untuk mengajukan izin pemanfaatan tenaga nuklir. Berbagai upaya peningkatan pelayanan perijinan telah dilakukan BAPETEN dengan tersedianya B@LIS (BAPETEN Licensing and Inspection System) dalam bentuk layanan *online* terpadu berbasis e-Gov dan layanan SMS yang merupakan tambahan jenis layanan pendukung sehingga pemohon izin dan masyarakat pengguna di seluruh wilayah Indonesia dapat memperoleh informasi yang akurat tentang data dan

proses perijinan pemanfaatan tenaga nuklir.

Pada kesempatan ini perlu saya sampaikan bahwa pada Tahun 2010 ini seluruh Inspektur Keselamatan Nuklir telah menandatangani Pakta Integritas untuk melaksanakan inspeksi dengan benar, seksama dan penuh tanggungjawab, menjaga kemandirian dan kredibilitas lembaga dalam melakukan pengawasan keselamatan, keamanan dan seifgards. Kesungguhan para Inspektur melakukan inspeksi sesuai dengan Pakta Integritas, ditunjukkan dengan hasil pengawasan yang telah disajikan secara komprehensif dalam Laporan Keselamatan Nuklir ini. Demikian pula dengan menunjukkan hasil inspeksi keselamatan nuklir antara lain dengan melakukan tindakan yang tepat telah dilakukan terhadap pelanggaran hukum yang dapat berdampak pada keselamatan dan keamanan bagi para pekerja, masyarakat dan lingkungan hidup.

Hasil inspeksi seifgards dan pelaksanaan protokol tambahan oleh Inspektur BAPETEN menunjukkan tidak ada penyimpangan tujuan penggunaan bahan nuklir, yaitu bahwa bahan nuklir hanya digunakan untuk maksud damai. Hal ini diperkuat dengan hasil inspeksi seifgards yang dilakukan oleh inspektur IAEA selama tahun 2010 pada berbagai instalasi nuklir yang terdapat dalam *summary statement of conclusions* menyebutkan bahwa, "*The records and the reports satisfied the Agency requirements*" dan "*The physical inventory declared by the operator was verified and the result satisfied the Agency requirements*"

Untuk segala upaya yang telah dilakukan oleh para inspektur dengan gigih, ulet dan tekun serta tindakan yang tepat dalam melakukan inspeksi keselamatan nuklir, maka dalam kesempatan ini segenap pimpinan BAPETEN mengucapkan terimakasih atas dedikasi dan kinerja para Inspektur Keselamatan Nuklir, yang telah melakukan tugasnya secara efektif.

Dalam kesempatan ini pula segenap Pimpinan BAPETEN mengucapkan terimakasih kepada para pemegang ijin yang telah memberikan perhatian dan kemudahan akses bagi para Inspektur Keselamatan Nuklir BAPETEN dalam melaksanakan tugasnya. Perhatian dari para

pemegang ijin tersebut mengindikasikan bahwa keselamatan dalam pemanfaatan tenaga nuklir merupakan *concern* perhatian dari para pemegang ijin.

Untuk memberikan peluang yang lebih luas kepada para pengguna, maka setiap tahun diselenggarakan 2 kali pertemuan *Executive Meeting* di BAPETEN. Pertemuan ini dimaksudkan untuk menyampaikan hal-hal baru terkait pengawasan terhadap pemanfaatan tenaga nuklir sekaligus dimanfaatkan sebagai wahana dialog dengan para *Executive* yang memanfaatkan tenaga nuklir.

Akhirnya kami berharap, bahwa dengan terbitnya Laporan Keselamatan Nuklir tahun 2010 ini dapat memberikan informasi yang memadai terhadap kondisi keselamatan nuklir di tanah air. Terimakasih

Kepala BAPETEN,

DR. Ir. As Natio Lasman.



DAFTAR ISI

	KATA PENGANTAR	I
	DAFTAR ISI	iv
BAB I.	PENDAHULUAN	1
BAB II.	ASPEK HUKUM	8
	2.1. Landasan Hukum Pelaksanaan Inspeksi	8
	2.2. Lingkup Pelaksanaan Inspeksi	8
	2.2.1. Instalasi dan Bahan Nuklir	9
	2.2.2. Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif	12
BAB III.	KONDISI KESELAMATAN PEMANFAATAN TENAGA NUKLIR PADA FASILITAS KESEHATAN, INDUSTRI DAN PENELITIAN	15
	3.1. Penyelenggaraan Perizinan	15
	3.1.1. Status Izin Bidang Kesehatan	15
	3.1.2. Status Izin Bidang Industri dan Penelitian	16
	3.1.3. Status Izin Pekerja Radiasi	17
	3.2. Penyelenggaraan Inspeksi	17
	3.3. Inspeksi Keselamatan Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif	18
	3.3.1. Kondisi Keselamatan bidang Kesehatan	20
	3.3.2. Kondisi Keselamatan bidang Industri dan Penelitian	23
	3.4. Evaluasi Kinerja Peralatan Keamanan Sumber Radioaktif	31
	3.5. Inspeksi dalam Rangka Perizinan dan Sewaktu-waktu	33
	3.6. Penegakan Hukum	36
BAB IV.	KONDISI KESELAMATAN, KEAMANAN, DAN SEIFGARD PEMANFAATAN TENAGA NUKLIR BIDANG REAKTOR	38
	4.1. Reaktor Serbaguna G.A.Siwabessy (RSG-GAS)	38

4.1.1.	Perizinan RSG-GAS	38
4.1.2.	Inspeksi Keselamatan Nuklir RSG-GAS	42
4.1.3.	Inspeksi Keamanan Nuklir	51
4.1.4.	Inspeksi Seifgard	53
4.2.	REAKTOR TRIGA 2000	56
4.2.1.	Perizinan Reaktor TRIGA 2000	56
4.2.2.	Inspeksi Keselamatan Reaktor Triga 2000	58
4.2.3.	Inspeksi Keamanan Nuklir	67
4.2.4.	Inspeksi Seifgard	69
4.3.	REAKTOR KARTINI	72
4.3.1.	Perizinan Pengoperasian Reaktor Kartini	72
4.3.2.	Inspeksi Keselamatan Nuklir Reaktor Kartini	74
4.3.3.	Inspeksi Keamanan Nuklir	82
4.3.4.	Seifgard	85
BAB V.	KONDISI KESELAMATAN, KEAMANAN, DAN SEIFGARD BIDANG INSTALASI NUKLIR NON REAKTOR	87
5.1.	Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE)	87
5.1.1.	Perizinan IEBE	88
5.1.2.	Inspeksi Keselamatan Nuklir IEBE	90
5.1.3.	Inspeksi Keamanan Nuklir	96
5.1.4.	Inspeksi Seifgard	99
5.2.	Instalasi Produksi Elemen Bakar Reaktor Riset (IPEBRR)	101
5.2.1.	Perizinan IPEBRR	102
5.2.2.	Inspeksi Keselamatan Nuklir IPEBRR	104
5.2.3.	Inspeksi Keamanan Nuklir	109
5.2.4.	Inspeksi Seifgard	111
5.3.	Instalasi Radiometalurgi (IRM)	114
5.3.1.	Perizinan IRM	114
5.3.2.	Inspeksi Keselamatan Nuklir IRM	117
5.3.3.	Inspeksi Keamanan Nuklir	121

5.3.4.	Inspeksi Seifgard	121
5.4.	Kanal Hubung Instalasi Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Bekas (KH-IPSB3)	123
5.4.1.	Perizinan KH-IPSB3	124
5.4.2.	Inspeksi Keselamatan Nuklir KH-IPSB3	125
5.4.3.	Inspeksi Keamanan Nuklir	130
5.4.4.	Inspeksi Seifgard	132
BAB VI.	KESIAPSIAGAAN DAN PENGAWASAN INSIDEN RADIASI	134
6.1.	Kesiapsiagaan Nuklir	134
6.1.1.	<i>Workshop on National Intervention Levels, Taking Urgent Protective Action and Protection of Workers dan 5th Meeting of the ANSN Topical Group on Emergency Preparedness and Response</i>	134
6.1.2.	Pengukuran cacah latar di sekitar tiga reaktor penelitian BATAN	137
6.1.3.	Pencarian dan kampanye pencarian <i>orphan source</i>	137
6.1.4.	Latihan komunikasi kedaruratan internasional dengan IAEA (<i>Convention Exercise/ConvEx</i>)	149
6.1.5.	Workshop Peningkatan Kemampuan dan Keterampilan Teknis STD	140
6.1.6.	Geladi Lapang Nasional 2010	141
6.1.7..	Kerjasama dengan Direktorat Jenderal Bea Cukai	143
6.2.	Penanggulangan Insiden Radiasi	145
6.2.1.	Tanggap terhadap kejadian di pemegang izin	145
6.2.2.	Tanggap terhadap kejadian di luar pemegang izin	147

BAB VII	KEGIATAN LAIN UNTUK PENINGKATAN KESELAMATAN DAN KEAMANAN PEMANFAATAN TENAGA NUKLIR	155
7.1.	Executive Meeting	155
7.2.	Peran BAPETEN dalam Mewujudkan Keselamatan, Keamanan & Seifgard Melalui Kerjasama Internasional.	157
7.2.1.	<i>KTT Nuclear Security Summit</i>	157
7.2.2.	<i>The First Meeting of Asia Pasific Safeguards Network.</i>	159
7.2.3.	<i>The Third Nuclear Safety Strategy Dialog of Asian Nuclear Safety Network</i>	160

BAB I PENDAHULUAN

Keselamatan nuklir mencakup berbagai langkah dan tindakan yang diambil untuk menjamin bahwa suatu kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir tidak membahayakan bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan hidup. Semua langkah dan tindakan dilakukan untuk menjaga agar kecelakaan tidak terjadi atau meminimalkan konsekuensi suatu kecelakaan. Jika kecelakaan akhirnya terjadi juga, maka pekerja tidak boleh mendapatkan dosis radiasi yang melebihi nilai batas yang diijinkan. Hal yang sama juga berlaku untuk pelepasan zat radioaktif ke lingkungan.

Pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir sebagaimana diamanatkan dalam pasal 14 Undang-undang No.10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran ditujukan untuk menjamin keselamatan, keamanan, ketentraman masyarakat dan perlindungan terhadap lingkungan hidup, serta mencegah terjadinya perubahan tujuan pemanfaatan bahan nuklir. Dengan dilakukannya pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir dari aspek keselamatan, keamanan dan seifgard ini, maka sasaran utama pemanfaatan tenaga nuklir yang makin luas dan berkembang untuk kesejahteraan dan kemakmuran rakyat Indonesia, dapat tercapai tanpa membawa akibat negatif dan merusak lingkungan hidup.

Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) yang dibentuk oleh pemerintah sebagai lembaga yang berada dibawah dan bertanggungjawab langsung kepada Presiden RI, mempunyai tugas mengawasi segala kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia. BAPETEN dalam melaksanakan pengawasan terus berusaha untuk mengurangi ketidakpercayaan dan ketakutan masyarakat terhadap hal-hal yang membayakan dalam pemanfaatan tenaga nuklir.

Menciptakan budaya keselamatan nuklir bukanlah pekerjaan sehari, dalam hal ini BAPETEN berperan melalui pengawasan yang konsisten, peraturan perundangan yang jelas, dan penegakkan aturan main keselamatan nuklir yang tegas dan tanpa kompromi. BAPETEN

melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan efektivitas pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir dengan menunaikan tiga fungsi utama yaitu :

- Melakukan fungsi pengawasan terhadap setiap pemanfaatan tenaga nuklir , melalui tiga instrumen, yaitu:
 - a. Pengaturan dalam bentuk Undang-Undang, Peraturan Pemerintah (PP), Peraturan Presiden (Perpres) dan Peraturan Kepala (Perka) BAPETEN.
 - b. Penyelenggaraan perizinan terhadap pemanfaatan tenaga nuklir, dan
 - c. Inspeksi terhadap pemanfaatan tenaga nuklir, baik secara berkala maupun sewaktu-waktu.

Untuk mengefektifkan kinerja dalam rangka melaksanakan fungsi pengawasan sesuai dengan tuntutan nasional dan internasional, BAPETEN dilengkapi dengan fungsi pendukung, yaitu :

1. Keteknikan, jaminan mutu, kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir,dan
 2. Pengkajian terhadap efektivitas sistem pengawasan tenaga nuklir
- Melakukan fungsi pembinaan terhadap para pemegang izin dengan tujuan untuk menanamkan budaya dan praktek keselamatan dan keamanan.
 - Melakukan fungsi pelayanan masyarakat, melalui berbagai instrument antara lain komunikasi dengan para *stakeholder* untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat, mengenai hal-hal berikut:
 - a. Bahwa tenaga nuklir mempunyai manfaat yang besar disamping memiliki risiko,
 - b. Bahwa manfaatnya perlu ditingkatkan untuk sebesar-besar kemakmuran masyarakat,
 - c. Bahwa resiko perlu ditekan sekecil mungkin melalui pengawasan yang ketat,
 - d. Bahwa pemanfaatannya hanya ditujukan untuk maksud damai, dan

- e. Bahwa BAPETEN adalah lembaga pengawas profesional yang bekerja dengan menerapkan prinsip-prinsip pengawasan prima (*Good Regulatory Principle*), yaitu : Mandiri, profesional, efektif, efisien, transparan dan terbuka.

Dukungan dan kepercayaan masyarakat secara pelan dan pasti akan didapatkan BAPETEN dengan kegiatan pengawasannya yang dilaksanakan dengan aturan main yang jujur, didasarkan pada penilaian teknis yang profesional, tidak memihak, terbuka dan mandiri tanpa intervensi dan pengaruh dari manapun.

Dalam hal pelaksanaan inspeksi keselamatan pemanfaatan tenaga nuklir, BAPETEN diamanatkan untuk menerbitkan hasil inspeksi keselamatan nuklir secara berkala dan terbuka untuk masyarakat (penjelasan Pasal 20 Ayat (3) Undang Undang RI No10 Tahun 1997). Untuk memenuhi amanat tersebut, BAPETEN menerbitkan Laporan Keselamatan Nuklir setiap tahun, yang memuat hasil pengawasan tentang kondisi keselamatan dan keamanan pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia.

Dengan terbitnya laporan keselamatan nuklir ini, masyarakat dapat mengetahui kondisi keselamatan dan keamanan nuklir di berbagai bidang pemanfaatan yaitu bidang kesehatan, industri, reaktor nuklir, instalasi nuklir non reaktor, serta beberapa kegiatan penting yang dilakukan BAPETEN terkait dengan peningkatan kondisi keselamatan pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia, dan peran BAPETEN terkait kerjasama dengan instansi lain dalam rangka mewujudkan keselamatan, keamanan, dan seifgard di dunia internasional.

Pengawasan keselamatan nuklir melalui inspeksi yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN, didasarkan pada kepatuhan terhadap peraturan keselamatan nuklir, serta kesesuaian dengan kondisi keselamatan yang dituangkan dalam kondisi izin. Dengan demikian, aspek hukum yang berkaitan dengan keselamatan dan keamanan pemanfaatan tenaga nuklir, harus menjadi pertimbangan utama dalam setiap tindakan,

dalam pelaksanaan pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia. Pada Bab II, secara lengkap kita dapat menyimak aspek hukum, yang menjadi dasar pelaksanaan pengawasan keselamatan dan keamanan pemanfaatan tenaga nuklir, pada instalasi dan bahan nuklir maupun fasilitas radiasi dan zat radioaktif.

Pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir pada bidang kesehatan yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN, terutama ditujukan untuk memberikan jaminan keselamatan terhadap pekerja radiasi dan pasien. Masyarakat dapat mengetahui kondisi keselamatan nuklir bidang kesehatan pada bab III, yang didalamnya memuat kondisi keselamatan pada fasilitas kesehatan radiodiagnostik dan intervensional, radioterapi dan kedokteran nuklir. Laporan untuk bidang industri dan penelitian dapat disimak pada bab III yang memuat kondisi keselamatan pemanfaatan tenaga nuklir pada iradiator dan akselerator, radiografi industri, *well logging* dan perunut, *gauging*, fotofluorografi, fluoroskopi bagasi, dan *gamma scanner*, fasilitas analisa, fasilitas penelitian. Selain hal tersebut, juga disajikan hasil inspeksi sewaktu-waktu dan penegakan hukum yang telah dilakukan oleh inspektur BAPETEN.

Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), saat ini mengoperasikan tiga reaktor nuklir yang digunakan untuk produksi radioisotop, pengembangan elemen bakar dan komponen reaktor, penelitian dalam bidang sains materi dan berbagai litbang lain dalam bidang industri nuklir. Hasil pengawasan terhadap kondisi keselamatan dan keamanan ketiga reaktor nuklir tersebut diatas yaitu Reaktor Serba Guna- G. A Siwabessy (RSG-GAS) di Serpong, Reaktor Kartini di Yogyakarta dan Reaktor Triga 2000 di Bandung disajikan dalam Bab IV. Kondisi keselamatan dan keamanan instalasi nuklir non reaktor yang terdiri dari Instalasi Elemen Bakar Eksperimental, (IEBE), Instalasi Produksi Elemen Bakar Reaktor Riset (IPEBRR) , Instalasi Radio Metalurgi (IRM) , Kanal Hubung Instalasi Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Bekas (KHIPSB3) dari hasil pengawasan yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN dimuat pada Bab V.

Kegiatan kesiapsiagaan dan pengawasan insiden nuklir dilaporkan pada Bab VI. Pada Tahun 2010 ini berbagai kegiatan koordinasi nasional dan kegiatan kerjasama internasional telah dilaksanakan oleh BAPETEN untuk penyiapan perumusan kebijaksanaan teknis, pengembangan sistem, pembinaan dan pengendalian kesiapsiagaan nuklir. Terkait dengan insiden radiasi di fasilitas yang memiliki izin, BAPETEN telah memastikan dengan pengawasan dan verifikasi lapangan bahwa insiden-insiden tersebut tidak menimbulkan bahaya radiasi dan kontaminasi radiasi baik terhadap pekerja, masyarakat, dan lingkungan. BAPETEN juga melakukan pengawasan terhadap kejadian di luar pemegang izin dan melakukan respon terhadap adanya laporan pemanfaatan sumber radioaktif, seperti dugaan keberadaan Uranium di PT. Freeport, pengukuran radioaktivitas lingkungan berbagai kejadian alam yang diperkirakan mempunyai dampak radiologi di wilayah Republik Indonesia.

Pada Bab VII disajikan kegiatan lain untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan nuklir, diantaranya meningkatkan komunikasi yang efektif antara BAPETEN dengan para pemegang izin melalui pertemuan *executive meeting*, dan kerjasama dengan instansi terkait, dalam upaya peningkatan keselamatan nuklir di Indonesia, serta peran BAPETEN dalam mewujudkan kedamaian dunia dalam ketenaganukliran.

Dalam pelaksanaan inspeksi keselamatan, keamanan dan seifgard terhadap pemanfaatan tenaga nuklir beberapa hal penting yang menjadi dasar pertimbangan pelaksanaan pengawasan oleh para inspektur BAPETEN, meliputi :

- Setiap ada perubahan kondisi yang terkait dengan keselamatan, Laporan Analisis Keselamatan (LAK) harus direvisi dan dievaluasi oleh BAPETEN untuk mendapatkan persetujuan. Para inspektur keselamatan nuklir menggunakan dokumen LAK yang terbaru sebagai pedoman untuk memastikan kondisi keselamatan pada setiap pelaksanaan inspeksi.
- Selama intalasi nuklir dioperasikan, pemegang izin harus menyampaikan laporan operasi secara berkala atau setiap akhir siklus operasi. Laporan operasi ini merupakan salah satu aspek

yang diverifikasi oleh para Inspektur pada saat melakukan inspeksi keselamatan nuklir secara berkala.

- Surat ijin bekerja (SIB) yang diterbitkan BAPETEN merupakan bukti bahwa pekerja telah memenuhi standar kompetensi untuk mengoperasikan atau melakukan perawatan instalasi nuklir dengan selamat.
- Untuk memastikan agar pekerja radiasi menerima paparan radiasi serendah mungkin di bawah nilai batas dosis (NBD), inspektur BAPETEN melakukan inspeksi keselamatan radiasi pada instalasi nuklir yang mencakup pemantauan radiasi daerah kerja dan pemantauan radiasi personil.
- Setiap pemegang izin operasi instalasi nuklir mempunyai kewajiban untuk melaksanakan program kesiapsiagaan nuklir, dan pelaksanaan inspeksi diperlukan untuk memastikan pelaksanaan program kesiapsiagaan nuklir tersebut.
- Inspeksi jaminan mutu ditujukan untuk memastikan kewajiban pemegang izin dalam melaksanakan program jaminan mutu secara terencana dan sistematis.
- Inspeksi proteksi fisik bertujuan untuk memastikan bahwa instalasi nuklir melakukan fungsi utama sistem proteksi fisik untuk dapat menghadapi ancaman pemindahan bahan nuklir secara tidak sah dan sabotase terhadap fasilitas dan bahan nuklir. Fungsi utama proteksi fisik tersebut meliputi menangkal (*deter*), mendeteksi (*detection*), menilai (*assess*), menunda (*delay*), dan merespon (*respond*)
- Inspeksi seifgard yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN bertujuan untuk mendeteksi secara tepat waktu (*timely detection*) hilangnya bahan nuklir atau penggunaan bahan nuklir secara tidak sah dan menjamin kebenaran (*correctness*) dan kelengkapan (*completeness*) serta menjamin penggunaan bahan nuklir hanya untuk tujuan damai. BAPETEN telah melakukan 2 jenis inspeksi seifgard yaitu :
 - a. Inspeksi Seifgard Bahan Nuklir, dilakukan untuk memverifikasi pelaksanaan Sistem Pertanggungjawaban dan Pengendalian bahan nuklir
 - b. Inspeksi Protokol Tambahan Seifgard, dilakukan untuk memverifikasi deklarasi seluruh program kegiatan terkait

dengan daur bahan bakar nuklir yang meliputi peralatan tertentu yang berhubungan dengan nuklir, infrastruktur pendukung, dan prediksi penggunaan bahan nuklir.

BAB II

ASPEK HUKUM

2.1. Landasan Hukum Pelaksanaan Inspeksi

Laporan Keselamatan Nuklir Tahun 2010 ini memuat hasil kegiatan inspeksi keselamatan nuklir yang dilakukan oleh BAPETEN terhadap kondisi keselamatan, keamanan dan seifgard dalam pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia. Pasal 20 UU No. 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran menyatakan bahwa inspeksi dilakukan terhadap pemanfaatan tenaga nuklir dalam rangka pengawasan terhadap ditatatnya syarat-syarat dalam perizinan dan peraturan perundang-undangan di bidang keselamatan nuklir. Pengawasan tersebut sebagaimana diamanatkan pada pasal 15 UU No. 10 ditujukan untuk :

- a. terjaminnya kesejahteraan, keamanan dan ketenteraman masyarakat;
- b. menjamin keselamatan dan kesehatan pekerja dan anggota masyarakat serta perlindungan terhadap lingkungan hidup;
- c. memelihara tertib hukum dalam pelaksanaan pemanfaatan tenaga nuklir;
- d. meningkatkan kesadaran hukum pengguna tenaga nuklir untuk menimbulkan budaya keselamatan di bidang nuklir;
- e. mencegah terjadinya perubahan tujuan pemanfaatan bahan nuklir; dan
- f. menjamin terpeliharanya dan ditingkatkannya disiplin petugas dalam pelaksanaan pemanfaatan tenaga nuklir.

2.2. Lingkup Pelaksanaan Inspeksi

Pemanfaatan tenaga nuklir yang dilaksanakan di Indonesia dibedakan berdasarkan obyek pengawasan, yaitu pemanfaatan tenaga nuklir di bidang instalasi dan bahan nuklir, dan pemanfaatan tenaga nuklir di bidang fasilitas radiasi dan zat radioaktif. Pemanfaatan tenaga nuklir di bidang instalasi dan bahan nuklir mencakup reaktor nuklir dan instalasi nuklir non reaktor; sedangkan pemanfaatan tenaga nuklir di bidang fasilitas radiasi dan zat radioaktif mencakup fasilitas medik, industri, dan penelitian termasuk fasilitas pengelolaan limbah radioaktif.

2.2.1. Instalasi dan Bahan Nuklir

Adapun inspeksi keselamatan nuklir di bidang instalasi dan bahan nuklir mencakup inspeksi terhadap keselamatan operasi instalasi nuklir, proteksi/keselamatan radiasi, keselamatan lingkungan, jaminan mutu, kesiapsiagaan nuklir, dan inspeksi seifgard bahan nuklir termasuk proteksi fisik instalasi dan bahan nuklir.

Inspeksi keselamatan nuklir dengan lingkup seperti di atas dilaksanakan BAPETEN berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan keselamatan, seifgard dan proteksi fisik instalasi dan bahan nuklir. Peraturan perundang-undangan setingkat Undang-Undang, Peraturan Pemerintah dan Peraturan Presiden yang berkaitan dengan keselamatan, seifgard dan proteksi fisik instalasi dan bahan nuklir diberikan dalam tabel 1. Adapun peraturan Kepala BAPETEN yang berkaitan dengan keselamatan instalasi dan bahan nuklir diberikan dalam tabel 2. Sedangkan peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan seifgard bahan nuklir dan proteksi fisik bahan nuklir diberikan pada tabel 3. Publikasi Standar Keselamatan, Keamanan dan Seifgard dari Badan Tenaga Atom Internasional menjadi salah satu acuan dalam penerbitan peraturan perundang-undangan oleh BAPETEN. Konvensi, Traktat, Perjanjian atau instrumen hukum Internasional lain yang telah ditandatangani dan diratifikasi atau disahkan menjadi dasar dalam penyusunan peraturan perundang-undangan yang dilaksanakan oleh BAPETEN.

Disamping itu, inspeksi keselamatan nuklir di bidang instalasi dan bahan nuklir dilaksanakan untuk memastikan kepatuhan para pemegang izin dalam memenuhi persyaratan perizinan. Sebagai contoh, PP No. 43 tahun 2006 menjadi dasar pengaturan mengenai persyaratan perizinan reaktor nuklir, Sementara itu persyaratan izin untuk pemanfaatan bahan nuklir diberikan pada PP No. 29 tahun 2008. Persyaratan izin untuk instalasi dan bahan nuklir pada intinya terdiri dari persyaratan administratif dan persyaratan teknis. Persyaratan administratif mencakup persyaratan yang berkaitan dengan status dari pemohon izin dan otorisasi dari instansi terkait lain. Sedangkan persyaratan teknis yang terutama adalah keharusan penyampaian dokumen laporan analisis keselamatan kepada BAPETEN, dan dokumen lain yang berkaitan dengan keamanan dan seifgard.

Tabel 2.1. Undang-Undang, Peraturan Pemerintah dan Peraturan Presiden Terkait Keselamatan, Seifgard dan Proteksi Fisik Instalasi Nuklir dan Bahan Nuklir (status s.d. tahun 2010)

No	Nomor Peraturan	Judul Peraturan
1	UU No. 8 Tahun 1978	Pengesahan Perjanjian mengenai Pencegahan Penyebaran Senjata-senjata Nuklir
2	UU No. 9 Tahun 1997	Pengesahan Treaty on the Southeast Asia Nuclear Weapon Free Zone (Traktat Kawasan Bebas Senjata Nuklirdi Asia Tenggara)
3	UU No. 10 Tahun 1997	Ketenaganukliran
4	PP No. 26 Tahun 2002	Pengangkutan Zat Radioaktif
5	PP No. 27 Tahun 2002	Pengelolaan Limbah Radioaktif
6	PP No. 43 Tahun 2006	Perizinan Reaktor Nuklir
7	PP No. 33 Tahun 2007	Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif
8	PP No. 29 Tahun 2008	Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir
9	PP No. 27 Tahun 2009	Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang berlaku pada Badan Pengawas Tenaga Nuklir
10	PP No. 46 Tahun 2009	Batas Pertanggungjawaban Kerugian Nuklir
11	Perpres No. 81 Tahun 1993	Pengesahan Convention on Early Notification of a Nuclear Accident
12	Perpres No. 82 Tahun 1993	Pengesahan Convention on Assistance in the Case of of a Nuclear Accident or Radiological Emergency
13	Perpres No. 106 Tahun 2001	Pengesahan Convention on Nuclear Safety (Konvensi Keselamatan Nuklir)
14	Perpres No. 46 Tahun 2009	Pengesahan The Amandement Convention on Physical Protection of Nuclear Material

**Tabel 2.2. Daftar Peraturan Kepala BAPETEN Terkait
Keselamatan Instalasi dan Bahan Nuklir
(status s.d. tahun 2010)**

No	Nomor Peraturan	Judul Peraturan
1	No. 01/Ka-BAPETEN/V-99	Ketentuan Keselamatan Kerja terhadap Radiasi
2	No. 02/Ka-BAPETEN/V-99	Baku Tingkat Radioaktivitas di Lingkungan
3	No. 05/Ka-BAPETEN/V-99	Ketentuan Keselamatan Desain Reaktor Penelitian
4	No. 10/Ka-BAPETEN/V-99	Ketentuan Keselamatan Operasi Reaktor Penelitian
5	No. 03P/Ka-BAPETEN/V-99	Pedoman Teknis Penyusunan AMDAL untuk Rencana Pembangunan dan Pengoperasian Reaktor Nuklir
6	No. 06P/Ka-BAPETEN/V-00	Pedoman Pembuatan Laporan Analisis Keselamatan Reaktor Penelitian
7	No. 07Ptahun 2002	Pedoman Dekomisioning Fasilitas Medis, Industri dan Penelitian serta INNRR
8	No. 04P/Ka-BAPETEN/V-03	Pedoman Pelatihan Operator dan Supervisor Reaktor Nuklir
9	No. 03 Tahun 2006	Perizinan INNRR
10	No. 10 Tahun 2006	Pedoman Penyusunan Laporan Analisis Keselamatan INNRR
11	No. 11 Tahun 2007	Ketentuan Keselamatan INNRR
12	No. 8 Tahun 2008	Ketentuan Keselamatan Manajemen Penuaan Reaktor Nondaya
13	No. 10 Tahun 2008	Izin Bekerja Petugas Instalasi dan Bahan Nuklir
14	No. 4 Tahun 2009	Dekomisioning Reaktor nuklir
15	No. 1 Tahun 2010	Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir
16	No. 3 Tahun 2010	Desain Sistem Penanganan dan Penyimpanan Bahan Bakar Nuklir untuk Reaktor Daya
17	No. 4 Tahun 2010	Sistem Manajemen Fasilitas dan Kegiatan Pemanfaatan Tenaga Nuklir

**Tabel 2.3. Daftar Peraturan Kepala BAPETEN
Terkait Seifgard dan Proteksi Fisik IBN
(status s.d. tahun 2010)**

No	Nomor Peraturan	Judul Peraturan
1	No. 2 Tahun 2005	Sistem Pertanggungjawaban dan Pengendalian Bahan Nuklir
2	No. 9 Tahun 2006	Pelaksanaan Protokol Tambahan thd SPPBN
3	No. 9 Tahun 2008	Penyusunan dan Format Deklarasi Pelaksanaan Protokol Tambahan thd SPPBN
4	No. 1 Tahun 2009	Ketentuan Sistem Proteksi Fisik Instalasi dan Bahan Nuklir
5	No. 2 Tahun 2009	Daftar Informasi Desain

2.2.2. Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif

Lingkup pelaksanaan inspeksi keselamatan nuklir terhadap fasilitas radiasi dan zat radioaktif didasarkan pada Undang-Undang, Peraturan Pemerintah, dan Peraturan Kepala BAPETEN terkait dengan pemanfaatan tenaga nuklir bidang fasilitas radiasi dan zat radioaktif sebagaimana tersaji pada Tabel 4 dan Tabel 5.

**Tabel 2.4. Undang-Undang dan Peraturan Pemerintah Terkait
Lingkup Inspeksi Pemanfaatan Tenaga Nuklir Bidang Fasilitas Radiasi
Dan Zat Radioaktif**

No	Nomor Peraturan	Judul Peraturan
1.	UU No. 10 Tahun 1997	Ketenaganukliran
2.	PP No. 26 Tahun 2002	Pengangkutan Zat Radioaktif
3.	PP No. 27 Tahun 2002	Pengelolaan Limbah Radioaktif
4.	PP No. 33 Tahun 2007	Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif
5.	PP No. 29 Tahun 2008	Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir

Seluruh peraturan pemerintah dalam table 2.4. diatas selain digunakan untuk pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir bidang fasilitas radiasi dan zat radioaktif juga digunakan untuk pengawasan instalasi dan bahan nuklir.

PP No. 26 tahun 2002 merupakan peraturan yang mengatur keselamatan pengangkutan zat radioaktif yang mencakup perizinan, kewajiban dan tanggung jawab, pembungkusan, program proteksi radiasi, pelatihan, program jaminan kualitas, jenis dan batas aktivitas zat radioaktif, zat radioaktif dengan sifat bahaya lainnya, dan penanggulangan keadaan darurat.

PP No. 27 tahun 2002 mengatur masalah pengelolaan limbah radioaktif. Pengaturan PP ini mencakup klasifikasi limbah, manajemen perizinan, pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, program jaminan kualitas, pengelolaan dan pemantauan lingkungan, pengolahan limbah hasil tambang, program dekomisioning, dan penanggulangan kecelakaan.

PP No. 33 tahun 2007 merupakan peraturan pemerintah yang mengatur aspek keselamatan pemanfaatan tenaga nuklir, keamanan sumber radioaktif, penanganan radioaktif alam akibat beberapa kegiatan penambangan dan industri, dan optimisasi proteksi radiasi terhadap pasien.

Tabel 2.5. Peraturan Kepala BAPETEN Terkait Lingkup Inspeksi Pemanfaatan Tenaga Nuklir Bidang Fasilitas Radiasi Dan Zat Radioaktif

No	Nomor Peraturan	Judul Peraturan
1	No. 01/Ka-BAPETEN/V-99	Ketentuan Keselamatan Kerja terhadap Radiasi
2	No. 02/Ka-BAPETEN/V-99	Baku Tingkat Radioaktivitas di Lingkungan
3	No. 03/Ka-BAPETEN/V-99	<u>Ketentuan Keselamatan untuk Pengelolaan Limbah Radioaktif</u>
4	No. 04/Ka-BAPETEN/V-99	<u>Ketentuan Keselamatan untuk Pengangkutan Zat Radioaktif</u>
5	No. 05-P/Ka-BAPETEN/VII-00	<u>Pedoman Persyaratan Untuk Keselamatan Pengangkutan Zat Radioaktif</u>
6	No. 21/Ka-BAPETEN/XII-02	<u>Program Jaminan Kualitas Instalasi Radioterapi</u>
7	No. 01-P /Ka-BAPETEN/ I-03	Pedoman Dosis Pasien Radiodiagnostik

8	No. 02-P/Ka-BAPETEN/I-03	<u>Sistem Pelayanan Pemantauan Dosis Eksterna Perorangan</u>
9	No. 03-P/Ka-BAPETEN/ I- 03	<u>Persyaratan Laboratorium Uji Bungkusan Zat Radioaktif Tipe A Dan Tipe B</u>
10	Nomor 1 Tahun 2006	<u>Laboratorium Dosimetri, Kalibrasi Alat Ukur Radiasi Dan Keluaran Sumber Radiasi Terapi, Dan Standardisasi Radionuklida</u>
11	Nomor 7 Tahun 2007	<u>Keamanan Sumber Radioaktif</u>
12	Nomor 15 Tahun 2008	<u>Persyaratan untuk memperoleh surat izin bekerja bagi petugas tertentu di instalasi yang memanfaatkan sumber radiasi pengion</u>
13	Nomor 9 Tahun 2009	<u>Intervensi Terhadap Paparan Yang Berasal Dari Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material</u>
14	Nomor 7 Tahun 2009	<u>Keselamatan Radiasi Dalam Penggunaan Peralatan Radiografi Industri</u>
15	Nomor 6 Tahun 2009	<u>Keselamatan Radiasi Dalam Penggunaan Zat Radioaktif Dan Pesawat Sinar-X Untuk Peralatan Gauging</u>
16.	Nomor 5 Tahun 2009	<u>Keselamatan Radiasi Dalam Penggunaan Zat Radioaktif Untuk Well Logging</u>
17.	Nomor 1 Tahun 2010	<u>Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir</u>
18.	Nomor 4 Tahun 2010	<u>Sistem Manajemen Fasilitas dan Kegiatan Pemanfaatan Tenaga Nuklir</u>
19.	Nomor 6 Tahun 2010	<u>Pemantauan Kesehatan untuk Pekerja Radiasi</u>

BAB III

KONDISI KESELAMATAN PEMANFAATAN TENAGA NUKLIR PADA FASILITAS KESEHATAN, INDUSTRI DAN PENELITIAN

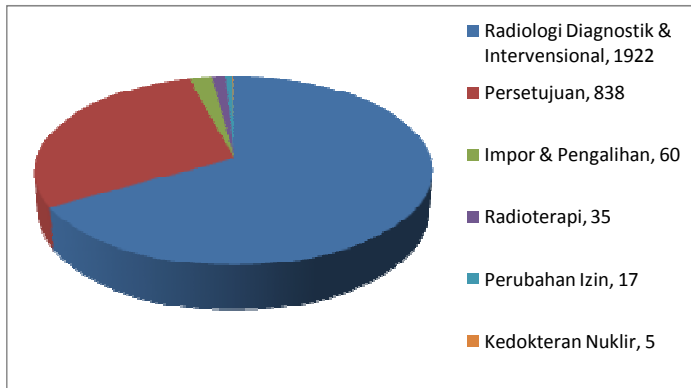
1.2. Penyelenggaraan Perizinan

Sesuai dengan fungsi yang diembannya, BAPETEN menyelenggarakan pelayanan perizinan berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) No. 29 tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir. PP ini menguraikan bahwa persyaratan permohonan izin terdiri atas persyaratan administratif, teknis, dan khusus. Seluruh persyaratan tersebut pada dasarnya ditujukan untuk memastikan bahwa pemanfaatan tenaga nuklir dilaksanakan secara selamat dan aman. Persyaratan administratif dan teknis diberikan untuk semua pemohon izin, sedangkan persyaratan khusus hanya diperuntukan bagi pemohon izin yang memerlukan izin tapak, konstruksi, komisioning, operasi dan/atau penutupan.

Secara garis besar dapat disampaikan bahwa pada tahun 2010, BAPETEN telah menerbitkan 7555 izin dan 838 persetujuan untuk bidang kesehatan. Di samping itu, BAPETEN juga menerbitkan 1185 Surat Izin Bekerja (SIB) bagi petugas tertentu yang terdiri atas Petugas Proteksi Radiasi (PPR) dan Petugas Keahlian seperti Ahli Radiografi, Operator Radiografi; Operator Iradiator, Petugas Dosimetri Iradiator, dan Petugas Perawatan Iradiator.

3.1.1 Status Izin Bidang Kesehatan

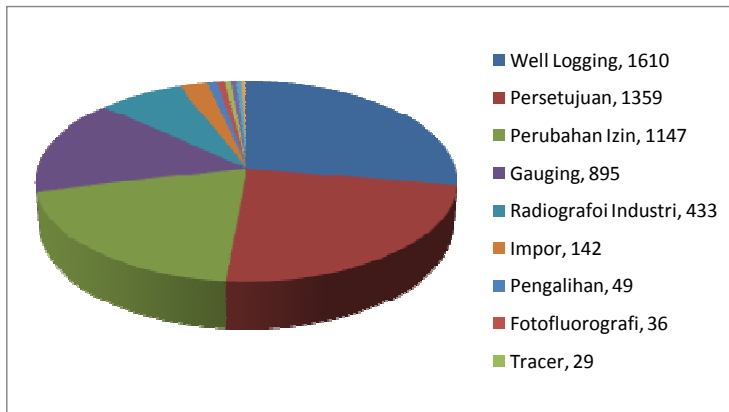
BAPETEN menerbitkan 2040 izin baru maupun perpanjangan pada tahun 2010 dalam bidang kesehatan, dengan uraian: 1922 izin untuk penggunaan radiologi diagnostik dan intervensional, 5 izin kedokteran nuklir, 35 izin radioterapi dan 60 izin kegiatan impor dan pengalihan. Pada tahun yang sama, BAPETEN juga menerbitkan 17 perubahan izin dan 838 persetujuan, yang meliputi: 474 persetujuan impor, 361 persetujuan pengiriman zat radioaktif, dan 3 persetujuan pengiriman kembali zat radioaktif ke negara asal.



Gambar 3.1 Distribusi Izin Pemanfaatan Bidang Kesehatan

3.1.2 Status Izin Bidang Industri dan Penelitian

Dalam bidang industri dan penelitian telah diterbitkan izin baru dan izin perpanjangan sebanyak 3274 izin selama tahun 2010. Jumlah tersebut meliputi 433 izin penggunaan radiografi industri, 895 izin *gauging*, 1610 izin *well logging*, 29 izin perunut (*tracer*), 36 izin fotofluorografi, 16 izin fluoroskopi bagasi, 2 izin fasilitas kalibrasi, 25 izin untuk penelitian dan pengembangan, 7 izin irradiator, 3 izin produksi radioisotop, 142 izin impor, 27 izin ekspor dan 49 izin pengalihan. Di tahun yang sama, BAPETEN juga menerbitkan 1147 perubahan izin dan 1359 persetujuan, yang terdiri atas 290 persetujuan impor, 133 persetujuan ekspor, 924 persetujuan pengiriman zat radioaktif izin, dan 12 persetujuan pengiriman kembali zat radioaktif ke negara asal.



Gambar 3.2 Distribusi Izin Pemanfaatan bidang Industri dan Penelitian

3.1.3 Status Izin Pekerja Radiasi

Untuk perizinan petugas tertentu yang terdiri atas Petugas Proteksi Radiasi (PPR) dan Petugas Keahlian seperti Ahli Radiografi, Operator Radiografi, Operator Iradiator, Petugas Dosimetri Iradiator dan Petugas Perawatan Iradiator telah diterbitkan 1185 Surat Izin Bekerja (SIB). Untuk SIB PPR baru dengan mekanisme pengujian 473 orang, SIB PPR perpanjangan melalui mekanisme penyegaran 401 orang, dan SIB Validasi Sertifikasi Keahlian Operator Radiografi, Ahli Radiografi dan Iradiator sejumlah 311 orang. Per 31 Desember 2010 jumlah SIB yang berlaku sebanyak 4147 izin.

3.2. Penyelenggaraan Inspeksi

Sebagai pelaksanaan amanah Undang-undang No. 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran, pada tahun 2010 BAPETEN telah melaksanakan inspeksi keselamatan pada fasilitas radiasi dan zat radioaktif (FRZR), serta evaluasi kinerja peralatan keamanan sumber radioaktif. Inspeksi keselamatan FRZR dilaksanakan dalam rangka pengawasan terhadap ditaatinya syarat-syarat dalam perizinan dan peraturan perundang-undangan di bidang keselamatan nuklir. Sedangkan evaluasi kinerja peralatan keamanan sumber radioaktif

bertujuan untuk mengevaluasi program keamanan sumber radioaktif pada fasilitas radioterapi, irradiator dan penyimpanan limbah radioaktif.

3.3 Inspeksi Keselamatan Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif

Inspeksi keselamatan FRZR telah dilakukan dengan pemberangkatan 62 Tim Inspektur dengan cakupan 25 provinsi. Instansi yang diinspeksi berjumlah 613 fasilitas dengan rincian 484 fasilitas kesehatan, dan 129 fasilitas industri dan penelitian. Jumlah, frekuensi, wilayah, dan fasilitas yang diinspeksi ini ditentukan berdasarkan parameter tingkat risiko, dan ketersediaan SDM inspektur. Fasilitas yang memiliki tingkat risiko yang relatif tinggi, seperti fasilitas radioterapi, diinspeksi dengan frekuensi yang lebih tinggi dibanding dengan fasilitas dengan tingkat risiko yang lebih rendah, seperti fasilitas radiologi diagnostik. Inspeksi dilaksanakan oleh inspektur keselamatan nuklir bidang kesehatan, industri, dan penelitian yang seluruhnya berjumlah 50 orang, dengan komposisi 10 Inspektur Utama, 11 Inspektur Madya, 12 Inspektur Muda, dan 17 orang Inspektur Pertama.

Tabel 3.1 berikut menyajikan frekuensi keberangkatan/pelaksanaan inspeksi pada tahun anggaran 2010. Pelaksanaan inspeksi dapat berjalan sesuai dengan perencanaan.

Tabel 3.1. Jumlah Pelaksanaan Inspeksi tiap Propinsi

No	Propinsi	Jumlah Keberangkatan	Kesehatan	Industri & Penelitian	Total
1	Jabodetabek	24	123	33	156
2	Jawa Barat	6	57	25	82
3	Jawa Tengah	3	42	5	47
4	Jawa Timur	4	42	18	60
5	Sumatera Utara	2	23	6	29

No	Propinsi	Jumlah Keberangkatan	Kesehatan	Industri & Penelitian	Total
6	Kalimantan Selatan	1	12	3	15
7	Sulawesi Selatan	1	15	0	15
8	Nusa Tenggara Barat	1	15	0	15
9	Kalimantan Timur	2	9	13	22
10	DI Yogyakarta	2	19	2	21
11	Bali	1	6	0	6
12	Sumatera selatan	1	8	0	8
13	Banten	1	12	2	14
14	Riau	2	8	3	11
15	Kepulauan Riau	1	9	5	14
16	Sumatera Barat	1	3	0	3
17	Bengkulu	1	11	0	11
18	NAD	1	10	6	16
19	Sulawesi Barat	1	5	0	5
20	Gorontalo	1	6	0	6
21	Sulawesi Tenggara	1	11	2	13
22	Maluku Utara	1	9	3	12
23	Papua Barat	1	7	2	9
24	Kalimantan Barat	1	12	0	12
25	Kalimantan Tengah	1	10	1	11
JUMLAH		62	484	129	613

3.3.1 Kondisi Keselamatan bidang Kesehatan

Dari hasil inspeksi yang dilakukan oleh Inspektur BAPETEN selama tahun 2010 dapat dilihat kondisi keselamatan bidang Kesehatan pada fasilitas radiologi diagnostik dan intervensional, dan radioterapi.

3.3.1.1 Radiologi Diagnostik dan Intervensial

Hasil Inspeksi yang dilaksanakan pada fasilitas radiologi diagnostik dan intervensional untuk tahun 2010 menunjukkan bahwa 943 pesawat sinar-X telah memiliki izin dan 332 pesawat sinar-X belum memiliki izin pemanfaatan. Tindakan yang dilakukan Inspektur BAPETEN terhadap fasilitas dengan pesawat sinar-X yang belum memiliki izin ini berupa pemberian perintah penghentian kegiatan penggunaan pesawat tersebut secara tertulis, peringatan ancaman pidana sesuai Undang-Undang No 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran dan perintah agar pemilik fasilitas segera mengajukan permohonan izin ke BAPETEN. Langkah yang ditempuh ini terbukti sangat efektif, karena seluruh fasilitas dengan pesawat sinar-X yang belum memiliki izin tersebut langsung mengajukan izin pemanfaatan ke BAPETEN dalam sebulan setelah tanggal dilaksanakannya inspeksi.

Inspeksi juga mengungkapkan bahwa 95,8% atau 456 instansi telah memiliki PPR yang memiliki SIB dari BAPETEN dan personil yang memiliki kompetensi sebagaimana yang ditetapkan oleh peraturan perundang-undangan. Namun demikian masih ditemukan sebanyak 4,2% atau 20 instansi yang belum memiliki PPR atau personil dengan kompetensi yang belum memenuhi peraturan perundang-undangan. Kekosongan PPR pada instansi tersebut disebabkan oleh mutasi PPR ke instansi lain atau SIB yang habis masa berlakunya. Dalam menghadapi temuan ini Inspektur telah memerintahkan instansi yang bersangkutan untuk segera mencari pengganti PPR tersebut atau mengajukan permohonan perpanjangan SIB.

Pemeriksaan terhadap kondisi 476 fasilitas radiologi diagnostik dan intervensional mencakup kondisi ruangan, peralatan pemantauan dosis

perorangan (*film badge*), apron, ruang operator atau ketersediaan tabir, pintu ruangan fasilitas yang dilapisi dengan Pb, tanda radiasi, tulisan peringatan bahaya radiasi, dan lampu merah penanda bahaya radiasi. Hasil inspeksi memperlihatkan bahwa fasilitas yang telah memiliki apron sebanyak 99,5% atau 474 instansi; ketersediaan ruang operator atau tabir dipenuhi oleh 99,3% atau 473 instansi; dan 99,7% atau 475 instansi telah menyediakan lampu merah dan tanda peringatan bahaya radiasi.

Berdasarkan hasil inspeksi tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa sebanyak 98,7% atau 470 fasilitas berada dalam kondisi baik atau memenuhi seluruh persyaratan keselamatan sebagaimana yang ditetapkan dalam peraturan perundang-undangan; sebanyak 1,1% atau 5 instansi berkondisi cukup baik, memenuhi sebagian besar persyaratan keselamatan (kecuali tanda radiasi, tulisan Bahaya Radiasi dan/atau Lampu Merah); dan sisanya, 0,2% atau 1 fasilitas memiliki kondisi kurang memenuhi persyaratan keselamatan. Terhadap instansi yang kurang baik tersebut, inspektur BAPETEN telah memberikan peringatan keras secara tertulis, ancaman pencabutan izin dan perintah untuk segera melengkapi kekurangan dalam memenuhi salah satu persyaratan keselamatan.



Gambar 3.3 Inspeksi Fasilitas Radiologi Diagnostik dan Intervensional

Inspektur juga melakukan pemeriksaan terhadap kelengkapan dokumen dan rekaman yang mencakup logbook pengoperasian, logbook perawatan, prosedur standar pengoperasian, program proteksi dan keselamatan radiasi, rekaman dosis perorangan, rekaman hasil pemeriksaan kesehatan personil dan dokumen inventaris peralatan. Hasil inspeksi menunjukkan bahwa sebanyak 92,6% atau 441 instansi telah memiliki seluruh dokumen dan rekaman secara lengkap; 2,3% atau 11 instansi belum memiliki kelengkapan dokumen inventaris peralatan dan logbook, dan sisanya 5,1% atau 24 instansi tidak memiliki dokumen hasil pemeriksaan kesehatan personil. Terhadap fakta-fakta ini, inspektur BAPETEN telah mewajibkan fasilitas untuk segera mengendalikan dokumen dan rekaman tersebut.

3.3.1.2 Radioterapi

Inspeksi yang dilaksanakan pada 8 fasilitas radioterapi yang menggunakan sumber radioaktif, inspektur menemukan adanya satu fasilitas yang belum memiliki izin pemanfaatan. Tindakan yang dilakukan inspektur BAPETEN dalam hal ini adalah memerintahkan penghentian kegiatan penggunaan sumber radioaktif tersebut secara tertulis, memberikan peringatan ancaman pidana sesuai Undang-undang No 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran dan memerintahkan agar pemilik fasilitas segera mengajukan permohonan izin ke BAPETEN.

Pemeriksaan terhadap kondisi kedelapan fasilitas radioterapi tersebut mencakup kondisi ruang penyinaran yang memenuhi kriteria keselamatan, film badge, apron, ruang operator, tanda dan tulisan peringatan bahaya radiasi, serta lampu merah penanda bahaya radiasi. Berdasarkan hasil inspeksi tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa sebanyak 7 fasilitas berada dalam kondisi baik atau memenuhi seluruh persyaratan keselamatan sebagaimana yang ditetapkan dalam peraturan perundang-undangan dan 1 fasilitas masih dipersyaratkan untuk memasang tanda radiasi, tulisan Bahaya Radiasi dan/atau Lampu Merah.



Gambar 3.4 Inspeksi Fasilitas Radioterapi

Pemeriksaan terhadap kelengkapan dokumen dan rekaman menunjukkan bahwa 7 fasilitas yang diinspeksi telah memiliki seluruh dokumen dan rekaman yang meliputi logbook operasi, logbook perawatan, prosedur standar pengoperasian, rekaman hasil evaluasi dosis perorangan, dokumen hasil pemeriksaan kesehatan dan dokumen inventaris sumber radioaktif. Satu fasilitas radioterapi diberi peringatan dan sekaligus pembinaan agar melengkapi dokumen yang belum tersedia.

3.3.2 Kondisi Keselamatan bidang Industri dan Penelitian.

Inspeksi yang dilakukan pada fasilitas atau kegiatan industri dan penelitian meliputi fasilitas iradiator dan akselerator, fasilitas radiografi industri, fasilitas *well logging* dan fasilitas *gauging*, fotofluorografi, fluoroskopi bagasi, analisa dan gamma *scanner* serta fasilitas-fasilitas penelitian yang dimiliki oleh BATAN, perguruan tinggi dan institusi penelitian lainnya.

3.3.2.1 Iradiator

Inspeksi dilaksanakan pada 4 perusahaan yang menggunakan 5 sumber radioaktif dan 4 unit pembangkit radiasi pengion, keseluruhannya telah memiliki izin pemanfaatan tenaga nuklir. Ketersediaan personil yang kompeten dan kondisi fasilitas yang sangat baik menunjukkan bahwa fasilitas iradiator tersebut telah memenuhi persyaratan keselamatan sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

Sebanyak tiga perusahaan yang diinspeksi memiliki fasilitas yang sangat baik termasuk tersedianya surveymeter, tanda radiasi, tempat penyimpanan, dan TLD Badge untuk pemantauan dosis personil. Satu perusahaan yang diinspeksi masih dapat dikategorikan baik karena perusahaan tersebut dapat memenuhi sebagian besar dan komponen penting persyaratan keselamatan fasilitas kecuali tanda radiasi.



Gambar 3.5 Inspeksi Fasilitas Iradiator

Pemeriksaan terhadap kelengkapan dokumen dan rekaman yang dilakukan di 4 fasilitas memperlihatkan 1 fasilitas telah memiliki seluruh dokumen dan rekaman. Dua fasilitas memiliki dokumen dan rekaman tetapi kurang lengkap karena belum memiliki program proteksi. Satu fasilitas yang belum memiliki dokumen dan rekaman diberi peringatan dan diperintahkan untuk melengkapi dokumen yang

belum tersedia. Terhadap temuan ini Inspektur BAPETEN memerintahkan Pemegang Izin untuk segera menyusun dokumen dan menyampaikannya ke BAPETEN.

3.3.2.2 Radiografi Industri

Pelaksanaan inspeksi terhadap kegiatan radiografi industri mendapatkan temuan dari 85 sumber radioaktif dan 10 unit pesawat sinar-x radiografi yang digunakan, 18 sumber radioaktif belum memiliki izin pemanfaatan. Inspektur BAPETEN telah memberi perintah secara tertulis untuk menghentikan kegiatan penggunaan 18 sumber radioaktif yang belum memiliki izin sumber radioaktif tersebut serta menyampaikan konsekuensi pidana sesuai Undang-undang No 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran. Inspektur juga telah merekomendasikan agar pemilik fasilitas segera mengajukan permohonan izin ke BAPETEN.

Dari 31 perusahaan yang diinspeksi, 30 perusahaan (96,7%) telah memiliki PPR dan personil yang memiliki kompetensi sebagaimana yang ditetapkan oleh peraturan perundang-undangan. Namun demikian masih ditemukan 1 perusahaan yang memiliki PPR atau personil dengan kompetensi yang belum memenuhi peraturan perundang-undangan. Sebanyak 20 perusahaan yang diinspeksi (64,5%) memiliki fasilitas yang sangat baik termasuk tersedianya surveymeter, tanda radiasi, tempat penyimpanan, dan TLD Badge untuk pemantauan dosis personil. Sebanyak 6 perusahaan yang diinspeksi (19,4%) masih dapat dikategorikan baik karena perusahaan tersebut dapat memenuhi sebagian besar dan komponen penting persyaratan keselamatan fasilitas kecuali tanda radiasi. Sebanyak 5 perusahaan (16,1%) dalam kondisi kurang baik karena selain tanda radiasi yang belum dimiliki juga tidak memiliki surveymeter atau surveymeter belum terkalibrasi.



Gambar 3.6 Inspeksi Fasilitas Radiografi Industri

Pada aspek ketersediaan dokumen dan rekaman, inspeksi menemukan bahwa hanya 24 perusahaan (77,4%) yang diinspeksi memiliki seluruh kelengkapan dokumen dan rekaman termasuk dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi, 5 perusahaan (16,1%) telah memiliki hampir keseluruhan dokumen dan rekaman kecuali logbook pengoperasian dan perawatan, dan sisanya sebanyak 2 perusahaan (6,5%) tidak memiliki dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi. Terhadap temuan ini Inspektur BAPETEN telah mewajibkan fasilitas untuk segera menyusun dokumen tersebut dan menyampaikannya ke BAPETEN. Tidak tersedianya dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi ini bukanlah cerminan rendahnya tingkat keselamatan, karena perusahaan tersebut telah memiliki dokumen petunjuk pelaksanaan (juklak) keselamatan radiasi yang didasarkan pada peraturan perundang-undangan sebelum tahun 2010.

3.3.2.3 Well logging

Inspeksi terhadap kegiatan penggunaan sumber radioaktif pada *well logging* dan perunut dilakukan terhadap 13 perusahaan. Ditemukan bahwa 15 sumber radioaktif belum memiliki izin dari 121 sumber radioaktif yang digunakan. Sebagaimana seharusnya, inspektur BAPETEN telah memberi perintah penghentian kegiatan penggunaan sumber radioaktif tersebut secara tertulis, menyampaikan peringatan ancaman pidana sesuai Undang-undang No 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran dan memerintahkan agar pemilik fasilitas segera mengajukan permohonan izin ke BAPETEN.

Temuan inspeksi mengungkapkan bahwa 92,3% atau 12 perusahaan telah memiliki PPR yang memiliki SIB dari BAPETEN dan personil yang memiliki kompetensi sebagaimana yang ditetapkan oleh peraturan perundang-undangan. Namun demikian masih ditemukan satu perusahaan yang memiliki PPR atau personil dengan kompetensi yang belum memenuhi persyaratan peraturan perundang-undangan.



Gambar 3.7 Inspeksi Fasilitas *Well logging*

Sebanyak 69,2% atau 9 perusahaan perusahaan yang diinspeksi memiliki fasilitas yang sangat baik termasuk tersedianya surveymeter, tanda radiasi, tempat penyimpanan, dan TLD Badge untuk pemantauan dosis personil. Sebanyak 30,8% atau 4 perusahaan yang diinspeksi masih dapat dikategorikan baik karena perusahaan tersebut dapat memenuhi sebagian besar dan komponen penting persyaratan keselamatan fasilitas kecuali tanda radiasi.

Ketersediaan dokumen dan rekaman dapat dipenuhi secara penuh oleh 69,2% atau 9 perusahaan yang diinspeksi. Dokumen dan rekaman tersebut meliputi dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi, logbook pengopersian dan perawatan, rekaman hasil pemeriksaan kesehatan, rekaman hasil evaluasi dosis, rekaman pemantauan radiasi, dan dokumen inventaris sumber radioaktif. Akan tetapi, inspektur juga menemukan sejumlah 23,1% atau 3 perusahaan yang tidak memiliki dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi. Satu perusahaan tersisa bahkan tidak dapat menunjukkan dokumen inventaris sumber radioaktif dan rekaman pemantauan radiasi. Inspektur BAPETEN telah memerintahkan kepada perusahaan tersebut untuk segera melengkapi dokumen dan rekaman sebagaimana yang ditetapkan oleh peraturan perundang-undangan.

3.3.2.4 *Gauging, Fotofluorografi, Fluoroskopi Bagasi, Analisa dan Gamma Scanner*

Inspeksi terhadap berbagai jenis fasilitas ini dilakukan terhadap 69 perusahaan. BAPETEN menemukan 4 sumber radioaktif atau 1,5% belum memiliki izin dari 259 sumber radioaktif terkait dengan fasilitas *Gauging, Fotofluorografi, Fluoroskopi Bagasi, Analisa dan Gamma Scanner*. Sesuai aturan dan kebijakan, inspektur BAPETEN telah menyampaikan perintah penghentian kegiatan penggunaan 4 sumber radioaktif tersebut secara tertulis, memberi peringatan ancaman pidana sesuai Undang-undang No 10 tahun 1997 tentang

Ketenaganukliran dan memerintahkan agar pemilik fasilitas segera mengajukan permohonan izin ke BAPETEN.

Di sisi lain, persyaratan ketersediaan personil dengan kompetensi yang ditetapkan oleh peraturan perundang-undangan dapat dipenuhi oleh 98,5% atau 68 perusahaan dan hanya satu perusahaan yang tidak memenuhinya. Sebagian besar perusahaan yaitu 92,8% atau 64 perusahaan telah memiliki fasilitas yang memenuhi seluruh persyaratan keselamatan. Sebanyak 4,3% atau 3 perusahaan memenuhi sebagian besar persyaratan keselamatan kecuali ketiadaan tanda radiasi. Sisanya, dua perusahaan tidak memiliki peralatan surveymeter dan TLD Badge.

Ketersediaan dokumen dan rekaman, yang meliputi dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi, logbook pengoperasian dan perawatan, rekaman hasil pemeriksaan kesehatan, rekaman hasil evaluasi dosis, rekaman pemantauan radiasi, dan dokumen inventaris sumber radioaktif telah dipenuhi secara lengkap oleh 52,2% atau 36 perusahaan. BAPETEN menemukan 30,4% atau 21 perusahaan telah memiliki seluruh dokumen dan rekaman tetapi dengan isi yang belum lengkap, sedangkan 17,4% atau 12 perusahaan masih memiliki kekurangan rekaman yaitu rekaman hasil pemantauan radiasi. Inspektur BAPETEN dengan tegas memerintahkan seluruh perusahaan yang belum memenuhi kelengkapan persyaratan keselamatan, termasuk pengendalian dokumen dan rekaman, untuk segera melengkapinya dalam batas waktu yang telah ditentukan.

3.3.2.5 Impor dan pengalihan zat radioaktif dan/atau pembangkit radiasi pengion untuk keperluan medik

Pelaksanaan inspeksi untuk izin sumber tujuan pemanfaatan importir dilakukan terhadap 5 perusahaan. Sebagian besar izin sumber merupakan sumber curah. Ketersediaan personil yang kompeten menunjukkan bahwa perusahaan dengan izin sumber tujuan pemanfaatan importir tersebut telah memenuhi persyaratan keselamatan sebagaimana yang ditetapkan peraturan perundang-undangan.



Gambar 3.8

Inspeksi Fasilitas Gauging 3

Di sisi lain, sebagian besar dari perusahaan memiliki fasilitas yang sangat baik dengan ketersediaan surveymeter, tanda radiasi, dan TLD Badge untuk pemantauan dosis personil, hanya 40 % atau 2 perusahaan yang tidak memiliki tanda radiasi.

Kelengkapan dokumen dan rekaman hanya dapat dipenuhi secara lengkap oleh 60% atau 3 perusahaan. Ketiadaan dokumen logbook menjadi temuan paling banyak yaitu pada 40% atau 2 perusahaan. Sesuai prosedur, inspektur BAPETEN telah memerintahkan kepada seluruh perusahaan yang belum memenuhi persyaratan keselamatan, termasuk pengendalian dokumen dan rekaman, untuk segera melengkapinya dalam batas waktu yang telah ditentukan.

3.3.2.6 Fasilitas Penelitian

Sebagian besar fasilitas penelitian yang berkaitan dengan penggunaan sumber radioaktif dan pembangkit radiasi pengion berada di BATAN. Beberapa perguruan tinggi dan instansi lain juga memiliki sumber radioaktif dan pembangkit radiasi pengion namun dalam jumlah yang kecil. Pada tahun 2010, inspeksi penggunaan sumber radioaktif dan pembangkit radiasi pengion untuk tujuan penelitian telah dilaksanakan terhadap 8 fasilitas penelitian yang menggunakan 46 sumber radioaktif dan pembangkit radiasi pengion. Inspektur tidak menemukan sumber radioaktif dan pembangkit radiasi pengion yang belum memiliki izin pemanfaatan. Hal ini menunjukkan bahwa fasilitas penelitian telah memenuhi persyaratan keselamatan sebagaimana yang ditetapkan peraturan perundang-undangan.

Inspektur mencatat bahwa seluruh fasilitas penelitian memiliki personil yang kompeten dan fasilitas dengan kondisi yang sangat baik yang mencakup surveymeter, tanda radiasi, tempat penyimpanan, dan TLD Badge. Sebagian besar fasilitas penelitian, yaitu 75% atau 6 fasilitas juga telah memiliki dokumen dan rekaman yang lengkap, dan hanya 25% atau 2 fasilitas belum memiliki dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi. Inspektur BAPETEN telah memerintahkan 2 fasilitas tersebut untuk segera menyediakan dan menyampaikan dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi dalam batas waktu yang ditentukan.

3.4. Evaluasi Kinerja Peralatan Keamanan Sumber Radioaktif

Dengan telah diberlakukannya kewajiban persyaratan keamanan sumber radioaktif pada bulan Juni tahun 2010 bagi instansi yang memanfaatkan sumber radioaktif, maka pada kegiatan TA-2010 telah dilakukan evaluasi terhadap peralatan keamanan sumber radioaktif baik dari segi kinerjanya, pemeliharaan, dan juga implementasi program keamanan sumber radioaktif yang sudah disusun. Pada tahun

2010 telah dilakukan pemasangan peralatan keamanan sumber radioaktif di tujuh rumah sakit dan dua fasilitas BATAN. Selain itu juga telah dilakukan penyusunan program keamanan sumber radioaktif untuk 9 instansi tersebut.

Dari ketujuh instansi rumah sakit yang evaluasi, semua fasilitas telah memiliki peralatan keamanan sumber radioaktif, program keamanan sumber radioaktif dan petugas keamanan sumber radioaktif yang telah mengikuti pelatihan keamanan. Sebagian besar fasilitas telah melakukan prosedur membuka dan menutup dengan menerapkan aturan akses 2 orang (*two-person rule*), namun belum menuliskannya di dalam logbook. Perawatan peralatan keamanan sumber radioaktif secara rutin telah dilakukan 3 bulan sekali oleh pihak ketiga (kontraktor yang memasang peralatan), namun pelaksanaan uji unjuk kerja peralatan bulanan secara rutin belum semua fasilitas melakukannya. Dalam rangka pelaksanaan keamanan sumber radioaktif ketujuh fasilitas telah melakukan koordinasi dengan aparat keamanan setempat (Kepolisian).

Sedangkan dari dua fasilitas BATAN yang dievaluasi, kedua fasilitas juga telah memiliki peralatan keamanan sumber radioaktif, program keamanan sumber radioaktif dan petugas keamanan sumber radioaktif yang telah mengikuti pelatihan keamanan. Fasilitas telah menerapkan prosedur membuka dan menutup dengan menerapkan aturan akses 2 orang (*two-person rule*), namun belum menuliskannya di dalam logbook. Perawatan peralatan keamanan sumber radioaktif secara rutin telah dilakukan 3 bulan sekali oleh pihak ketiga (kontraktor yang memasang peralatan) termasuk penggantian kamera CCTV (11 buah) yang rusak karena tersambar petir, namun pelaksanaan uji unjuk kerja peralatan bulanan secara rutin belum dilakukan dan prosedur mengubah kombinasi kunci secara berkala belum diterapkan. Kedua fasilitas juga telah melakukan koordinasi dengan aparat keamanan setempat (Kepolisian) dalam rangka pelaksanaan keamanan sumber radioaktif.

3.5. Inspeksi dalam Rangka Perizinan dan Sewaktu-waktu

Sesuai dengan UU No.10 tahun 1997, inspeksi dapat dilaksanakan secara berkala dan sewaktu-waktu. Dalam praktiknya, inspeksi sewaktu-waktu ini dilaksanakan untuk melakukan verifikasi dalam rangka penerbitan izin, memeriksa tindak lanjut hasil inspeksi sebelumnya, inspeksi untuk keadaan abnormal dan inspeksi khusus.

Selama tahun 2010 telah dilakukan inspeksi sewaktu-waktu terhadap 21 instansi pada beberapa daerah di Indonesia, dengan tujuan sebagai berikut:

1. menindaklanjuti laporan masyarakat setempat bahwa ada sebuah klinik yang melakukan penyinaran sinar-X terhadap pasien tanpa memperhatikan prosedur penyinaran yang aman dan tidak memiliki izin dari BAPETEN;
2. melakukan *assessment* untuk menentukan lokasi penempatan *Radiation Portal Monitor* dan *Personal Radiation Detector* yang merupakan hibah dari IAEA;
3. menindaklanjuti temuan hasil inspeksi yang terkait dengan penanganan kontaminasi zat radioaktif daerah kerja;
4. menindaklanjuti laporan terlepasnya iner capsul dari outer capsul saat kamera radiografi sedang dioperasikan.
5. Melakukan verifikasi jumlah dan keberadaan zat radioaktif pada perusahaan-perusahaan *well logging* di wilayah Kalimantan Timur mengingat mobilitas zat radioaktif di wilayah ini yang sangat tinggi.
6. menindaklanjuti laporan dari Direktorat Perizinan terkait dengan adanya kepemilikan 78 sumber Cs-137 untuk pemanfaatan Gauging Industri di PT. Polyprima Kayareksa yang telah kadaluarsa sejak 29 November 2008. Ternyata perusahaan sudah tidak beroperasi dan pabrik dalam keadaan ditinggalkan oleh manajemen pemiliknya.

7. menindaklanjuti laporan Klinik Biotest cabang Jakarta perihal masih banyaknya pesawat sinar-X milik Klinik Biotest cabang lain yang belum memiliki izin dari BAPETEN.

Tindakan yang telah dilakukan BAPETEN terhadap berbagai kasus tersebut di atas adalah sebagai berikut:

- Terkait adanya instansi yang tidak memiliki izin pemanfaatan dari BAPETEN, Direktorat Inspeksi telah memerintahkan kepada instansi melalui surat pemberitahuan hasil inspeksi, agar instansi segera membuat dan mengirimkan berita acara serah terima pesawat sinar-X yang telah dilakukan antara PT Dewi Sartika Medical Centre dengan CV Wahyu ke BAPETEN, karena pesawat sinar-X ini telah diambil kembali oleh pemilik yaitu CV Wahyu.
- Lokasi penempatan detektor zat radioaktif berupa Personal Monitor dan Portal Gate Monitor harus disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan. Untuk terminal kedatangan penumpang maka dibutuhkan Personal Monitor sedangkan untuk terminal kargo dibutuhkan Portal Gate Monitor. Namun dalam pemasangan Portal Gate Monitor harus diperhatikan sistem tata lalu lintas kargo di bandara.
- Untuk penanganan kontaminasi radioaktif di daerah kerja, telah dilakukan verifikasi terhadap alir udara, paparan radiasi dan kontaminasi pada fasilitas kerja serta melakukan pengukuran dosis interna pada semua pekerja radiasi. Oleh sebab itu dapat disimpulkan bahwa dengan mempertimbangkan aspek keselamatan, PT. BATEK belum dapat beroperasi secara normal mengingat sistem VAC –C-2 belum berfungsi sebagaimana mestinya, sehingga pada awal tahun 2010 hanya diperbolehkan memproduksi radioisotop untuk tujuan medik secara bertahap.
- Memerintahkan kepada PT. BATEK untuk melakukan kendali mutu terhadap produk sumber radioaktif terkait dengan

adanya cacat produk dari produksi tahun 2009 dengan melakukan sertifikasi uji tarik hasil las-lasan sumber Ir-192, uji tak merusak dengan sinar-x dan uji getar dengan Safety Weld Tester pada setiap produk, dan hasil uji fungsi/sertifikat/rekaman kerja serta revisi prosedur untuk segera disampaikan ke BAPETEN. Pada semester kedua tahun 2010 PT. BATEK hanya diperbolehkan memproduksi sumber Ir-192 dengan menggunakan pigtail, outer capsule dan inner capsule Ir-192 yang memiliki sertifikat tertelusur secara internasional.

- Berkaitan dengan pemantauan jumlah zat radioaktif yang ada di Kalimantan Timur, tidak ditemukan adanya temuan yang signifikan, hanya ditemukan adanya 2 buah sumber yang sedang dalam proses permohonan izin. Dan instansi yang memiliki sumber tersebut diwajibkan untuk menambahkan rekaman pemantauan laju paparan radiasi pada saat pengambilan dan penyimpanan kamera serta pada saat pengoperasian di lapangan.
- Direktorat Inspeksi memerintahkan agar pihak manajemen dari perusahaan yang sudah tidak beroperasi segera mengajukan permohonan perpanjangan izin untuk seluruh sumber yang dimiliki ke BAPETEN pada saat pabrik akan beroperasi kembali dan secara rutin mengamankan, memantau dan mencatat paparan radiasi untuk setiap sumber yang dimiliki.
- Inspektur BAPETEN telah memerintahkan penghentian pengoperasian pesawat sinar-X kepada instansi yang mempunyai pesawat sinar-X tanpa memiliki izin. Dan instansi diperintahkan untuk segera mengajukan permohonan izin pemanfaatan pesawat sinar-X kepada BAPETEN.

3.6. Penegakan Hukum

Mekanisme penegakan hukum atau pemberian sanksi terhadap pelanggaran pemanfaatan tenaga nuklir adalah sebagaimana diatur

dalam UU No 10 tahun 1997, PP No. 33 tahun 2007 dan PP No. 29 tahun 2008. Upaya yang telah dilakukan BAPETEN dalam rangka pelaksanaan penegakan hukum ketenaganukliran ini adalah sbb:

- a. Tindakan preventif (pencegahan) dalam bentuk penyuluhan atau diseminasi informasi mengenai peraturan perundang-undangan yang ditujukan kepada pemanfaat atau pemegang izin atau berbagai pihak-pihak yang berkepentingan.
- b. Tindakan persuasif (pembinaan) dalam penyelenggaraan perizinan atau inspeksi dengan cara menyampaikan teguran tertulis kepada pemegang izin berdasarkan hasil inspeksi dengan menekankan untuk melakukan perbaikan sebagaimana mestinya sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.
- c. Tindakan penegakan hukum secara represif (penekanan), yaitu melakukan penghentian kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir pada suatu instansi atau bahkan melaporkannya kepada pihak kepolisian.

Untuk memastikan efektivitas penegakan hukum, telah dilakukan sosialisasi, konsolidasi serta koordinasi dengan pihak kepolisian dan kejaksaan pada beberapa daerah di Indonesia. Hal ini merupakan proses yang berkesinambungan sejak tahun 2008. Kegiatan tersebut juga dimaksudkan untuk berkonsultasi dengan pihak kepolisian dan kejaksaan mengenai mekanisme yang dapat ditempuh oleh BAPETEN dalam pelaksanaan penegakan hukum di bidang ketenaganukliran.

Pada tahun 2010 telah dilakukan tindakan penghentian pengoperasian sumber radiasi yang tidak memiliki izin melalui inspeksi rutin dan penegakan hukum. Dalam inspeksi rutin telah dilakukan tindakan penghentian pengoperasian sumber radiasi terhadap 70 instansi kesehatan dan 9 instansi industri. Sedangkan melalui penegakan hukum telah dilakukan tindakan penghentian pengoperasian sumber radiasi terhadap 5 instansi bidang kesehatan dengan cara memberikan surat perintah penghentian pengoperasian dan tindakan pelaporan kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir tanpa izin kepada Kepolisian

terhadap 5 instansi di daerah. Terhadap instansi-instansi tersebut diberikan tenggat waktu untuk segera mengajukan izin. Untuk pemanfaatan bidang kesehatan, pemberian risalah penghentian pengoperasian selalu mempertimbangkan kepentingan instansi tersebut dalam fungsinya terhadap pelayanan kesehatan masyarakat setempat.

Tindak lanjut terhadap risalah penghentian pengoperasian oleh instansi terus dipantau. Untuk instansi yang belum menindaklanjuti akan dilakukan tindakan hukum tahap selanjutnya termasuk dilaporkan ke kepolisian. Sosialisasi, konsolidasi serta koordinasi dengan pihak kepolisian dan kejaksaan dalam rangka penegakan hukum telah dilakukan pada tiga daerah yaitu Sumatera Utara, Kalimantan Timur dan Banten yang merupakan kelanjutan dari program tahun sebelumnya.

BAB IV

KONDISI KESELAMATAN, KEAMANAN, DAN SEIFGARD PEMANFAATAN TENAGA NUKLIR BIDANG REAKTOR

4.1. Reaktor Serbaguna G.A.Siwabessy (RSG-GAS)



Gambar 4.1. Gedung RSG-GAS

RSG-GAS merupakan reaktor nuklir yang berlokasi di kawasan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK) Serpong - Tangerang - Propinsi BANTEN.

Reaktor nuklir yang mempunyai Daya thermal 30 MWt ini dikelola dan dioperasikan oleh Pusat Reaktor Serba Guna (PRSG) BATAN. Dengan fluks neutron sebesar 10^{14} n/cm²/detik, RSG-

GAS digunakan sebagai sarana iradiasi untuk produksi radio isotop, pengembangan elemen bakar dan komponen reaktor, penelitian dalam bidang sains materi dan berbagai litbang lain dalam bidang industri nuklir.

4.1.1. Perizinan RSG-GAS

4.1.1.1. Izin Operasi dan Evaluasi LAK RSG – GAS

Dalam rangka memastikan kondisi keselamatan, keamanan dan seifgard dalam pengoperasian RSG-GAS, BAPETEN melakukan evaluasi Laporan Analisis Keselamatan (LAK) sebagai salah satu persyaratan perizinan operasi RSG-GAS. BAPETEN telah menerbitkan izin operasi RSG - GAS No. 307/10/DPI/7-XII/2005 Rev.2 yang berlaku sampai dengan 6 Desember 2020. Setiap ada perubahan kondisi yang terkait dengan keselamatan, LAK harus direvisi dan dievaluasi oleh BAPETEN untuk mendapatkan persetujuan. Para inspektur keselamatan nuklir menggunakan dokumen LAK yang terbaru sebagai pedoman untuk

memastikan kondisi keselamatan RSG-GAS pada setiap pelaksanaan inspeksi RSG-GAS.

Pada tahun 2010 BAPETEN mengundang PRSG untuk mendiskusikan tindak lanjut dari Laporan hasil Evaluasi (LHE) LAK yang disampaikan BAPETEN kepada PRSG pada tahun 2009. Menindaklanjuti pertemuan tersebut, PRSG menyampaikan perbaikan data dan analisis dalam dokumen LAK Rev.10 RSG-GAS. Evaluasi yang dilakukan oleh BAPETEN menitikberatkan pada Batasan dan Kondisi Operasi, dan Kesiapsiagaan dan Rencana Kedaruratan dari LAK. Hal ini terkait dengan perubahan data dan analisis serta beberapa temuan inspeksi BAPETEN, sedangkan untuk bab lain evaluasi LAK dilakukan dalam koridor review keselamatan berkala.

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap dokumen LAK tindak lanjut yang disampaikan oleh PRSG, BAPETEN memberikan rekomendasi kepada PRSG untuk memperhatikan beberapa hal penting terkait dengan keselamatan sebagai berikut :

1. PRSG diminta untuk memberikan analisis dan pustaka terkait pengajuan batasan kondisi operasi yang selamat (BKO) terkait nilai fraksi bakar Elemen Bakar (EB) dan Elemen Kendali (EK);
2. PRSG diminta untuk memberikan nilai total energi yang dibangkitkan RSG-GAS (dalam MWD) untuk menggantikan batasan fluens pada LAK;
3. PRSG diminta untuk menambahkan persyaratan survailan dengan melakukan perhitungan sebelum pembentukan teras baru untuk memastikan bahwa tidak ada EB atau EK yang pada akhir siklus fraksi bakarnya akan melampaui KBO;
4. Dalam penentuan zona perencanaan kedaruratan, PRSG perlu mendemonstrasikan penggunaan data kecepatan dan arah angin dalam program yang digunakan; dan
5. Dalam penyusunan program penanggulangan kedaruratan, PRSG diminta untuk menjelaskan mekanisme pengendalian kedaruratan yang dilakukan dari luar kawasan nuklir (PPTN) Serpong.

Menindaklanjuti hasil evaluasi tersebut, Tim Evaluator BAPETEN kembali mengundang PRSG untuk memberikan demonstrasi dan memberikan penjelasan terkait LHE yang disampaikan BAPETEN kepada PRSG.

4.1.1.2. Persetujuan Perubahan Komponen RSG – GAS

Di dalam LAK RSG-GAS dinyatakan bahwa 8 pasang absorber blade Ag-In-Cd yang digunakan untuk mengendalikan operasi RSG-GAS harus diganti apabila pengoperasian RSG-GAS secara akumulasi telah membangkitkan energi 30.000 MWD. Mengingat total energi yang dibangkitkan RSG-GAS sudah melampaui 30.000 MWD, maka PRSG bermaksud mengganti seluruh 8 pasang absorber blade Ag-In-Cd buatan NUKEM GmbH dengan absorber blade Ag-In-Cd buatan PT. Batan Teknologi (Persero).

BAPETEN memberikan persyaratan bahwa PRSG harus melakukan serangkaian pengujian dingin, yaitu pengujian dengan reaktor tidak dioperasikan, dan dilanjutkan dengan pengujian panas, yaitu pengujian dengan reaktor dioperasikan, terhadap absorber blade Ag-In-Cd buatan PT. Batan Teknologi (Persero) sebelum dapat digunakan untuk pengendalian operasi reaktor. Setiap tahapan pengujian hanya boleh dilakukan terhadap 1 (satu) pasang absorber blade Ag-In-Cd dimana pengujian terhadap pasangan absorber blade berikutnya hanya boleh dilakukan apabila hasil pengujian dan kinerja pasangan absorber blade sebelumnya menunjukkan hasil yang memuaskan.

Setelah melakukan evaluasi terhadap rekaman pengujian yang disampaikan oleh PRSG, sampai dengan akhir tahun 2010 BAPETEN telah memberikan persetujuan terhadap 6 (enam) pasang absorber blade Ag-In-Cd buatan PT. Batan Teknologi (persero) untuk digunakan di teras RSG-GAS menggantikan absorber blade Ag-In-Cd buatan NUKEM GmbH.

4.1.1.3. Perizinan Pemanfaatan Bahan Nuklir

Disamping izin operasi RSG-GAS, PRSG juga telah memiliki beberapa Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir, baik yang digunakan sebagai bahan bakar dalam pengoperasian RSG-GAS maupun untuk kegiatan penelitian dan pengembangan dengan memanfaatkan neutron yang dihasilkan RSG-GAS.

Selama tahun 2010, BAPETEN telah mengevaluasi dokumen persyaratan perizinan dan kemudian menerbitkan satu buah perpanjangan Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir untuk kegiatan penelitian dan pengembangan, sehingga sampai dengan akhir tahun 2010, PRSG secara keseluruhan telah memiliki tujuh buah Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir yang meliputi:

- satu izin pemanfaatan bahan bakar nuklir untuk pengoperasian RSG-GAS;
- tiga izin pemanfaatan uranium diperkaya untuk penelitian dan pengembangan;
- satu izin pemanfaatan uranium alam untuk penelitian dan pengembangan;
- satu izin pemanfaatan uranium deplesi untuk penelitian dan pengembangan; dan
- satu izin penyimpanan bahan bakar nuklir bekas.

4.1.1.4. Izin Bekerja

Untuk menjamin keselamatan, keamanan dan seifgard dalam mengoperasikan RSG-GAS, diperlukan petugas yang kompeten dan terqualifikasi serta wajib memiliki izin bekerja. Untuk mendapatkan izin tersebut petugas terlebih dahulu menjalani pengujian dari BAPETEN. Pada tahun 2010, BAPETEN telah melakukan pengujian dan menerbitkan izin bekerja bagi 4 (empat) Petugas Proteksi Radiasi (PPR) RSG-GAS, 9 (sembilan) operator RSG-GAS, dan 5 (lima) supervisor RSG-GAS. Sampai dengan akhir tahun 2010 jumlah pekerja yang memiliki SIB untuk 4 (empat) Petugas Proteksi Radiasi (PPR) RSG-GAS), 21 operator RSG-GAS, 11 supervisor RSG-GAS, 20 teknisi perawatan RSG-GAS, 9

(sembilan) supervisor perawatan RSG-GAS, 4 (empat) pengurus inventori bahan nuklir RSG-GAS dan dua pengawas inventori bahan nuklir RSG-GAS.

4.1.2. Inspeksi Keselamatan Nuklir RSG-GAS

Untuk memastikan kondisi keselamatan pengoperasian RSG-GAS, pada tahun 2010 ini inspektur BAPETEN telah melakukan 3 (tiga) kali inspeksi keselamatan nuklir, dengan ruang lingkup: Keselamatan Operasi, Program Proteksi Radiasi, Program Perawatan, Program Jaminan Mutu, Program Kesiapsiagaan Nuklir, serta Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan.



Gambar 4.2
Teras RSG-GAS

4.1.2.1. Keselamatan Operasi

Selama tahun 2010 reaktor ini rata-rata dioperasikan pada daya 15 MWt, dengan total pembangkitan energi mencapai 3896 jam. Reaktor dapat dioperasikan dengan selamat dan aman pada daya 30 MWt sesuai kondisi izin.

Operasi RSG-GAS dilakukan tiga shift, masing-masing shift selama 8 jam, oleh 56 orang operator reaktor dan supervisor reaktor yang telah mempunyai Surat Izin Bekerja (SIB). Setiap shift terdiri dari sekurang-kurangnya satu supervisor, dua operator, satu Petugas Proteksi radiasi (PPR), dan satu petugas perawatan. SIB operator dan supervisor reaktor yang berlaku selama tiga tahun ini, merupakan bukti bahwa pekerja tersebut telah memenuhi standard kompetensi yang disyaratkan untuk mengoperasikan RSG-GAS dengan selamat.

RSG-GAS memiliki berbagai sistem keselamatan, yang semuanya ditujukan untuk menjamin keselamatan operasi reaktor yang tinggi.

Sistem keselamatan tersebut beroperasi dengan menggunakan prinsip gagal tetapi tetap aman (*fail safe*), artinya apabila terjadi kegagalan pada sistem tersebut, RSG-GAS tetap dalam keadaan aman. Setiap ada kejadian operasi yang tidak normal (kejadian operasi terantisipasi) dari internal maupun eksternal, reaktor nuklir ini akan mengalami pemadaman secara otomatis (*scram*). Berdasarkan hasil inspeksi yang dilakukan oleh para inspektur keselamatan nuklir BAPETEN menunjukkan, bahwa secara umum kondisi keselamatan operasi RSG-GAS cukup baik. Inspektur BAPETEN merekomendasikan kepada PRSG bersama dengan PT. BATAN Teknologi, untuk melakukan kajian terhadap keandalan/kualitas elemen bakar. Hal ini berkaitan dengan ditemukannya bercak pada beberapa elemen bakar.

Selama tahun 2010 reaktor RSG-GAS telah mengalami 14 kali *scram* dan 14 kali trip. Hal ini dikarenakan listrik PLN padam (16 kali), *high voltage disturbed* satu kali, target masuk terlalu cepat satu kali, dan gangguan instrumen (10 kali). Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa *scram* tersebut bukan disebabkan oleh kondisi operasi RSG yang tidak aman, melainkan oleh gangguan dari dalam (seperti gangguan instrumen) maupun gangguan dari luar (seperti listrik PLN padam dan pemasukan target iradiasi terlalu cepat)



Gambar 4.3. Inspeksi keselamatan operasi RSG-GAS

4.1.2.2. Program Perawatan

Berdasarkan hasil inspeksi keselamatan nuklir, temuan terhadap pelaksanaan program perawatan sistem dan komponen RSG-GAS cukup signifikan. Hal tersebut dapat dimaklumi mengingat RSG-GAS telah beroperasi sejak tahun 1987 sehingga umur SSK (struktur, sistem dan komponen) RSG-GAS rata-rata di atas 20 tahun. Sebagian besar temuan telah selesai ditindaklanjuti oleh PRSG dengan memuaskan sehingga temuan tersebut dapat ditutup.

Selama tahun 2010, PRSG telah melakukan perawatan terhadap sistem dan komponen reaktor baik yang berupa perawatan pencegahan dan perawatan perbaikan. Perawatan dilakukan terhadap sistem dan komponen yang berpengaruh terhadap keselamatan maupun yang tidak berpengaruh terhadap keselamatan. Perawatan perbaikan dilakukan sebanyak 224 dengan capaian sebanyak 95% yang berhasil diselesaikan, sedangkan 5 % yang belum diselesaikan merupakan perawatan terhadap sistem dan komponen yang tidak berpengaruh terhadap keselamatan.

Hasil inspeksi terhadap program perawatan, Inspektur BAPETEN memerintahkan kepada PRSG untuk melakukan antara lain:

- uji kebocoran dan uji waktu tutup damper isolasi pengungkung, hal ini diperlukan agar apabila terjadi pelepasan zat radioaktif di dalam gedung reaktor tidak terlepas ke lingkungan.
- perbaikan generator pulsa, hal ini diperlukan untuk melakukan pengujian terhadap fungsi sistem monitoring radiasi.

Mengingat sebagian besar umur sistem dan komponen RSG-GAS telah mencapai 22 tahun, maka manajemen penuaan RSG-GAS perlu ditingkatkan agar sistem dan komponen RSG tersebut dapat berfungsi sesuai umur desainnya.

4.1.2.3. Program Proteksi Radiasi

Berdasarkan laporan operasi RSG-GAS dan hasil inspeksi terhadap pelaksanaan program proteksi radiasi, selama tahun 2010 rata-rata dosis radiasi yang diterima petugas bidang operasi RSG-GAS besarnya adalah 0,148 mSv, petugas bidang perawatan 0,04 mSv, petugas bidang keselamatan 0,03 mSv dan rata – rata seluruh staf di PRSG sebesar 0,07 mSv. Dosis radiasi maksimum yang diterima operator sebesar 1,22 mSv menunjukkan bahwa, kondisi tersebut masih jauh dibawah 50 mSv/th sebagai nilai batas dosis (NBD) yang boleh diterima oleh pekerja radiasi.

Dalam setiap kegiatan, khususnya pada saat RSG-GAS dioperasikan, petugas proteksi radiasi (PPR) melakukan pengukuran paparan radiasi daerah kerja, khususnya pada titik–titik lokasi tertentu dan ruangan–ruangan yang berpotensi mempunyai tingkat radiasi tinggi. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin agar para pekerja radiasi yang bekerja di daerah tersebut tidak menerima dosis radiasi melebihi NBD. Batasan laju paparan radiasi ruangan yang ditetapkan di dalam BKO (Batasan dan Kondisi Operasi), yang merupakan bagian dari LAK (Laporan Analisis Keselamatan) RSG, besarnya adalah 125 mrad/jam. Hasil pengukuran laju paparan radiasi di berbagai daerah kerja RSG selama tahun 2010 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1. Laju Paparan Radiasi Maksimum Ruangan di RSG GAS

No.	Lokasi Pengukuran	Batas Maksimum (mrad/jam)	Laju Paparan Max(mrad/jam)							
			17 Des 2009 – 22 Mar 2010		23 Maret – 29 Juni 2010		30 Juni – 19 Okt 2010		Des 10	
			0 MWt	15 MWt	0 MWt	15 MWt	0 MWt	15 MWt	0 MWt	15 MWt
Paparan Radiasi Gamma										
1.	Di atas permukaan kolam	125	0,50	6,40	0,36	4,00	0,92	1,70		
2.	Paparan tertinggi lantai 13,00 m	125	0,60	6,40	0,46	4,00	0,92	2,90		
3.	Paparan tertinggi lantai 8,00 m	125	4,80	5,70	1,20	6,40	1,60	6,20		
4.	Paparan tertinggi lantai 0,00 m	125	0,60	6,20	0,80	4,80	1,60	5,40		
5.	Paparan tertinggi lantai -6,00 m	250	0,80	1,20	1,00	1,20	1,00	1,20		
Paparan Radiasi Neutron										
1.	Paparan tertinggi lantai 0,00 m	250	-	0,64	-	0,43	-	9,00		

Dari tabel tersebut diatas dapat diketahui laju paparan maksimum pada operasi 15 MWt yang terukur (9 mrad/jam) di lantai 0,00 m, sedangkan yang terendah (1,2 mrad/jam) di lantai -6,00 m. Nilai paparan radiasi maksimum yang terukur masih dibawah nilai batas yang diperbolehkan.

Dari hasil verifikasi yang dilakukan oleh inspektur pada saat inspeksi menunjukkan paparan radiasi daerah kerja tidak melebihi data laporan operasi, seluruh alat ukur radiasi telah dikalibrasi, dan peralatan proteksi radiasi yang tidak berfungsi telah diperbaiki atau diganti dengan yang baru.

Berdasarkan data dan informasi di atas dapat disimpulkan bahwa kondisi keselamatan pekerja radiasi maupun daerah kerja di RSG-GAS dalam keadaan baik; artinya selama RSG dioperasikan tahun 2010 tidak ditemukan pekerja radiasi yang menerima dosis radiasi melebihi NBD, atau paparan radiasi daerah kerja yang melebihi BKO.

4.1.2.4. Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan

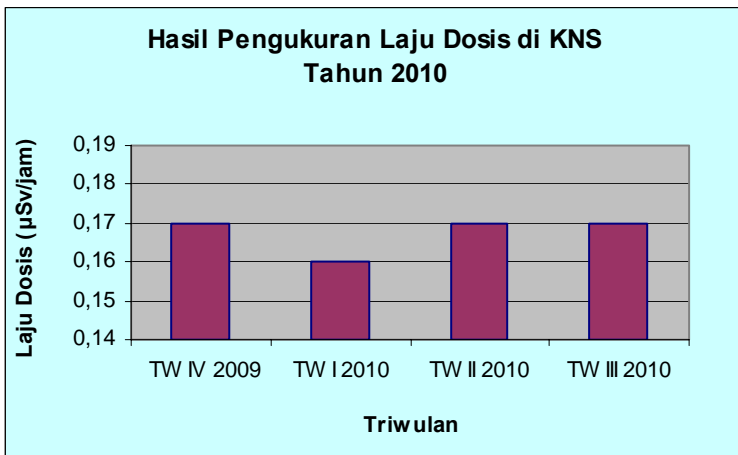
Untuk memberikan jaminan bahwa RSG-GAS dan instalasi nuklir lainnya di Kawasan Nuklir Serpong (KNS) tidak menimbulkan dampak radiologi pada lingkungan hidup, maka dilakukan pengelolaan dan pemantauan lingkungan. Pemantauan lingkungan dilakukan secara berkala sampai dengan radius 5 km dari RSG-GAS.

Berdasarkan laporan pemantauan lingkungan yang dilakukan oleh PTLR BATAN, diperoleh data Gross Alfa di tanah permukaan berkisar antara 0.00-0.40 Bq/kg, di rumput 0.00 Bq/kg, di air 0.00 Bq/l dan di sedimen 0.00 Bq/kg. Sedangkan Gross Beta di tanah permukaan berkisar antara 0.00-12.39 Bq/kg, di rumput 3.42 ± 1.11 - 20.76 ± 1.94 Bq/kg, di air 0.00 Bq/l dan di sedimen 15.12-80.80 Bq/kg. Radionuklida pemancar- γ yang terpantau dalam komponen lingkungan umumnya adalah radionuklida alam seperti ^{40}K , ^{226}Ra , ^{228}Ac , ^{228}Th . Verifikasi yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN menunjukkan hasil yang sesuai dengan data tersebut.

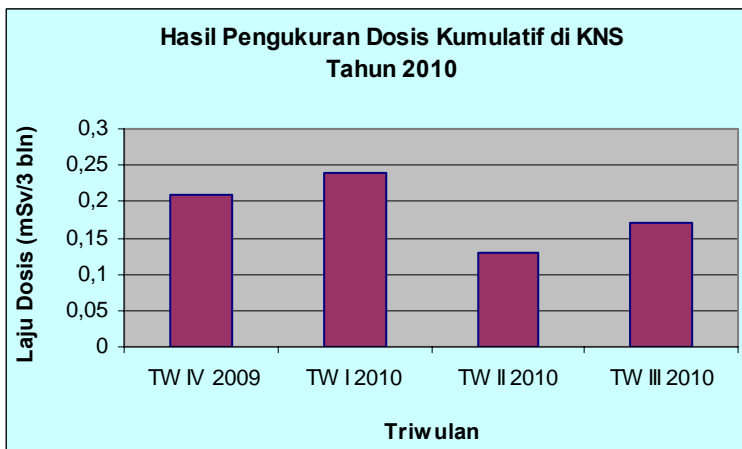


Gambar 4.4. Inspeksi Keselamatan Lingkungan

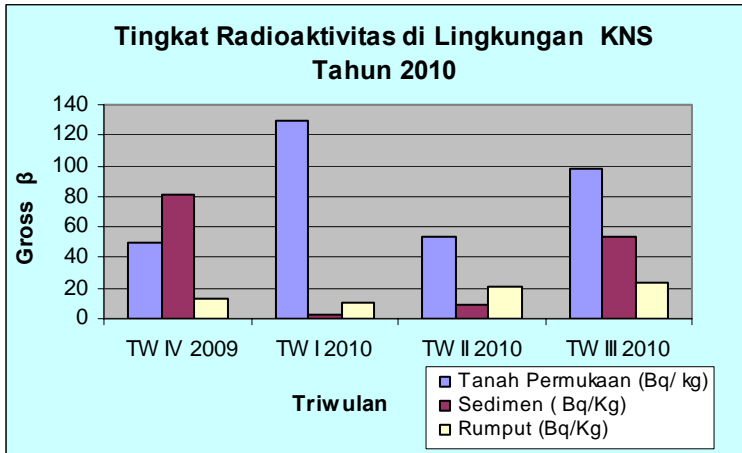
Berdasarkan hal tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa tidak ada kecenderungan kenaikan radioaktivitas total α/β dalam komponen lingkungan. Selama tahun 2010 pengoperasian RSG-GAS dan instalasi nuklir lain di Kawasan Nuklir Serpong, tidak memberikan dampak radiologi yang dapat merugikan keselamatan masyarakat dan lingkungan hidup.



Grafik 4.1. Laju Dosis di Lingkungan KNS



Grafik 4.2. Dosis Kumulatif di Lingkungan KNS



Grafik 4.3. Tingkat Radioaktivitas di Lingkungan KNS

Pada waktu inspeksi BAPETEN dilakukan, peralatan pemantau radioaktivitas lingkungan secara kontinyu (Beacon) tidak berfungsi. Berdasarkan hal tersebut inspektur BAPETEN merekomendasikan untuk segera memfungsikan peralatan dimaksud. Selama peralatan tersebut belum berfungsi, KNS diminta melakukan pemantauan lingkungan dengan cara pengambilan cuplikan secara berkala dan/atau menggunakan data metereologi dari stasiun terdekat.



Gambar 4.5. Inspeksi keselamatan lingkungan

Disamping pemantauan lingkungan, di KNS juga dilakukan pengelolaan lingkungan melalui kegiatan pengelolaan limbah radioaktif, pemasangan dan penggantian filter di cerobong masing-masing instalasi nuklir, dan lain-lain. Pengelolaan limbah radioaktif padat dan cair dilakukan melalui pengumpulan, pemisahan dan penyimpanan sementara sebelum dikirim ke instansi pengelolaan limbah radioaktif. Sedangkan pengelolaan lepasan zat radioaktif dalam bentuk gas dilakukan melalui penyaringan dengan filter di cerobong.

Berdasarkan laporan operasi RSG-GAS selama kurun waktu 2010 yang telah diverifikasi oleh inspektur BAPETEN, limbah cair radioaktif dari PRSG dikirim ke PTLR melalui Pengendalian Buangan Terpadu (PBT), mengandung unsur-unsur : ^{60}Co antara 25,62 s/d 96,36 Bq/l, ^{65}Zn antara 14,36 s/d 72,82 Bq/l, dan Na^{24} antara 74,73 s/d 97,75 Bq/l. Limbah cair tersebut kemudian dikelola oleh PTLR sebelum dibuang ke lingkungan sesuai dengan ketentuan keselamatan yang berlaku, sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap masyarakat dan lingkungan hidup.

4.1.2.5. Program Jaminan Mutu

Dari hasil inspeksi BAPETEN terhadap pelaksanaan program jaminan mutu selama tahun 2010, temuan yang paling dominan berkaitan dengan masalah pemutakhiran prosedur yang tidak sesuai dengan situasi dan kondisi keselamatan terkini ataupun ketidaksesuaian pelaksanaan di lapangan dengan prosedur yang ada. Dengan demikian perlu dilakukan perbaikan prosedur keselamatan atau peningkatan pelaksanaan jaminan mutu sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan.

PRSG sendiri memiliki unit jaminan mutu yang melakukan audit jaminan mutu internal secara berkala, komprehensif dan sistematis, sehingga RSG-GAS dapat dioperasikan dengan mengikuti ketentuan jaminan mutu untuk menjamin keselamatan operasi reaktor. Dengan adanya unit jaminan mutu PRSG, maka temuan hasil inspeksi jaminan mutu dari BAPETEN dapat segera ditindaklanjuti dengan memuaskan sehingga temuan tersebut dapat ditutup.

Berdasarkan hal di atas dapat disimpulkan bahwa program jaminan mutu di PRSG telah dilaksanakan dengan baik.

4.1.2.6. Program Kesiapsiagaan Nuklir

PRSG telah melaksanakan program kesiapsiagaan nuklir meliputi pembuatan prosedur kedaruratan, pelaksanaan latihan kedaruratan, dan peyediaan serta perawatan peralatan kedaruratan.

Dari hasil inspeksi keselamatan nuklir yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN tahun 2010, terdapat temuan berupa belum sesuainya prosedur yang terkait kedaruratan nuklir dengan LAK. Berdasarkan hal tersebut, Inspektur BAPETEN merekomendasikan kepada PRSG untuk merevisi LAK dan prosedur yang berkaitan dengan kedaruratan nuklir tersebut.

4.1.3. Inspeksi Keamanan Nuklir

Dalam rangka memastikan bahwa instalasi nuklir melakukan fungsi utama sistem proteksi fisik untuk dapat menghadapi ancaman pemindahan bahan nuklir secara tidak sah dan sabotase terhadap fasilitas dan bahan nuklir, maka pada tahun 2010 BAPETEN melakukan Inspeksi Proteksi Fisik RSG-GAS Serpong sebanyak satu kali. Hasil inspeksi menunjukkan bahwa program proteksi fisik di RSG-GAS telah dilaksanakan dengan cukup baik oleh penanggungjawab unit pengamanan. PRSG telah memiliki berbagai prosedur dan dokumen yang terkait dengan sistem proteksi fisik yaitu:

- Prosedur Program Jaminan Mutu Pengelolaan RSG – GAS, No. RSG.JM.01.01.70.10 Revisi 9 Copy No.20 tanggal 8 Pebruari 2010.
- Dokumen Ancaman Dasar Desain (ADD) lokal ditetapkan tanggal 30 Nopember 2009.
- Dokumen Sistem Proteksi Fisik RSG-GAS (Rencana Proteksi Fisik) No. Identifikasi : RSG/KP 01.01.10.10. revisi 0. Disahkan tanggal 15 Juli 2010

- Dokumen koordinasi dengan instansi terkait berupa Notulen rapat tanggal 23 Maret 2009 untuk seluruh UPN Serpong.

Prosedur tersebut menguraikan tentang tugas, tanggung jawab dan kualifikasi personil Unit Pengaman Nuklir (UPN), prosedur program jaminan mutu, pengamanan, penanggulangan terhadap ancaman bom dan lain–lain. Di dalam prosedur pengamanan, PRSG mengatur tentang pemberian akses, pemeriksaan personil dan bawaannya, serta sistem pengamanan berlapis.

Dalam mendukung sistem proteksi fisik, PRSG juga telah melengkapi dengan peralatan deteksi, sistem penghalang fisik (*delay*), peralatan komunikasi dan peralatan respon.



Gambar 4.6. Inspeksi Proteksi Fisik

Pada tanggal 20 – 24 September 2010, PRSG bekerjasama dengan PKTN dan US-DOE mengadakan *table top exercise* yang melibatkan personil UPN Batan Serpong, Polsek Cisauk, Polres Tangerang Selatan, NUBIKATNI dan TNI AD. Tujuan dari penyelenggaraan adalah untuk menguji prosedur pengamanan dan respon. Dalam *table top exercise* ini menggunakan skenario pencurian dan sabotase reaktor RSG oleh 5 (lima) orang teroris. Hasil dari *table top exercise* ini menyatakan bahwa kecepatan koordinasi dalam merespon kejadian keamanan masih perlu ditingkatkan.

Dari 7 (tujuh) buah temuan inspeksi pada tahun 2009 sudah lima diantaranya ditindaklanjuti oleh PRSG, dua temuan yang belum selesai ditindaklanjuti sampai dengan akhir 2010 adalah:

- Prosedur dan instruksi kerja yang terkait dengan sistem proteksi fisik masih berupa draft, yaitu:
 - a. Prosedur akses ke daerah proteksi dan daerah dalam.
 - b. Prosedur pengendalian kunci
 - c. Prosedur perawatan dan uji fungsi peralatan proteksi fisik
 - d. Prosedur sistem komunikasi
 - e. Prosedur patroli
 - f. Prosedur pendokumentasian kegiatan terkait proteksi fisik
 - g. Prosedur perlindungan informasi rahasia

- Log book buku tamu dan pengendalian kunci belum difungsikan secara optimal sesuai dengan prosedur dan instruksi kerja.

Berdasarkan hal di atas, BAPETEN merekomendasikan agar PRSG segera menindaklanjuti temuan dimaksud untuk menjamin keamanan instalasi nuklir bidang reaktor.

4.1.4. Inspeksi Seifgard

Inspeksi Seifgard bahan nuklir telah dilakukan di PRSG yang secara internasional disebut sebagai *Material Balance Area (MBA)* RI-C sebanyak tiga kali termasuk Inspeksi Protokol Tambahan Seifgard dilakukan satu kali. Dari tiga kali Inspeksi Seifgard bahan nuklir yang telah dilakukan, dua diantaranya dilakukan bersama-sama dengan inspektur IAEA yaitu inspeksi *Physical Inventory Verification (PIV)* dan Inspeksi Mendadak (*Short Notice Inspection/SNI*).



Gambar 4.7. Pelaksanaan inspeksi bahan nuklir

Selama tahun 2010, laporan bahan nuklir yang disampaikan PRSG ke IAEA setelah dievaluasi BAPETEN sebanyak 11 buah laporan yang terdiri dari 5 (lima) buah laporan perubahan inventori bahan nuklir (*Inventory Change Report/ICR*), 4 (empat) buah laporan daftar inventori fisik bahan nuklir (*Physical Inventory Listing/PIL*) dan dua buah laporan neraca bahan nuklir (*Material Balance Report/MBR*). Hasil inspeksi *Safeguards* Bahan Nuklir menyimpulkan bahwa pelaksanaan sistem *safeguards* bahan nuklir di PRSG telah sesuai dengan ketentuan nasional dan internasional yang berlaku, semua bahan nuklir telah dilaporkan dan tidak ada penyimpangan tujuan penggunaan bahan nuklir dari maksud damai ke arah tujuan pembuatan senjata nuklir atau alat ledak nuklir lainnya. Kesimpulan ini juga didukung oleh IAEA dalam surat no.MA-INS-33.1 RIC-/2010/001 tertanggal 17 November 2010 tentang *summary statement of conclusions for MBA RI-C* yang menyebutkan bahwa :

- a. *The records and the reports satisfied the Agency requirements*
- b. *The application of containment and surveillance measures adequately complemented the nuclear material accountancy measures*
- c. *The physical inventory declared by the operator was verified and the result satisfied the Agency requirements*
- d. *The absence of unrecorded production of plutonium from nuclear material subject to safeguards was confirmed by the Agency in accordance with its requirements*

Namun ada beberapa temuan inspeksi yang harus ditindaklanjuti, yaitu:

- a. Melakukan evaluasi terhadap Prosedur *Physical Inventory Taking (PIT)*.
- b. *History card* tidak difungsikan secara optimal.
- c. Ketelitian dalam pembukuan bahan nuklir masih harus ditingkatkan.

Dalam rangka pemuktahiran data deklarasi perjanjian protokol tambahan tentang ukuran dan pemanfaatan gedung dalam tapak reaktor Serbaguna G.A. Siwabessy dan menjadi tanggung jawab PRSG, inspektur BAPETEN melakukan verifikasi ukuran dan pemanfaatan semua gedung tersebut. Hasil pelaksanaan Protokol Tambahan di fasilitas nuklir dan non-nuklir juga berjalan baik dan pemutakhiran deklarasi dalam setiap periode pelaporan berjalan sesuai jadwal dan dapat diterima oleh IAEA.

Klarifikasi mengenai hasil CA IAEA pada bulan Oktober 2009 dimana IAEA melakukan pengukuran luas Gedung No. 40. Luas pengukuran oleh inspektur IAEA berbeda dengan luas yang dideklarasikan BAPETEN. Pembeneran dari deklarasi telah dilakukan pada deklarasi Protokol Tambahan tahun 2010 dan statusnya tertutup melalui surat IAEA No. 10-INS-04 tanggal 9 Juni 2010

4.2. REAKTOR TRIGA 2000



Reaktor Triga 2000 merupakan reaktor nuklir yang berlokasi di Jl. Taman Sari no. 71 Bandung 40132. Reaktor nuklir yang mempunyai Daya thermal 2 Mwt ini dikelola dan dioperasikan oleh Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan *Radiometri* (PTNBR)

Gambar 4.8.
Gedung Reaktor Triga

Dengan fluks neutron thermal maksimal sebesar $1,7 \times 10^{13}$ neutron $\text{cm}^{-2} \text{det}^{-1}$ Reaktor Triga 2000 digunakan untuk keperluan iradiasi, analisis NAA, eksperimen dan latihan personil. Selama tahun 2010 reaktor ini tidak dioperasikan dan hanya dioperasikan selama 1,22 jam pada saat inspeksi BAPETEN dengan daya maksimum 1 Mwt dan terbatas hanya melakukan pengujian air untuk mendeteksi kemungkinan terjadinya kebocoran elemen bakar.

4.2.1. Perizinan Reaktor TRIGA 2000

4.2.1.1. Izin Operasi dan Evaluasi LAK Reaktor TRIGA 2000

Dalam rangka memastikan kondisi keselamatan, keamanan dan seifgard dalam pengoperasian Reaktor TRIGA, BAPETEN melakukan evaluasi Laporan Analisis Keselamatan (LAK) Reaktor TRIGA 2000 sebagai salah satu persyaratan perizinan operasi PTNBR Bandung. BAPETEN telah menerbitkan izin operasi Reaktor TRIGA 2000 No. 208/10/DPI/20-I/2003 Rev. 1 yang berlaku sampai dengan 3 Desember 2016. Setiap ada perubahan kondisi yang terkait dengan keselamatan, LAK harus direvisi dan dievaluasi oleh BAPETEN untuk mendapatkan persetujuan.

Pada awal tahun 2010 PTNBR mengajukan permohonan izin operasi daya terbatas. BAPETEN menindaklanjuti permohonan tersebut, dengan menyampaikan 7 hal yang harus dipenuhi oleh PTNBR, meliputi :

- a. Nilai batasan pada LAK harus disesuaikan dengan kondisi operasi daya 1000 kW
- b. Pemantauan radioaktivitas air tangki dan udara perlu diperketat
- c. Analisa fenomena gelembung thd keselamatan
- d. Batasan untuk dilakukan resufling
- e. Batasan burnup
- f. Update analisa di LAK dengan menggunakan program komputer terkini
- g. Kajian terkait retrofitting dan prediksi batas umur gedung

Menindaklanjuti surat BAPETEN tersebut, PTNBR menyampaikan tiga dokumen, berupa : Tanggapan terhadap 7 point yang diminta BAPETEN; Amandemen LAK bab XVII ; dan Re-Evaluasi tingkat keselamatan struktur gedung reaktor TRIGA2000 akibat seismik. Tim evaluator BAPETEN telah melakukan evaluasi dan terhadap dokumen-dokumen tersebut, dan menuangkannya kedalam *draft* LHE.

4.2.1.2. Perizinan Pemanfaatan Bahan Nuklir

Disamping izin operasi Reaktor TRIGA 2000, PTNBR juga telah memiliki beberapa izin untuk pemanfaatan bahan nuklir, baik yang digunakan sebagai bahan bakar dalam pengoperasian Reaktor TRIGA 2000 maupun untuk berbagai penelitian dengan memanfaatkan neutron yang dihasilkan Reaktor TRIGA 2000.

Selama tahun 2010, BAPETEN telah mengevaluasi dokumen persyaratan perizinan dan kemudian menerbitkan 5 buah Persetujuan Pelaksanaan Pengangkutan Bahan Nuklir untuk PTNBR. Sampai dengan akhir tahun 2010, PTNBR secara keseluruhan telah memiliki 6 buah Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir yang meliputi:

- tiga izin pemanfaatan bahan bakar nuklir untuk pengoperasian Reaktor TRIGA 2000;

- satu izin pemanfaatan uranium diperkaya untuk penelitian dan pengembangan;
- satu izin pemanfaatan uranium alam untuk penelitian dan pengembangan; dan
- satu izin pemanfaatan uranium deplesi untuk penelitian dan pengembangan;

4.2.1.3. Izin Bekerja

Untuk menjamin keselamatan, keamanan dan seifgard dalam mengoperasikan Reaktor TRIGA 2000, diperlukan petugas yang kompeten dan terqualifikasi serta wajib memiliki izin bekerja. Untuk mendapatkan izin tersebut petugas terlebih dahulu menjalani pengujian dari BAPETEN.

Pada tahun 2010, BAPETEN telah melakukan pengujian dan menerbitkan izin bekerja bagi tiga Petugas Proteksi Radiasi (PPR), 9 (sembilan) supervisor TRIGA 2000 dan 8 (delapan) operator TRIGA 2000, sehingga sampai dengan akhir tahun 2010 jumlah pekerja yang memiliki SIB adalah tiga Petugas Proteksi Radiasi (PPR), 9 (sembilan) supervisor TRIGA 2000, 8 (delapan) operator TRIGA 2000, 25 teknisi perawatan TRIGA 2000, 5 (lima) supervisor perawatan TRIGA 2000, tiga pengurus inventori bahan nuklir dan dua pengawas inventori bahan nuklir.

4.2.2. Inspeksi Keselamatan Reaktor Triga 2000

Untuk memastikan kondisi keselamatan pengoperasian Reaktor Triga 2000, pada tahun 2010, inspektur BAPETEN telah melakukan tiga kali inspeksi keselamatan nuklir, dengan ruang lingkup: keselamatan operasi, Program Perawatan, Program Proteksi radiasi , Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan, Program Jaminan Kualitas, dan Program Kedaruratan Nuklir.

4.2.2.1. Keselamatan Operasi

Hasil inspeksi yang dilakukan oleh para inspektur keselamatan nuklir BAPETEN menunjukkan, bahwa reaktor tidak dapat dioperasikan pada daya maksimum yang diizinkan karena terjadi gelembung dan adanya kemungkinan terjadi pelepasan produk fisi di air tangki reaktor sehingga tim inspeksi tidak dapat memverifikasi pemenuhan BKO.

Reaktor dapat dioperasikan dengan selamat dan aman pada daya 1,1 MWt sesuai kondisi izin. Secara akumulatif Reaktor Triga 2000 dioperasikan selama 25,10 jam dengan daya rata – rata sebesar 357,30 kWt. Pengoperasian reaktor bertujuan untuk mendeteksi kemungkinan kebocoran *Fuel Follower Control Rod* (FFCR) dan kalibrasi batang kendali.

Operasi reaktor Triga 2000 dilakukan oleh 18 orang operator dan supervisor reaktor, yang telah mempunyai surat izin bekerja (SIB). SIB operator dan supervisor reaktor yang berlaku selama tiga tahun ini, sebagai bukti seorang pekerja tersebut telah memenuhi standar kompetensi, untuk mengoperasikan reaktor ini dengan selamat dan aman.

Reaktor Triga 2000 memiliki sistem keselamatan, yang kesemuanya ditujukan untuk menjamin keselamatan operasi reaktor yang tinggi, menggunakan prinsip *fail safe*. Setiap ada kejadian operasi terantisipasi dari internal maupun eksternal, reaktor nuklir ini akan secara otomatis *scram* atau *shutdown*. Selama tahun 2010 operasi reaktor Triga 2000 mengalami satu kali *scram* karena gangguan instrumen batang kendali.



Gambar 4.9. Inspeksi keselamatan operasi Triga 2000

Berdasarkan hasil pengawasan BAPETEN, maka kondisi keselamatan operasi Reaktor TRIGA -2000 pada daya 1000 kW cukup baik, namun demikian inspektur BAPETEN memerintahkan kepada PTNBR untuk :

- Melakukan pengadaan FFCR yang merupakan salah satu perangkat penting untuk operasi dan keselamatan reaktor karena terjadinya pelepasan produk fisi di air tangki reaktor.
- Melakukan analisis/kajian untuk mengatur batas scram temperatur pada elemen bakar berinstrumentasi (IFE) sehingga sesuai dengan kanal terpanas reaktor TRIGA.
- Menyampaikan dokumen hasil analisis termodinamika menggunakan STAT, STATMOD dan Kaji eksperimental dalam teras Reaktor Triga 2000.

4.2.2.2. Program Perawatan

Perawatan sistem dan komponen reaktor Triga 2000 dilakukan oleh 30 petugas dan supervisor perawatan yang memiliki SIB. Inspektur BAPETEN merekomendasikan kepada PTNBR untuk :

1. merevisi LAK terkait dengan adanya ketidaksesuaian rekaman frekuensi perawatan Sistem Monitoring Radioaktivitas dengan LAK Bab. XVII BKO tabel 17-2.
2. mencantumkan pelaksanaan perawatan yang frekuensinya setiap bulan, mencakup yang dilakukan 3 bulan terakhir pada Laporan Operasi Triwulan

Selama tahun 2010, PTNBR telah melakukan perawatan terhadap sistem dan komponen reaktor baik yang berupa perawatan

pencegahan dan perawatan perbaikan, serta pemeriksaan pengujian berkala perangkat elektronik. Perawatan dilakukan terhadap sistem dan komponen yang penting untuk keselamatan maupun yang tidak penting untuk keselamatan. PTNBR telah melakukan sebanyak 12 perawatan perbaikan.

Berdasarkan hasil pengawasan yang dilakukan oleh BAPETEN terhadap kondisi keselamatan sistem dan komponen reaktor Triga 2000, maka manajemen perawatan di Reaktor Triga masih perlu ditingkatkan.

4.2.2.3. Program Proteksi Radiasi

Berdasarkan laporan operasi dan hasil inspeksi keselamatan radiasi pekerja, menunjukkan bahwa rata-rata dosis radiasi operator sebesar 1,08 mSv dengan maksimum dosis yang diterima operator 1,31 mSv, sedangkan untuk semua staf terkait 1,11 mSv dengan maksimum dosis yang diterima staf terkait 1,1 mSv. Kondisi tersebut masih jauh dari NBD paparan radiasi pekerja yang ditentukan sebesar 50 mSv/th. Namun demikian PTNBR perlu menyediakan peralatan pemantauan tingkat kontaminasi pekerja radiasi.

Dalam setiap kegiatan, Petugas Proteksi Radiasi melakukan pengukuran paparan radiasi gamma pada titik-titik lokasi tertentu serta ruangan-ruangan yang berpotensi tingkat radiasi tinggi. Hasil pengukuran laju paparan dapat dilihat pada tabel

Tabel 4.2. Laju Paparan Radiasi Ruangn di Reaktor TRIGA 2000

No.	Lokasi Pengukuran	KBO (mR/h)	Laju Paparan Maksimum			
			TW I	TW II	TW III	TW IV
1.	Ruang control	2,5	1,00	0,30		
2.	Deck reactor	50	4,50	0,55		
3.	Permukaan air tangki	125	3,80	0,65		
4.	Hall timur	2,5	1,50	0,75		
5.	Permukaan demineralizer	750	2,00	1,00		

Berdasarkan hasil pengukuran laju paparan pada tabel di atas, dapat diketahui bahwa pada ruang kontrol maksimum 1,00 mR/h (batasan < 2,5 mR/h), pada deck reaktor maksimum 4,50 mR/h (batasan < 50,0 mR/h), pada permukaan air tangki 3,80 mR/h (batasan < 125 mR/h), pada hall timur maksimum 1,50 mR/h (batasan < 2,5 mR/h), pada permukaan demineralizer maksimum 2,0 mR/h (batasan < 750 mR/h).

Dari hasil inspeksi keselamatan nuklir, Inspektur BAPETEN memerintahkan kepada PTNBR untuk :

- a. Memperbaiki beberapa peralatan Proteksi Radiasi yang rusak yaitu surveymeter, beta-gamma, TA; Surveymeter, neutron N S-Cat, 0552/117; Surveymeter, alarm, peringatan dini, digilert; Area Gamma Alarm Model G64; Gamma Area Monitor GA4-INT; Portable Contamination Monitor MIP 21.
- b. Menyesuaikan Instruksi Kerja Pengukuran Tingkat Kontaminasi dengan Formulir Pemantauan Kontaminasi.
- c. Mengupayakan analisis/kajian yang menunjukkan korelasi bahwa paparan radiasi di dek reaktor bisa menunjukkan besarnya paparan radiasi di permukaan air tangki.
- d. Merevisi LAK mengenai sistem peringatan dini peralatan pemantau radiasi di atas permukaan kolam.

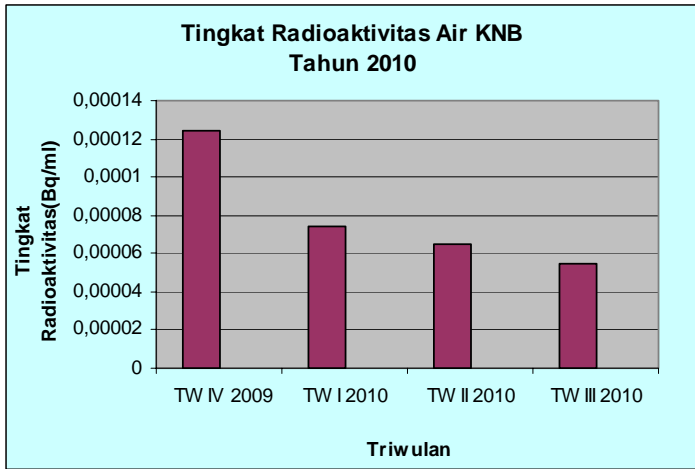
Berdasarkan data dan informasi di atas dapat disimpulkan bahwa kondisi keselamatan pekerja radiasi maupun daerah kerja di Reaktor TRIGA dalam keadaan baik; artinya selama Reaktor TRIGA dioperasikan tahun 2010 tidak ditemukan pekerja radiasi yang menerima dosis radiasi melebihi NBD, atau paparan radiasi daerah kerja yang melebihi BKO.

4.2.2.4. Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan

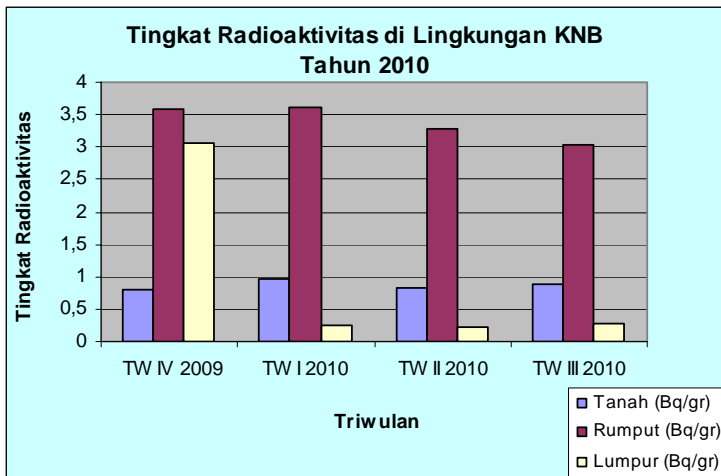
Untuk memberikan jaminan bahwa reaktor Triga 2000 PTNBR tidak menimbulkan dampak radiologi pada lingkungan, maka dilakukan pengelolaan dan pemantauan lingkungan. Pemantauan lingkungan dilakukan secara berkala sampai dengan radius 2 km dari reaktor Triga 2000. Berdasarkan laporan pengelolaan dan pemantauan lingkungan dan hasil verifikasi inspektur BAPETEN, dapat disimpulkan bahwa tidak ada kecenderungan kenaikan radioaktivitas total (gross) β dalam komponen lingkungan dan untuk komponen air masih di bawah batas tingkat radioaktivitas β di lingkungan.

Pemantauan radioaktivitas di udara di sekitar PTNBR tidak terdeteksi sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat zat kontaminan di udara. Berdasarkan hasil inspeksi, inspektur keselamatan nuklir BAPETEN memerintahkan kepada PTNBR untuk segera melakukan kalibrasi terhadap alat pengambil sampel udara, STAPLEX dan CAM. Gross Beta di tanah permukaan berkisar antara 0,016 – 0,971 Bq/gr, di rumput 0,143 – 3,758 Bq/gr, di air $9,9 \times 10^{-6}$ – $8,43 \times 10^{-5}$ Bq/ml dan di sedimen 0,032 – 0,307 Bq/gr.

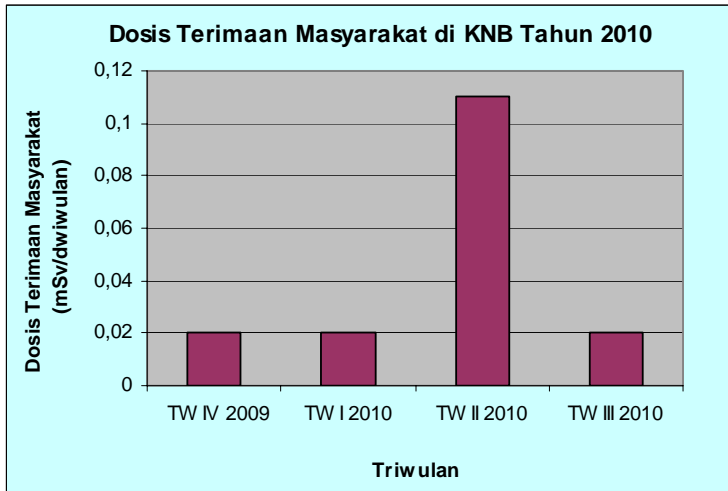
Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi pencemaran radiasi di lingkungan, hal ini dibuktikan dengan dosis radiasi yang diterima masyarakat berkisar antara antara 0.01 – 0,02 mSv/2 bulan (NBD masyarakat 1 mSv/tahun).



Grafik 4.4. Tingkat Radioaktivitas Air di KNB



Grafik 4.5. Tingkat Radioaktivitas Lingkungan di KNB



Grafik 4.6. Dosis Terimaan Masyarakat di KNB

Disamping pemantauan lingkungan, PTNBR juga melakukan pengelolaan lingkungan melalui kegiatan pengelolaan limbah radioaktif, pemasangan dan penggantian filter di cerobong, dan lain – lain. Berdasarkan laporan operasi reaktor Triga 2000 selama kurun waktu 2010 yang telah di verifikasi oleh inspektur BAPETEN, limbah radioaktif yang ada di Reaktor Triga 2000 meliputi :

- a. limbah radioaktif padat berupa kertas, karet, busa (filter) dan plastik sebanyak 2 kg dengan paparan permukaan $6 \mu\text{Sv/jam}$ dan aktivitas $\text{Co}^{60} = 7 \times 10^{-9} \text{ Ci}$ dan limbah Filter bekas dimineralizer sebanyak 3 kg dengan paparan permukaan $6 \mu\text{Sv/jam}$,
- b. limbah radioaktif cair hasil dekontaminasi sebanyak 1 liter, radionuklida tidak terdeteksi dengan paparan permukaan $4 \mu\text{Sv/jam}$,
- c. Resin sebanyak 7 kg dengan aktivitas $\text{Cs}^{137} = 2,464 \times 10^{-6} \text{ Ci}$ dan $\text{Co}^{60} = 2,807 \times 10^{-6} \text{ Ci}$, paparan permukaan $5 \mu\text{Sv/jam}$,

Semua limbah dikirim ke Ruang 1 LRP (Limbah Radioaktif Padat) dan untuk selanjutnya dikirim ke PTLR. Limbah radioaktif dari Reaktor Triga sudah dikelola dengan selamat sesuai dengan peraturan perundangan

yang berlaku, sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap masyarakat dan lingkungan hidup. Meskipun demikian hasil inspeksi yang dilakukan oleh inspektur keselamatan nuklir BAPETEN memerintahkan agar PTNBR segera:

1. melengkapi data cuplikan udara di ruang penyimpanan limbah cair aktivitas rendah yang konsentrasinya dibawah konsentrasi aktivitas yang diizinkan, sehingga tdk diperlukan filter.
2. melaporkan kegiatan pengelolaan lingkungan ke dalam Laporan Pemantauan dan Pengelolaan Lingkungan.
3. mencantumkan semua data limbah radioaktif baik yang sudah diproses maupun yang belum diproses ke dalam Laporan Pemantauan dan Pengelolaan Lingkungan



Gambar 4.10. Inspeksi keselamatan lingkungan

Dari hasil pengawasan yang dilakukan oleh BAPETEN, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi keselamatan lingkungan reaktor TRIGA-2000 dalam keadaan baik, artinya tidak membahayakan bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan hidup.

4.2.2.5. Program Jaminan Mutu

Berdasarkan hasil inspeksi terhadap pelaksanaan program jaminan mutu, inspektur keselamatan nuklir BAPETEN memerintahkan kepada PTNBR untuk segera membuat dokumen prosedur dan instruksi kerja yang belum ada, dan melakukan pengendalian dokumen di bidang reaktor yang serupa dengan dokumen di PTNBR.

PTNBR sendiri memiliki tim jaminan mutu yang melakukan audit jaminan mutu internal secara berkala, komprehensif dan sistematis, sehingga reaktor TRIGA dapat dioperasikan dengan mengikuti kaidah jaminan mutu untuk menjamin keselamatan operasi reaktor. Dengan adanya tim jaminan mutu PTNBR, maka temuan hasil inspeksi BAPETEN terkait dengan program jaminan mutu dapat segera ditindaklanjuti dengan memuaskan sehingga temuan yang terkait dengan hal tersebut dapat ditutup.

Dari hasil inspeksi keselamatan nuklir menunjukkan bahwa program jaminan mutu di PTNBR telah dilaksanakan sesuai dengan ketentuan keselamatan yang berlaku, namun masih perlu ditingkatkan .

4.2.2.6. Program Kesiapsiagaan Nuklir

Hasil inspeksi keselamatan nuklir yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN, menunjukkan bahwa ada beberapa hal dalam Prosedur Manajemen Penanggulangan Kedaruratan Nuklir PTNBR yang perlu diperbaiki. Inspektur BAPETEN merekomendasikan agar PTNBR merevisi prosedur tersebut sesuai dengan Perka BAPETEN No. 1 tahun 2010 tentang Program Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir.

Di samping itu, beberapa APAR telah terlampauinya masa pengisian ulang, sehingga kesiapan peralatan kedaruratan nuklir untuk menanggulangi setiap kemungkinan terjadinya kondisi kedaruratan belum memadai. BAPETEN merekomendasikan agar PTNBR meningkatkan kesiapan peralatan kedaruratan tersebut.

4.2.3. Inspeksi Keamanan Nuklir

Pada tahun 2010 ini BAPETEN telah melakukan 1 (satu)kali inspeksi Proteksi Fisik Reaktor Triga 2000. Hasil inspeksi menunjukkan bahwa program proteksi fisik di Reaktor Triga 2000 telah dilaksanakan dengan cukup baik oleh penanggungjawab unit pengamanan. PTNBR telah memiliki beberapa dokumen yang terkait dengan proteksi fisik, yaitu :

1. dua buah Prosedur Manajemen

2. dua puluh empat buah Prosedur Kerja Proteksi Fisik
3. sebelas buah Prosedur Kerja Pengamanan
4. satu buah Prosedur kerja damkar / kedaruratan
5. satu buah Prosedur Jaminan Mutu UPN
6. tujuh buah Format Kerja Jaminan Mutu UPN
7. dua buah Intruksi Kerja Damkar/Kedaruratan
8. dua belas Intruksi Kerja Proteksi Fisik (instruksi kerja pengoperasian dan perawatan peralatan proteksi fisik)
9. delapan belas Intruksi Kerja Pengamanan

Dokumen – dokumen tersebut antara lain mengatur tentang pemberian akses, pemeriksaan personil dan bawanya, pengoperasian dan perawatan peralatan sistem proteksi fisik serta sistem pengamanan berlapis. Dalam rangka memenuhi persyaratan kualifikasi sebagaimana diamanatkan dalam peraturan Kepala BAPETEN no. 1 tahun 2009 tentang Ketentuan Sistem Proteksi Fisik Instalasi Dan Bahan Nuklir, dan prosedur pengamanan.

PTNBR telah melaksanakan berbagai pelatihan bagi personil UPN antara lain pelatihan dasar pengamanan dan proteksi radiasi, pelatihan proteksi fisik dan pelatihan mengenai dasar-dasar inteligen. Personil UPN juga dibantu dengan tenaga kontrak yang memiliki akses terbatas. Sistem proteksi fisik di PTNBR dilengkapi dengan peralatan deteksi, peralatan komunikasi, peralatan respond dan kendaraan penjaga serta sistem *surveillance*. PTNBR juga telah melaksanakan beberapa kali pelatihan dan diseminasi tentang proteksi fisik kepada karyawan.

Dari 16 (enam belas) buah temuan hasil inspeksi tahun 2009, 8 (delapan) buah temuan sudah ditindaklanjuti dan dinyatakan tertutup. Temuan terkait sistem keamanan dan proteksi fisik di PTNBR yang masih terbuka sampai , diantaranya adalah:

- Rencana kontijensi sesuai dengan Perka BAPETEN no.1 tahun 2009 belum dibuat.
- Berita acara koordinasi dengan instansi terkait untuk perespon belum dibuat
- Prosedur-prosedur yang berkaitan dengan proteksi fisik lainnya

belum dibuat, yaitu:

- a. penggunaan dan penyimpanan bahan nuklir
 - b. prosedur sistem komunikasi dengan satuan perespon
 - c. prosedur pengendalian kunci untuk tempat penyimpanan bahan nuklir
 - d. prosedur pemeriksaan pegawai
 - e. prosedur akses ke beberapa instalasi penting.
- Pelaksanaan pemeriksaan personil dan barang bawaan belum menyeluruh.
 - Penempatan sistem deteksi perlu dievaluasi kembali.



Gambar 4.11. Inspeksi Proteksi Fisik

Berdasarkan hal di atas, inspektur BAPETEN memerintahkan agar PTNBR segera menindaklanjuti temuan dimaksud untuk meningkatkan sistem keamanan dan proteksi fisik instalasi Reaktor Triga.

4.2.4. Inspeksi Seifgard

Inspeksi Seifgard bahan nuklir telah dilakukan pada PTNBR yang secara internasional disebut sebagai MBA RI-A sebanyak 3 (tiga) kali termasuk Inspeksi Protokol Tambahan Seifgard. Dari 3 (tiga) kali Inspeksi Seifgard bahan nuklir yang telah dilakukan, 1 (satu) diantaranya dilakukan bersama-sama dengan inspektur IAEA yaitu inspeksi *Physical Inventory Verification* (PIV). Selain melakukan inspeksi PIV, Inspektur IAEA juga

melakukan *Design Information Verification (DIV)* serta *Complementary Access (CA)* ke Gedung F.

Selama tahun 2010, laporan bahan nuklir yang disampaikan PTNBR ke IAEA setelah dievaluasi BAPETEN sebanyak 9 (sembilan) buah laporan yang terdiri dari 6 (enam) buah laporan perubahan inventori bahan nuklir (*Inventory Change Report/ICR*), 2 (dua) buah laporan daftar inventori fisik bahan nuklir (*Physical Inventory Listing/PIL*) dan 1 (satu) buah laporan neraca bahan nuklir (*Material Balance Report/MBR*).



Gambar 4.12 Inspeksi Bahan Nuklir

Hasil inspeksi Seifgard Bahan Nuklir menyimpulkan bahwa pelaksanaan sistem Seifgard bahan nuklir di PTNBR telah sesuai dengan ketentuan nasional dan internasional yang berlaku, semua bahan nuklir telah dilaporkan dan tidak ada penyimpangan tujuan penggunaan bahan nuklir dari maksud damai ke arah tujuan pembuatan senjata nuklir atau alat ledak nuklir lainnya.

Kesimpulan ini juga didukung oleh IAEA dalam surat no.MA-INS-33.1 RIA-/2010/001 tertanggal 3 September 2010 tentang *summary statement of conclusions for MBA RI-A* yang menyebutkan bahwa :

- a. *The records and the reports satisfied the Agency requirements*
- b. *The physical inventory declared by the operator was verified and the result satisfied the Agency requirements*

- c. *The absence of unrecorded production of plutonium from nuclear material subject to safeguards was confirmed by the Agency in accordance with its requirements*

Pada tahun 2010, PTNBR menyampaikan deklarasi protokol tambahan mengenai:

- a. kegiatan penelitian dan pengembangan terkait daur bahan bakar nuklir yang tidak menggunakan bahan nuklir.
- b. ukuran dan pemanfaatan semua gedung yang berada dalam tapak reaktor Triga dan menjadi tanggung jawab PTNBR.
- c. rencana kegiatan penelitian dan pengembangan terkait daur bahan bakar nuklir yang tidak menggunakan bahan nuklir dalam sepuluh tahun mendatang.

Hasil pelaksanaan Protokol Tambahan di fasilitas nuklir dan non-nuklir juga berjalan baik dan pemutakhiran deklarasi dalam setiap periode pelaporan berjalan sesuai jadwal dan dapat diterima oleh IAEA.

IAEA juga melakukan klarifikasi mengenai ditemukannya kandungan Depleted Uranium (DU) di Pusat Teknologi Nuklir dan Proses Bahan (PTNBR) Bandung yang berlokasi di Gedung C. IAEA melaksanakan Complementary Access (CA) untuk melakukan tes usap dilokasi tersebut, dan menganalisanya di laboratorium IAEA. Setelah dilakukan tes usap dan klarifikasi ke PTNBR, didapatkan hasil bahwa kandungan DU merupakan kontaminasi dari bahan nuklir yang diimpor dari German dan permasalahan tersebut sudah tertutup melalui surat IAEA No. 10-INS-04 tanggal 9 Juni 2010.

4.3. REAKTOR KARTINI

Reaktor Kartini merupakan reaktor nuklir yang berlokasi di Jl. Babarsari PO. Box 1008 Yogyakarta 55010. Reaktor nuklir yang mempunyai Daya thermal 100 kWt ini dikelola dan dioperasikan oleh Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan (PTAPB) BATAN. Dengan fluks neutron thermal maksimal sebesar 2×10^{12} neutron $\text{cm}^{-2} \text{det}^{-1}$, Reaktor Kartini digunakan untuk keperluan iradiasi, analisis NAA, eksperimen dan latihan personil.



Gambar 4.13. Gedung Reaktor Kartini

4.3.1. Perizinan Pengoperasian Reaktor Kartini

4.3.1.1. Izin Operasi dan Evaluasi LAK Reaktor Kartini

Izin operasi Reaktor Kartini No. 336/IO/DPI/31-X/2006 diterbitkan pada tanggal 31 Oktober 2006 yang memiliki masa laku hingga 30 Oktober 2010. Namun demikian dikarenakan adanya perubahan Pejabat Kepala Pusat di Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan (PTAPB) maka BAPETEN pada tanggal 28 Januari 2008 menerbitkan revisi izin operasi menjadi No. 336/IO/DPI/31-X/2006 Rev. 1 yang memiliki masa laku dari tanggal 28 Januari 2008 sampai dengan 30 Oktober 2010.

Dalam rangka perpanjangan ijin operasi Reaktor Kartini No. 336/IO/DPI/31-X/2006 Rev. 1, maka BAPETEN melakukan evaluasi dokumen persyaratan izin antara lain : Laporan Analisis Keselamatan Rev. 7, Asbuilt Drawing Pekerjaan Perbaikan Gedung Reaktor (Gedung 04, 03, 02 dan Stack Reaktor), Kajian Penuaan Tangki Reaktor Kartini Rev. 0, dan Laporan Operasi Reaktor Kartini tahun 2000 – 2006.

PT. APB telah menindaklanjuti temuan-temuan dari BAPETEN dan menyampaikan revisi LAK. Berdasarkan hasil evaluasi dari pemenuhan persyaratan perpanjangan izin operasi Reaktor Kartini tersebut di atas, BAPETEN mengeluarkan Ketentuan Tata Usaha Negara (KTUN) berupa Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga nuklir Nomor 468/IO/Ka-BAPETEN/6-XII/2010 tentang Perpanjangan Izin Operasi Reaktor Nuklir, yang berlaku mulai 6 Desember 2010 sampai dengan 5 Desember 2019.

4.3.1.2. Perizinan Pemanfaatan Bahan Nuklir

Disamping izin operasi Reaktor Kartini, PTAPB juga telah memiliki beberapa izin untuk pemanfaatan bahan nuklir, baik yang digunakan sebagai bahan bakar dalam pengoperasian reaktor Kartini maupun untuk berbagai penelitian dengan memanfaatkan neutron yang dihasilkan Reaktor Kartini.

Selama tahun 2010, BAPETEN telah mengevaluasi dokumen persyaratan perizinan dan kemudian menerbitkan 1 buah perpanjangan Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir untuk PTAPB dan 2 buah Persetujuan Pelaksanaan Pengangkutan Bahan Nuklir, sehingga sampai dengan akhir tahun 2010, PTAPB secara keseluruhan telah memiliki 5 buah Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir yang meliputi:

- satu izin pemanfaatan bahan bakar nuklir untuk pengoperasian Reaktor Kartini;
- satu izin pemanfaatan uranium diperkaya untuk penelitian dan pengembangan;
- satu izin pemanfaatan uranium alam untuk penelitian dan pengembangan;
- satu izin pemanfaatan uranium deplesi untuk penelitian dan pengembangan; dan
- satu izin pemanfaatan Plutonium dan Thorium untuk penelitian dan pengembangan.

4.3.1.3. Izin Bekerja

Untuk menjamin keselamatan, keamanan dan seifgard dalam mengoperasikan Reaktor Kartini, diperlukan petugas yang kompeten dan terqualifikasi serta wajib memiliki izin bekerja. Untuk mendapatkan izin tersebut petugas terlebih dahulu menjalani pengujian dari BAPETEN. Pada tahun 2010, BAPETEN telah melakukan pengujian dan menerbitkan izin bekerja bagi 16 operator Reaktor Kartini, 8 supervisor Reaktor Kartini, dua teknisi perawatan Reaktor Kartini, satu pengurus inventori bahan nuklir Reaktor Kartini dan 1 pengawas inventori bahan nuklir Reaktor Kartini.

Sampai dengan akhir tahun 2010, jumlah pekerja yang memiliki SIB adalah 16 operator Reaktor Kartini, 8 supervisor Reaktor Kartini, 19 teknisi perawatan Reaktor Kartini, tiga supervisor perawatan Reaktor Kartini, 13 pengurus inventori bahan nuklir Reaktor Kartini dan 5 pengawas inventori bahan nuklir Reaktor Kartini.

4.3.2. Inspeksi Keselamatan Nuklir Reaktor Kartini

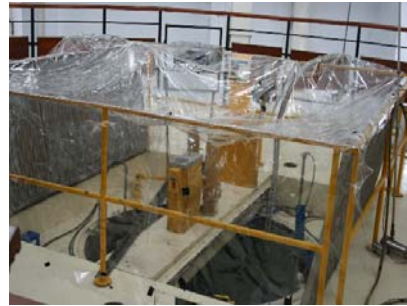
Untuk memastikan kondisi keselamatan pengoperasian Reaktor Kartini , pada tahun 2010 BAPETEN telah melakukan 3 (tiga) kali inspeksi keselamatan nuklir, dengan ruang lingkup: keselamatan operasi, Program Perawatan, Program Proteksi Radiasi, Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan, Program Jaminan Mutu, dan Program Kesiapsiagaan Nuklir.

4.3.2.1. Keselamatan Operasi

Hasil inspeksi yang dilakukan oleh para inspektur keselamatan nuklir BAPETEN menunjukkan, bahwa kondisi keselamatan operasi Reaktor Kartini cukup baik. Tidak dijumpai adanya kondisi anomali maupun pelanggaran terhadap Batasan Kondisi Operasi (BKO). Reaktor dapat dioperasikan dengan selamat dan aman pada daya 100 kWt sesuai kondisi izin. Pada tahun 2010 Reaktor Kartini dioperasikan selama 91,08 jam sesuai dengan rencana pemanfaatan Reaktor Kartini. Pengoperasian

Reaktor Kartini dilakukan oleh 33 orang operator reaktor dan supervisor reaktor, yang telah mempunyai surat izin bekerja (SIB) dari BAPETEN.

Reaktor Kartini memiliki berbagai sistem keselamatan, yang kesemuanya ditujukan untuk menjamin keselamatan operasi reaktor yang tinggi. Sistem keselamatan tersebut beroperasi dengan menggunakan prinsip "fail safe", artinya apabila terjadi kegagalan pada sistem tersebut, Reaktor Kartini tetap dalam keadaan aman. Setiap ada kejadian *operasi terantisipasi* baik secara internal maupun eksternal, Reaktor Kartini akan mengalami pemadaman secara otomatis (*shutdown*)



Gambar 4.14. Teras reaktor ditutup plastik saat terjadi gunung merapi meletus 5- 10 November 2010

Pada saat terjadi letusan gunung Merapi terbesar yang berjarak sekitar 20 km dari reaktor Kartini pada tanggal 5 November 2010, abu yang sampai di tapak reaktor Kartini tergolong tipis. Tindakan pencegahan terhadap gangguan akibat abu vulkanik letusan gunung merapi ini dilakukan dengan menutup plastik pada sistem dan peralatan vital di reaktor kartini, sehingga operasi tetap dapat dilaksanakan sesuai jadwal operasi.

Selama tahun 2010 reaktor Kartini tidak pernah mengalami scram dan hanya mengalami gangguan kecil pada instrumentasi (NP 1000). Perbaikan terhadap instrumentasi tersebut telah diselesaikan hingga reaktor dapat beroperasi kembali dengan normal. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa *scram* tersebut bukan disebabkan oleh kondisi operasi Reaktor Kartini yang tidak aman, melainkan oleh gangguan dari dalam (seperti gangguan instrumen) maupun gangguan dari luar (seperti listrik PLN padam)

4.3.2.2. Program Perawatan

Pada tahun 2010, PTAPB telah melakukan perawatan terhadap sistem dan komponen Reaktor Kartini baik yang berupa perawatan pencegahan dan perawatan perbaikan, maupun pemeriksaan dan pengujian berkala perangkat elektronik. Perawatan dilakukan terhadap sistem dan komponen yang penting untuk keselamatan maupun yang tidak penting untuk keselamatan. Selama tahun 2010 PTAPB telah melakukan sebanyak 17 perbaikan.



Gambar 4.15. Anjungan Reaktor Kartini

Berkaitan dengan temuan inspeksi, BAPETEN memerintahkan kepada PTAPB untuk melakukan perbaikan terhadap genset untuk memenuhi catu daya darurat. PT.APB telah selesai ditindaklanjuti temuan inspektur BAPETEN dengan mengganti catu daya dengan genset lainnya, sehingga temuan inspeksi yang terkait dengan hal tersebut dapat ditutup. Mengingat sistem dan komponen reaktor Kartini sudah tua dan temuan

inspeksi yang terkait dengan program perawatan cukup signifikan, maka diperlukan upaya peningkatan pelaksanaan program manajemen penuaan reaktor Kartini.

4.3.2.3. Program Proteksi Radiasi

Berdasarkan laporan operasi Reaktor Kartini dan hasil inspeksi terhadap pelaksanaan program proteksi radiasi, selama tahun 2010 dosis maksimum yang diterima oleh pekerja adalah 14.56 mSv. Rata-rata dosis radiasi yang diterima operator Reaktor Kartini besarnya adalah 0.519 mSv, sedangkan untuk semua staff terkait sebesar 0.379 mSv.

Kondisi tersebut masih jauh dari NBD paparan radiasi pekerja yang ditetapkan sebesar 50 mSv/th. Mengingat kemungkinan terjadinya kontaminasi di Reaktor Kartini, maka PTAPB direkomendasikan untuk menyediakan peralatan pemantauan tingkat kontaminasi pekerja radiasi.

Dalam setiap kegiatan, khususnya pada saat Reaktor Kartini dioperasikan, Petugas Proteksi Radiasi melakukan pengukuran paparan radiasi gamma daerah kerja khususnya pada titik-titik lokasi tertentu serta ruangan-ruangan yang berpotensi mempunyai tingkat radiasi tinggi. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin agar para pekerja radiasi yang bekerja di daerah tersebut tidak menerima dosis radiasi melebihi NBD. Hasil pengukuran laju paparan radiasi daerah kerja di Reaktor Kartini dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4.3. Laju Paparan Radiasi Ruangan di Reaktor Kartini pada Tahun 2010

No.	Lokasi Pengukuran	KBO (mR/h)	Laju Paparan Maksimum			
			TW I	TW II	TW III	TW IV
1.	Ruang Kontrol	< 1,0	0,018	0,04	0,04	0,04
2.	Dek Reaktor	< 10,0	0,45	4,5	4,8	6,00
3.	Sub Kritik	< 2,5	0,04	0,13	0,7	0,7
4.	Bulk Shielding	< 2,5	0,125	0,675	0,79	0,85
5.	Thermal Coloumn	< 10,0	0,04	0,170	0,22	0,08
6.	Demineralizer	< 25,0	0,04	0,230	0,35	0,25
7.	50 cm dari permukaan ATR	< 100,0	0,8	11,0	13,0	15,0

Berdasarkan hasil pengukuran laju paparan radiasi daerah kerja seperti tercantum pada tabel diatas, dapat diketahui besarnya laju paparan

radiasi maksimum pada ruang kontrol sebesar 0,04 mR/h (batasan < 1,0 mR/h), pada dek reaktor sebesar 6,00 mR/h (batasan < 10,0 mR/h), pada perangkat sub kritis sebesar 0,70 mR/h (batasan < 2,5mR/h), pada bulk shielding sebesar 0,85 mR/h (batasan < 2,5mR/h), pada thermal coloumn sebesar 0,22 mR/h (batasan < 10,0 mR/h), pada demineralizer sebesar 0,35 mR/h (batasan 25,0 mR/h) dan 50 cm dari permukaan ATR sebesar 15,00 mR/h (batasan < 100,0 mR/h). Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa laju paparan radiasi masih berada dalam batas normal.

Hasil verifikasi yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN pada saat inspeksi menunjukkan bahwa paparan radiasi daerah kerja di Reaktor Kartini tidak melebihi data laporan operasi, seluruh alat ukur radiasi telah dikalibrasi, dan peralatan proteksi radiasi yang tidak berfungsi telah diperbaiki atau diganti dengan yang baru.

Berdasarkan data dan informasi di atas dapat disimpulkan bahwa kondisi keselamatan pekerja radiasi maupun daerah kerja di Reaktor Kartini dalam keadaan baik; artinya selama Reaktor Kartini dioperasikan tahun 2010 tidak ditemukan pekerja radiasi yang menerima dosis radiasi melebihi NBD, atau paparan radiasi daerah kerja yang melebihi BKO.



Gambar 4.16. Inspeksi keselamatan nuklir

4.3.2.4. Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan

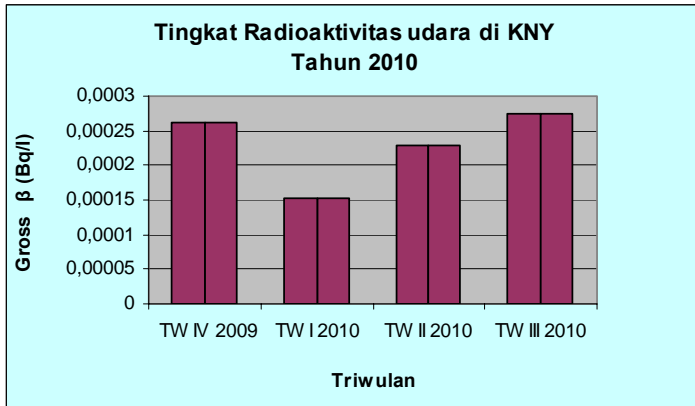
Untuk memberikan jaminan bahwa reaktor Kartini tidak menimbulkan dampak radiologi pada lingkungan hidup, maka dilakukan pengelolaan dan pemantauan lingkungan. Pemantauan lingkungan dilakukan secara berkala sampai dengan radius 5 km dari reaktor Kartini.



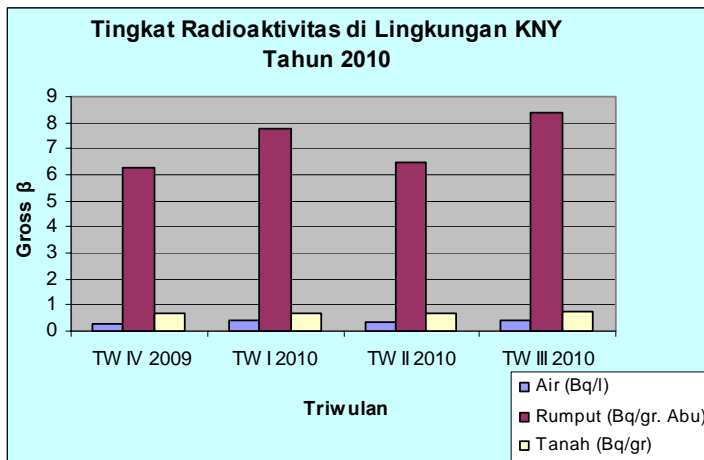
Gambar 4.17. Inspeksi keselamatan lingkungan di

Dari laporan pengelolaan dan pemantauan lingkungan dan hasil verifikasi inspektur BAPETEN, dapat disimpulkan bahwa tidak ada kecenderungan kenaikan radioaktivitas (gross) total α/β dalam komponen lingkungan dan untuk komponen air masih di bawah batas tingkat radioaktivitas α/β di lingkungan. Gross Beta di tanah permukaan berkisar antara 0,10 – 0,73 Bq/gr, di rumput 1,31 – 8,40 Bq/gr, di air 0,10 – 0,39 Bq/l, jatuhnya berkisar antara 17,32 – 37,74 Bq/(m²bl) dan di sedimen 15,12 - 80,3 Bq/gr. Pengukuran radioaktivitas di udara berkisar antara $3,78 \times 10^{-4}$ – $26,31 \times 10^{-4}$ Bq/l.

Berdasarkan hasil pemantauan dan pengelolaan lingkungan tahun 2010 di PTAPB, dapat disimpulkan bahwa hasil pemantauan radioaktivitas lingkungan masih dalam kisaran data rona awal, yaitu: rumput 0.478 – 10.931 Bq/gr, tanah 0,185 – 1,087 Bq/gr, air 0,007 – 1,184 Bq/l, jatuhnya 0,718 – 57,276 Bq/(m²bl).



Grafik 4.7. Tingkat Radioaktivitas udara di KNY



Grafik 4.8. Tingkat Radioaktivitas Lingkungan di KNY

Disamping pemantauan lingkungan, PTAPB juga melakukan pengelolaan lingkungan melalui kegiatan pengelolaan limbah radioaktif, pemasangan dan penggantian filter di cerobong, dan lain – lain. Berdasarkan laporan operasi Reaktor Kartini selama kurun waktu 2010 yang telah di verifikasi oleh inspektur BAPETEN, limbah radioaktif yang ada di Reaktor

Kartini adalah sbb :

- a. Limbah padat berupa Blok sebanyak 941 blok dengan aktivitas antara 5 s/d 25 ($\times 10^{-4}$ mSv/jam).
- b. Limbah padat sebanyak 1008 kg yang berasal dari reaktor dan Laboratorium Pendukung dengan aktivitas antara 2 s/d 5 ($\times 10^{-4}$ mSv/jam).
- c. Limbah cair sebanyak 1265 liter yang berasal dari reaktor dan Laboratorium Pendukung dengan aktivitas antara 2 s/d 5 ($\times 10^{-4}$ mSv/jam).

Semua limbah disimpan sementara di Ruang PLKL, sebelum diserahkan kepada pengolah limbah radioaktif (PTLR). Limbah radioaktif cair yang dihasilkan Reaktor Kartini sudah dikelola dengan baik sesuai dengan peraturan perundang-undangan, sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap masyarakat dan lingkungan hidup.

4.3.2.5. Program Jaminan Mutu

Berdasarkan hasil inspeksi BAPETEN terhadap pelaksanaan program jaminan mutu selama tahun 2010, temuan yang paling dominan berkaitan dengan masalah pemutakhiran program jaminan mutu, prosedur, ataupun ketidaksesuaian pelaksanaan di lapangan dengan prosedur yang ada, sehingga perlu dilakukan perbaikan prosedur keselamatan atau peningkatan pelaksanaan jaminan mutu sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan.

PTAPB sendiri memiliki tim jaminan mutu yang melakukan audit jaminan mutu internal secara berkala, komprehensif dan sistematis, sehingga reaktor Kartini dapat dioperasikan dengan mengikuti ketentuan jaminan mutu untuk menjamin keselamatan operasi reaktor. Dengan adanya tim jaminan mutu PTAPB, maka temuan hasil inspeksi jaminan mutu dari BAPETEN dapat segera ditindaklanjuti dengan memuaskan sehingga temuan yang terkait dengan hal tersebut dapat ditutup.

Berdasarkan hal di atas dapat disimpulkan bahwa program jaminan mutu di PTAPB telah dilaksanakan dengan cukup baik, namun masih perlu ditingkatkan

4.3.2.6. Program Kesiapsiagaan Nuklir

PTAPB telah melaksanakan program kesiapsiagaan nuklir meliputi pembuatan prosedur kedaruratan, pelaksanaan latihan kedaruratan, dan penyediaan serta perawatan peralatan kedaruratan.

Hasil inspeksi keselamatan nuklir yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN menunjukkan bahwa kesiapan peralatan kedaruratan nuklir peralatan kedaruratan nuklir untuk menanggulangi setiap kemungkinan terjadinya kondisi kedaruratan belum memadai, maka inspektur BAPETEN memerintahkan agar PTAPB meningkatkan kesiapan peralatan kedaruratan tersebut.



Gambar 4.18. latihan Kedaruratan Nuklir PTAPB

4.3.3. Inspeksi Keamanan Nuklir

PTAPB telah memiliki 17 buah prosedur dan 14 buah instruksi kerja yang terkait dengan pengamanan yaitu :

No.	Judul Dokumen	No. Dokumen
1.	Program Jaminan Mutu	PSMM 01/APB/09
2.	Prosedur Penyusunan Dokumen Mutu	P 01/APB.7/08
3.	Prosedur Pelaksanaan Proteksi Fisik	P 02/APB.7/08
4.	Prosedur Pengawasan Material	P 03/APB 7/08
5.	Prosedur Penerimaan Tamu	P 04/APB 7/08
6.	Prosedur Patroli	P 05/APB 7/08

7.	Prosedur Penjagaan Gedung	P 06/APB 7/08
8.	Prosedur Penanggulangan Teror Bom	P 07/APB 7/08
9.	Prosedur Operasi CAS	P 08/APB 7/08
10.	Prosedur Penanggulangan Keadaan Darurat di luar Jam Kerja	P 09/APB 7/08
11.	Prosedur Pelaporan Keadaan Darurat (dalam proses)	P 09/APB 7/XX
12.	Prosedur Akses Gudang Bahan Bakar Reaktor	P 11/APB 7/08
13.	Prosedur Penggunaan dan Perawatan Senjata Api (dalam proses)	P 12/APB 7/XX
14.	Prosedur Pelaksanaan Sistem Proteksi Fisik Instalasi dan Bahan Nuklir	P 13/APB 7/XX
15.	Prosedur Evaluasi Sistem Proteksi Fisik	P 14/APB 7/XX
16.	Prosedur Evaluasi ADD Lokal	P 15/APB 7/XX
17.	Prosedur Perawatan Peralatan Sistem Proteksi Fisik	02/JM.6.0/PTAPB /04/2007
18.	Pelaporan Kejadian / Peristiwa Menonjol	IK.01/APB.7/09
19.	Peminjaman Alat di Unit PAM	IK.02/APB.7/09
20.	Pengambilan Barang di Unit PAM	IK.03/APB.7/09
21.	Permohonan Pengadaan Pembelian Barang	IK.04/APB.7/09
22.	Evaluasi Absensi Bulanan	IK.05/APB.7/09
23.	Pengambilan dan Pengembalian Kunci Ruangan	IK.06/APB.7/09
24.	Operasi Peralatan Sistem Proteksi Fisik	IK.07/APB.7/09
25.	Pemeriksaan Hidrant	IK.08/APB.7/09
26.	Pemeriksaan Senjata	IK.09/APB.7/09
27.	Pengawasan Keberadaan Kendaraan Dinas di Luar Jam Kerja	IK.10/APB.7/09
28.	Pemeriksaan Kendaraan Roda Empat	IK.11/APB.7/09
29.	Perawatan Peralatan Sistem Proteksi Fisik	IK.12/APB.7/09
30.	Penggantian Peralatan Sistem Proteksi Fisik	IK.13/APB.7/09
31.	Pelaksanaan Jadwal Operasi Reaktor di CAS	IK.14/APB.7/09

Prosedur dan instruksi kerja tersebut berisi uraian antara lain tentang tugas, tanggung jawab dan kualifikasi personil Unit Pengaman Nuklir (UPN), prosedur program jaminan mutu, pengamanan bahan nuklir dan instalasi, penanggulangan teror bom dan lain – lain. Secara terpisah PTAPB memiliki prosedur yang mengatur tentang pemberian akses, pemeriksaan personil dan bawanya, serta sistem pengamanan berlapis.

Dalam rangka memenuhi persyaratan kualifikasi sebagaimana diamanatkan dalam peraturan Kepala BAPETEN no. 1 tahun 2009 dan prosedur pengamanan, PTAPB telah melaksanakan berbagai pelatihan bagi personil UPN antara lain pelatihan dasar pengamanan dan proteksi radiasi, pelatihan proteksi fisik dan pelatihan mengenai dasar – dasar inteligen. Sistem proteksi fisik di PTAPB dilengkapi dengan peralatan deteksi, peralatan komunikasi, peralatan respond dan kendaraan penjaga serta sistem *surveillance* yang dilengkapi dengan UPS.

Dari 15 buah temuan hasil inspeksi tahun 2009, 12 buah temuan sudah ditindaklanjuti. Inspektur BAPETEN merekomendasikan PTAPB untuk menindaklanjuti temuan terbuka yang terkait sistem keamanan dan proteksi fisik diantaranya adalah:

- belum semua lokasi termonitor dengan alat deteksi.
- beberapa prosedur yang berkaitan dengan proteksi fisik perlu direvisi karena ada beberapa hal yang belum dimuat, yaitu :
 - a. Rencana Proteksi Fisik
 - b. Prosedur pelaksanaan proteksi fisik
 - c. Prosedur evaluasi terhadap sistem proteksi fisik
 - d. Prosedur Evaluasi ADD
 - e. Prosedur pelatihan kedaruratan
 - f. Instruksi kerja tentang perawatan peralatan proteksi fisik.

Berdasarkan hal di atas, maka inspektur BAPETEN memerintahkan agar PTAPB segera menindaklanjuti temuan dimaksud untuk meningkatkan sistem keamanan dan proteksi fisik instalasi Reaktor Kartini. Di samping

itu BAPETEN merekomendasikan PTAPB agar segera melaksanakan program latihan kedaruratan proteksi fisik untuk mengantisipasi pencurian dan sabotase guna menjamin keselamatan dan keamanan instalasi nuklir Reaktor Kartini di Yogyakarta.

4.3.4. Seifgard

Inspeksi seifgard bahan nuklir telah dilakukan pada PTAPB yang secara internasional disebut sebagai MBA RI-B sebanyak 3 (tiga) kali termasuk Inspeksi Protokol Tambahan Seifgard dilakukan satu kali.

Selama tahun 2010, laporan bahan nuklir yang disampaikan PTAPB ke IAEA setelah dievaluasi BAPETEN sebanyak 6 (enam) buah laporan yang terdiri dari dua buah laporan perubahan inventori bahan nuklir (*Inventory Change Report/ICR*), tiga buah laporan daftar inventori fisik bahan nuklir (*Physical Inventory Listing/PIL*) dan satu buah laporan neraca bahan nuklir (*Material Balance Report/MBR*).

Berdasarkan hasil inspeksi *Safeguards* Bahan Nuklir, dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan sistem safeguards bahan nuklir di PTAPB telah sesuai dengan ketentuan nasional dan internasional yang berlaku, semua bahan nuklir telah dilaporkan dan tidak ada penyimpangan tujuan penggunaan bahan nuklir dari maksud damai ke arah tujuan pembuatan senjata nuklir atau alat ledak nuklir lainnya. Inspektur safeguards BAPETEN, memerintahkan kepada manajemen PT.APB untuk :

- a. Menyesuaikan isi Prosedur *Physical Inventory Taking* (PIT) harus disesuaikan dengan ruang lingkup.
- b. *Memfungsikan History card* secara optimal.
- c. Meningkatkan ketelitian dalam pembukuan bahan nuklir .



Gambar 4.19. Pemeriksaan dokumen dalam rangka inspeksi bahan nuklir dan protokol tambahan

Pada tahun 2010, PTAB menyampaikan deklarasi protokol tambahan mengenai:

- a. Tiga buah kegiatan penelitian dan pengembangan terkait daur bahan bakar nuklir yang tidak menggunakan bahan nuklir.
- b. ukuran dan pemanfaatan semua gedung yang berada dalam tapak reaktor Kartini dan menjadi tanggung jawab PTAB.
- c. Satu buah rencana kegiatan penelitian dan pengembangan terkait daur bahan bakar nuklir yang tidak menggunakan bahan nuklir dalam sepuluh tahun mendatang.

Hasil pelaksanaan Protokol Tambahan di fasilitas nuklir dan non-nuklir juga berjalan baik dan meng-*update* deklarasi dalam setiap periode pelaporan berjalan sesuai jadwal dan dapat diterima oleh IAEA.

BAB V

KONDISI KESELAMATAN, KEAMANAN, DAN SEIFGARD BIDANG INSTALASI NUKLIR NON REAKTOR

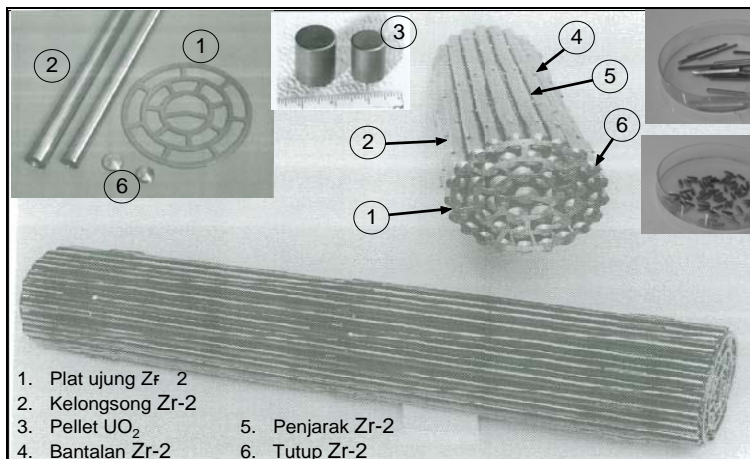
5.1 Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE)

IEBE merupakan instalasi nuklir non reaktor yang berlokasi di kawasan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK) Serpong - Tangerang - propinsi BANTEN. IEBE dioperasikan oleh Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBN) BATAN.



Gambar 5.1. Gedung IEBE

IEBE berfungsi untuk melaksanakan penelitian dan pengembangan (litbang) teknologi bahan bakar nuklir. IEBE dirancang mampu mengolah bahan baku *yellow cake* menjadi serbuk UO_2 derajat nuklir dan membuatnya hingga menjadi berkas (*bundle*) bahan bakar nuklir PLTN (pembangkit listrik tenaga nuklir) *Heavy Water Reaktor* (HWR) type *cirene*. Berdasarkan proses produksi, IEBE dilengkapi dengan fasilitas pemurnian dan konversi, peletisasi, pembuatan komponen dan perakitan, laboratorium kendali kualitas, bengkel mekanik, sarana dukung dan sistem keselamatan. Produk-produk yang dihasilkan antara lain adalah serbuk UO_2 derajat nuklir, produk antara (UO_3 , U_3O_8), pelet UO_2 tersinter, bahan bakar dalam bentuk pin dan berkas, berbagai jenis paduan Zirkonium (Zr) dalam bentuk leburan/hasil pembentukan dan lain-lain.



Gambar 5.2 . Produk IEBE

5.1.1. Perizinan IEBE

5.1.1.1. Izin Operasi dan Evaluasi Laporan Analisis Keselamatan

Dalam rangka memastikan kondisi keselamatan, keamanan dan seifgard dalam pengoperasian IEBE, BAPETEN melakukan evaluasi Laporan Analisis Keselamatan (LAK) sebagai salah satu persyaratan perizinan operasi IEBE. BAPETEN telah menerbitkan Izin Operasi IEBE No. 395/IO/DPI/9-VIII/2007 dengan masa laku 9 Agustus 2007 sampai dengan 8 Agustus 2012.

A. Evaluasi LAK IEBE

Pada tahun 2010, BAPETEN melakukan evaluasi terhadap revisi beberapa bab LAK yang disampaikan oleh manajemen IEBE yang terkait dengan adanya perubahan:

- Personil PPR yang merupakan bagian dari Program Proteksi Radiasi,

- Daftar induk dokumen yang merupakan bagian dari Batasan dan Kondisi Operasi
- Struktur organisasi penanggulangan kedaruratan nuklir yang merupakan bagian dari Program Kesiapsiagaan Nuklir.

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap dokumen tersebut, perubahan terkait Proteksi Radiasi dan Kesiapsiagaan Nuklir telah disetujui oleh BAPETEN. Sedangkan untuk perubahan pada Daftar Induk Dokumen, BAPETEN memerintahkan kepada manajemen IEBC untuk melakukan perbaikan, sehubungan dengan adanya prosedur yang belum dicantumkan dalam daftar induk dokumen tersebut.

5.1.1.2. Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir

Disamping izin operasi, IEBC juga telah memiliki dua Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir untuk kegiatan penelitian dan pengembangan. Selama tahun 2010, BAPETEN telah mengevaluasi dokumen persyaratan perizinan, dan kemudian menerbitkan dua buah perpanjangan Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir untuk penelitian dan pengembangan, serta satu buah Persetujuan Pelaksanaan Pengangkutan Bahan Nuklir.

5.1.1.3. Izin Bekerja

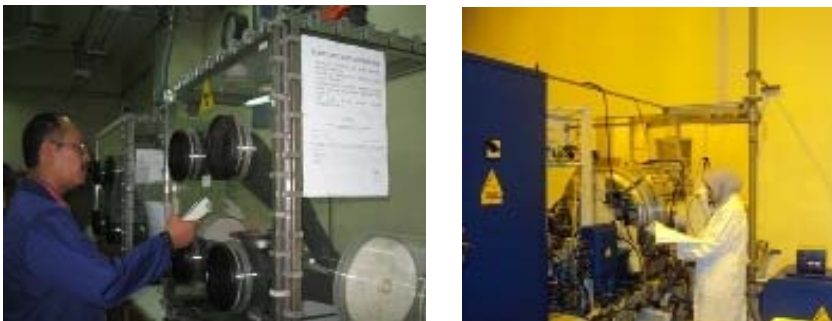
Dalam rangka menjamin keselamatan, keamanan dan seifgard dalam mengoperasikan IEBC, diperlukan petugas yang kompeten dan terqualifikasi serta wajib memiliki surat izin bekerja (SIB) dari BAPETEN. Untuk mendapatkan SIB, petugas tersebut harus mengikuti ujian yang diselenggarakan oleh BAPETEN.

Pada tahun 2010, BAPETEN telah melakukan pengujian dan menerbitkan SIB bagi 21 operator IEBC dan 9 supervisor IEBC dengan masa laku SIB tiga tahun, sehingga sampai dengan akhir tahun 2010 jumlah pekerja yang memiliki SIB adalah 45 operator IEBC, 19 supervisor IEBC, 8 pengurus inventori bahan nuklir IEBC dan satu pengawas inventori bahan nuklir IEBC.

5.1.2. Inspeksi Keselamatan Nuklir IEBE

Untuk memastikan kondisi keselamatan pengoperasian IEBE, pada tahun 2009 inspektur BAPETEN telah melakukan dua kali inspeksi keselamatan nuklir, dengan ruang lingkup: Keselamatan Operasi, Program Proteksi Radiasi, Program Perawatan, Program Jaminan Mutu, Program Kesiapsiagaan Nuklir, serta Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan.

Hasil inspeksi yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN menunjukkan kondisi keselamatan nuklir IEBE.



Gambar 5.3. Inspeksi IEBE

5.1.2.1 Keselamatan Operasi

Pada tahun 2010, IEBE dioperasikan selama 534 jam, mengalami 1 (satu) kali gangguan operasi karena faktor internal. Gangguan tersebut



terjadi di lantai ruang HR 24 berupa genangan air akibat lepasnya selang air pendingin proses distilasi non radiasi, yang digunakan dalam pembuatan air bebas mineral skala kecil untuk kebutuhan analisa kimia. Gangguan operasi tersebut segera dapat ditangani sehingga tidak membawa dampak radiologi ataupun kerusakan alat-alat di ruang HR 24, dan tidak mempengaruhi keselamatan operasi IEBE, sehingga instalasi dapat dioperasikan dengan selamat sesuai kondisi izin.

Operasi IEBE dilakukan oleh 66 pekerja radiasi termasuk didalamnya 33 operator dan supervisor yang telah mempunyai surat izin bekerja (SIB).

Inspektur BAPETEN memerintahkan agar pihak manajemen IEBE untuk menyusun Panitia Keselamatan yang independen dari

Gambar. 5.4. Operasi IEBE

manajemen pengoperasian. Berdasarkan hasil pengawasan BAPETEN, pengoperasian IEBE telah dilaksanakan dengan selamat sesuai dengan Batasan Kondisi Operasi (BKO) dan ketentuan keselamatan yang berlaku.

5.1.2.2 Program Perawatan

Perawatan terhadap struktur, sistem dan komponen instalasi di IEBE dilakukan oleh petugas perawatan. IEBE telah melakukan perawatan secara berkala dan perbaikan terhadap 14 (empat belas) peralatan yang rusak.

Berdasarkan temuan hasil inspeksi terhadap program perawatan, inspektur keselamatan nuklir BAPETEN memerintahkan kepada manajemen IEBE untuk:

- melaksanakan kegiatan kalibrasi alat ukur tekanan dan suhu Autoclave sebagaimana ditetapkan pada LAK.
- membuat prosedur perawatan dan pengujian detektor gas H₂.
- mengefektifkan jadwal perawatan.
- menertibkan pencatatan perawatan

Di samping itu, dengan mempertimbangkan umur sistem dan komponen IEBE yang telah mencapai lebih dari 20 tahun, dan banyaknya peralatan yang memerlukan perbaikan, maka BAPETEN merekomendasikan kepada PTBN BATAN untuk meningkatkan manajemen perawatan di fasilitas IEBE.

5.1.2.3 Program Proteksi Radiasi

Berdasarkan laporan operasi IEBE dan hasil inspeksi terhadap pelaksanaan program proteksi radiasi selama tahun 2010, menunjukkan bahwa dosis radiasi maksimum pekerja radiasi sebesar 0,12 mSv. Kondisi tersebut masih jauh dari NBD paparan radiasi pekerja yang ditentukan dalam peraturan keselamatan radiasi.

Pada saat IEBE dioperasikan, dilakukan pemantauan paparan radiasi- γ di daerah kerja yang berpotensi mempunyai bahaya radiasi, yaitu daerah kerja yang terdapat sumber radiasi (zat radioaktif dan bahan

nuklir). Hal ini dimaksudkan agar dalam melakukan pekerjaan sehari-hari, hasil pengukuran tersebut digunakan sebagai dasar untuk memastikan bahwa para pekerja radiasi, yang bekerja di daerah tersebut tidak menerima dosis radiasi melebihi NBD.

Pemantauan di IEBE dilakukan di HR 04 (gudang uranium), HR 05 (Ruang Peletisasi), HR-22, HR 23, HR 24 dan koridor. Sebagai background dilakukan terutama terhadap tingkat paparan di glovebox (GB), fumehood (FH), dan meja kerja (MK) di ruangan tersebut. Hasil pemantauan radiasi tertinggi setiap bulan selama periode Januari s.d Desember 2010 ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 5.1. Laju Paparan Radiasi - γ Tertinggi ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$) Daerah Kerja

No.	Ruangan	TW I	TW II	TW III	TW IV
1.	HR-04	3,33	3,33	2,96	2,96
2.	HR-05 (MK)	2,01	3,33	3,70	5,18
3.	HR-22 (MK)	0,21	0,20	0,15	0,18
4.	HR-23 (MK)	0,26	0,22	0,20	0,20
5.	HR-24 (MK)	0,25	0,28	0,27	0,27
6.	Koridor	BG	0,18	BG	0,39

Hasil pemantauan laju paparan radiasi- γ tertinggi sebesar 5,18 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ yang diperoleh di daerah kerja IEBE masih jauh di bawah BKO (25 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$). Beberapa lokasi seperti HR-04 (gudang Uranium) dan HR-05 (Ruang Peletisasi) pada umumnya lebih tinggi paparan radiasinya dibandingkan dengan lokasi lain, karena di lokasi tersebut tersimpan atau terdapat sumber radiasi (Uranium). Di samping itu, tingginya tingkat paparan- γ HR-05 (di daerah meja kerja) disebabkan terdapatnya tumpukan pelet-pelet UO_2 yang sedang dalam proses pengerjaan. Adapun di ruangan lainnya, paparan radiasi di daerah

tersebut pada umumnya hampir mendekati radiasi *background* yang besarnya antara 0,100 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ sampai 0,150 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$.

Dari hasil verifikasi yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN pada saat inspeksi dan hasil evaluasi terhadap laporan operasi menunjukkan paparan radiasi daerah kerja tidak melebihi BKO. Berdasarkan temuan hasil inspeksi terhadap program proteksi radiasi, Inspektur keselamatan nuklir BAPETEN memerintahkan kepada manajemen IEBE untuk:

- menyampaikan revisi nama-nama personil PPR dan menunggu persetujuan amandemen LAK Bab IX Rev. 6 dari BAPETEN
- melakukan kalibrasi terhadap alat pencacah dan pompa (*air sampler*)

Berdasarkan data dan informasi di atas, dapat disimpulkan bahwa kondisi keselamatan pekerja radiasi maupun daerah kerja di IEBE dalam keadaan baik, artinya selama IEBE dioperasikan pada Tahun 2010 tidak ditemukan pekerja radiasi yang menerima dosis radiasi melebihi NBD, atau paparan radiasi daerah kerja yang melebihi BKO.

5.1.2.4 Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan

Pemantauan radiasi lingkungan IEBE dilakukan bersama untuk satu kawasan nuklir serpong. Hal ini sudah dilaporkan di BAB V.1 sehingga pada bagian ini tidak dilaporkan kembali. Sebagai bagian dari pengelolaan lingkungan, maka PTBN BATAN melakukan pengelolaan terhadap limbah radioaktif yang dihasilkannya.

Pada tahun 2010, limbah radioaktif cair yang dihasilkan sebesar 7,2 m^3 . Sedangkan untuk limbah padat sebesar 49,5 kg. Secara rinci pengelolaan limbah di IEBE meliputi :

1. Melakukan pemantauan dan pengumpulan limbah padat, dan pensirkulasian limbah cair yang ada di IEBE
2. Pengiriman limbah radioaktif cair aktivitas rendah ke PTLR sebanyak 2 kali @ 30 m^3 pada tanggal 3 Juni 2010 dan 11 November 2010

3. Pengiriman limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang berasal dari IEBE ke PTLR sebanyak 8 drum pada tanggal 3 Juni 2010 dan 22 item pada tanggal 22 November 2010

Limbah-limbah tersebut selanjutnya dikelola oleh PTLR dan sebagian limbah yang telah mencapai batas aman dapat dilepaskan ke lingkungan sesuai dengan ketentuan keselamatan yang berlaku, sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap masyarakat dan lingkungan hidup. Dari hasil verifikasi yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN pada saat inspeksi dan dari hasil evaluasi terhadap laporan operasi IEBE selama tahun 2010, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan limbah radioaktif dan limbah B3 di IEBE telah dilaksanakan dengan baik sesuai dengan peraturan keselamatan yang berlaku.

5.1.2.5 Program Jaminan Mutu

Dari hasil inspeksi keselamatan nuklir yang dilakukan BAPETEN terhadap pelaksanaan program jaminan mutu di IEBE, menunjukkan bahwa selama Tahun 2010 ada beberapa prosedur PTBN BATAN yang berlaku saat ini tidak sesuai dengan LAK. Berdasarkan hal tersebut, inspektur keselamatan nuklir BAPETEN memerintahkan kepada manajemen IEBE untuk segera memasukkan revisi atau perbaikan isi LAK, setelah menerima persetujuan amandemen LAK dari BAPETEN.

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBN) memiliki unit jaminan mutu yang melakukan audit jaminan mutu internal secara berkala, komprehensif dan sistematis, sehingga diharapkan IEBE dapat dioperasikan dengan mengikuti ketentuan jaminan mutu untuk menjamin keselamatan operasi instalasi nuklir non reaktor. Dengan adanya tim jaminan mutu PTBN, maka temuan hasil inspeksi BAPETEN terhadap program jaminan mutu di IEBE dapat segera ditindaklanjuti, sehingga temuan tersebut dapat ditutup. Berdasarkan hal tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa program jaminan mutu di IEBE telah dilaksanakan dengan baik sesuai dengan ketentuan jaminan mutu.

5.1.2.6 Program Kesiapsiagaan Nuklir

PTBN BATAN telah membuat dan melaksanakan program kesiapsiagaan nuklir meliputi penyempurnaan prosedur kedaruratan, melaksanakan 2 (dua) kali latihan kedaruratan yang diikuti oleh seluruh personil di IEBE, dan pengelolaan peralatan kedaruratan termasuk pengisian APAR di lingkungan IEBE.

Dari hasil inspeksi terhadap program kesiapsiagaan nuklir, inspektur BAPETEN memerintahkan kepada manajemen IEBE untuk menindaklanjuti temuan terhadap ketersediaan sistem proteksi kebakaran dan sistem komunikasi yang belum memadai.



Gambar. 5.5.
Latihan Kedaruratan Nuklir

Berdasarkan hal tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa, pelaksanaan program kesiapsiagaan nuklir di IEBE telah dilakukan dengan cukup baik, meskipun sistem kedaruratan nuklir masih perlu ditingkatkan.

5.1.3. Inspeksi Keamanan Nuklir

Pada tahun 2010, BAPETEN melakukan 1 (satu) kali inspeksi proteksi fisik terhadap PTBN yang membawahi IEBE dan instalasi Radiometalurgi (IRM) secara bersamaan. Hasil inspeksi BAPETEN menunjukkan bahwa

PTBN telah memiliki 7 (tujuh) buah prosedur, 7 (tujuh) buah instruksi kerja dan dua buah panduan yang terkait dengan proteksi fisik, yaitu:

No.	Nama Dokumen	No. Ref.
1.	Prosedur Kerja Unit Pengamanan Nuklir	PN 01 D01 001, Rev.1
2.	Intruksi Kerja Penerimaan Tamu	PN 01 E05 001, Rev.0
3.	Instruksi Kerja Operasi Kendali Access Intruksi Kerja Operasi Access control	PN 01 E01 002, Rev.0
4.	Sarana Penunjang Unit Pengamanan	PN 01 A01 001, Rev.0
5.	Prosedur Kerja Pemeliharaan Peralatan Pengamanan	PN 01 D01 002, Rev.1
6.	Instruksi Kerja Alat Komunikasi	PN 01 E02 001, Rev.0
7.	Instruksi Kerja Pengontrolan	PN 01 E01 001.Rev.1
8.	Instruksi Kerja Menerima Ancaman Bom	PN 01 E05 002, Rev.1
9.	Prosedur Pengamanan Instalasi Nuklir di PTBN	PN 01 D01 001, Rev.1
10.	Prosedur Pengendalian Dokumen Internal	JM 10 D01 002, Rev.2
11.	Prosedur pemadam kebakaran pada fasilitas nuklir PTBN	PN 11 D13 001, Rev. 1
12.	Prosedur kerja Pengambilan gambar visual	PN 01 D01 003, Rev. 0
13.	Instruksi Kerja Pengawasan Pengangkutan Bahan Nuklir.	PN 01 E05 003, Rev.3
14.	Prosedur Access Control	PN 11 D13 002, Rev.1

Dokumen – dokumen tersebut antara lain mengatur tentang pemberian akses, pemeriksaan personil dan bawanya, pengoperasian dan perawatan peralatan sistem proteksi fisik serta sistem pengamanan berlapis. Struktur organisasi sistem proteksi fisik yang ada

di PTBN sudah sesuai dengan Peraturan Kepala BAPETEN no. 1 tahun 2009.



Gambar 5.6. Inspeksi Proteksi Fisik

Dalam rangka memenuhi persyaratan kualifikasi penjaga dan penilai keamanan sebagaimana diamanatkan dalam peraturan Kepala BAPETEN No. 1 tahun 2009 dan prosedur pengamanan, PTBN telah melaksanakan berbagai pelatihan bagi personil UPN. Pelatihan yang dilakukan antara lain dasar

pengamanan dan proteksi radiasi, pelatihan kontijensi dan pelatihan mengenai dasar – dasar intelijen.

Sistem proteksi fisik di PTBN dilengkapi dengan peralatan deteksi, peralatan komunikasi, peralatan respon dan kendaraan penjaga serta sistem *surveillance*. Pada tanggal 26 Juli 2010, PTBN telah melaksanakan pelatihan/diseminasi tentang sistem proteksi fisik kepada pegawai baru.

Semua temuan inspeksi tahun 2009 telah selesai ditindaklanjuti. Pada tahun 2010, Inspektur BAPETEN memerintahkan kepada manajemen PTBN untuk:

- membuat rencana sistem proteksi fisik
- melengkapi prosedur evaluasi berkala dan intruksi kerja lainnya yang terkait sistem proteksi fisik.
- melakukan evaluasi terhadap semua prosedur dan instruksi kerja yang terkait sistem proteksi fisik.
- membuat dokumen rencana kontijensi.
- membuat log book perawatan untuk setiap peralatan proteksi fisik.
- melakukan evaluasi penempatan sistem identifikasi personil.

Berdasarkan hal tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa sistem proteksi fisik di lingkungan PTBN telah diterapkan dengan baik, namun perlu melengkapi persyaratan lainnya sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

5.1.4. Inspeksi Seifgard

Inspeksi seifgard bahan nuklir telah dilakukan di IEBE yang secara internasional disebut sebagai *Material Balance Area* (MBA) RI-E sebanyak dua kali termasuk Inspeksi Protokol Tambahan Seifgard yang juga dilakukan satu kali, satu diantaranya dilakukan bersama-sama dengan inspektur IAEA yaitu inspeksi *Physical Inventory Verification* (PIV). Selain melakukan inspeksi PIV, Inspektur IAEA juga melakukan *Design Information Verification* (DIV).



Gambar 5.7. Inspeksi bahan nuklir dan protokol tambahan di IEBE

Selama tahun 2010, laporan bahan nuklir yang disampaikan MBA RI-E ke IAEA setelah dievaluasi BAPETEN sebanyak 11 (sebelas) buah laporan, terdiri dari 8 (delapan) buah laporan perubahan inventori bahan nuklir (*Inventory Change Report/ICR*), dua buah laporan daftar inventori fisik bahan nuklir (*Physical Inventory Listing/PIL*) dan satu buah laporan neraca bahan nuklir (*Material Balance Report/MBR*).

Hasil inspeksi seifgard bahan nuklir menyimpulkan bahwa pelaksanaan sistem seifgard bahan nuklir di IEBE telah sesuai dengan ketentuan nasional dan internasional yang berlaku, semua bahan nuklir telah dilaporkan dan tidak ada penyimpangan tujuan penggunaan bahan

nuklir dari maksud damai, ke arah tujuan pembuatan senjata nuklir atau alat ledak nuklir lainnya. Kesimpulan ini juga didukung oleh IAEA dalam surat no.MA-INS-33.1 RIE-/2010/001 tertanggal 19 September 2010 tentang *summary statement of conclusions for MBA RI-E* yang menyebutkan bahwa :

- a. *The records and the reports satisfied the Agency requirements*
- b. *The physical inventory declared by the operator was verified and the result satisfied the Agency requirements*

Berdasarkan temuan hasil inspeksi, maka inspektur seifgards BAPETEN memerintahkan kepada manajemen IEBE, untuk menindaklanjuti temuan inspeksi seifgards berupa:

- a. melakukan penimbangan ulang semua item bahan nuklir kategori natural
- b. meningkatkan ketelitian dalam pembukuan bahan nuklir.
- c. melakukan revisi dokumen DIQ sesegera mungkin dengan mengacu PERKA BAPETEN No. 2 tahun 2009 tentang Penyusunan Daftar Informasi Desain

Pada tahun 2010, PTBN menyampaikan deklarasi protokol tambahan mengenai:

- a. empat buah kegiatan penelitian dan pengembangan terkait daur bahan bakar nuklir yang tidak menggunakan bahan nuklir.
- b. ukuran dan pemanfaatan semua gedung yang berada dalam tapak reaktor Kartini dan menjadi tanggung jawab PTBN.

Hasil pelaksanaan Protokol Tambahan di fasilitas nuklir dan non-nuklir juga berjalan baik, dan pemutakhiran deklarasi dalam setiap periode pelaporan berjalan sesuai jadwal dan dapat diterima oleh IAEA.

5.2. Instalasi Produksi Elemen Bakar Reaktor Riset (IPEBRR)

IPEBRR merupakan instalasi nuklir non reaktor yang berlokasi di kawasan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK) Serpong - Tangerang - Propinsi Banten. IPEBRR dioperasikan oleh PT BATAN Teknologi, yang merupakan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) di Bawah koordinasi Kementerian BUMN.



Gambar 5.8. Gedung IPEBRR



Gambar 5.9. Elemen bakar nuklir dan elemen kendali

IPEBRR bertugas memproduksi Elemen Bakar Nuklir Tipe *Material Testing Reactor* (MTR) untuk reaktor nuklir non-daya, dalam hal ini RSG-GAS. IPEBRR didesain mampu memproduksi Elemen Bakar (EB) dan Elemen Kendali (EK) dengan kapasitas sebesar 70 (tujuh puluh) EB dan/atau EK per tahun, dengan kerja satu *shift* (gilir) 8 (delapan) jam sehari.

Secara garis besar, proses produksi Elemen Bakar Nuklir Reaktor Riset terdiri dari: Proses Kimia, Proses Fabrikasi dan Olah Ulang Gagal Produk. Dalam perkembangannya, jalur proses produksi bahan bakar UAl_x-Al dialihkan penggunaannya untuk memproduksi bahan bakar U_3Si_2-Al tanpa melakukan perubahan desainnya.

5.2.1. Perizinan IPEBRR

5.2.1.1. Ijin operasi dan Evaluasi LAK IPEBRR

Dalam rangka memastikan kondisi keselamatan, keamanan dan seifgard dalam pengoperasian IPEBRR, BAPETEN melakukan evaluasi Laporan Analisis Keselamatan (LAK) sebagai salah satu persyaratan perizinan operasi IPEBRR. BAPETEN telah menerbitkan izin operasi IPEBRR No. 308/IO/DPI/9-XII/2005 yang berlaku sampai dengan 8 Desember 2010. Selama tahun 2009, PT. Batan Teknologi telah memproduksi 6 EB dan 4 EK.

Pada tahun 2010, manajemen IPEBRR masih melakukan perbaikan terhadap LAK IPEBRR sesuai dengan rekomendasi BAPETEN. LAK tersebut disampaikan ke BAPETEN sebagai tindak lanjut rekomendasi BAPETEN, dan juga sebagai persyaratan permohonan perpanjangan izin operasi IPEBRR. Setelah LAK tersebut dinyatakan lengkap, BAPETEN melakukan penilaian teknis. Berdasarkan hasil penilaian teknis, BAPETEN memerintahkan agar PT.Batan Teknologi melakukan perbaikan terhadap LAK IPEBRR sesuai dengan Peraturan Kepala BAPETEN No. 10 Tahun 2006 tentang Pedoman Penyusunan LAK INNR, terkait dengan hal-hal berikut:

- Tujuan Keselamatan Nuklir dan Persyaratan Desain Teknis
- Karakteristik Tapak
- Gedung dan Struktur
- Sistem Operasi dan Proses
- Sistem Bantu dan Sarana Dukung
- Program Eksperimen
- Proteksi Radiasi dan Proteksi Bahan Berbahaya dan Beracun
- Pengkajian Lingkungan
- Pencegahan Kekritisian
- Pelaksanaan Operasi
- Analisis Keselamatan Nuklir
- Batasan dan Kondisi Operasi
- Jaminan Mutu

- Pengelolaan Limbah Radioaktif dan Bahan Berbahaya dan Beracun
- Dekomisioning
- Kesiapsiagaan Nuklir

5.2.1.2. Perizinan Pemanfaatan Bahan Nuklir

Disamping izin operasi IPEBRR, IPEBRR juga telah memiliki beberapa izin untuk pemanfaatan bahan nuklir, yaitu untuk produksi elemen bakar reaktor riset, penyimpanan, impor dan penelitian.

Selama tahun 2010, BAPETEN telah mengevaluasi dokumen persyaratan perizinan dan kemudian menerbitkan 2 buah perpanjangan Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir, 1 buah Izin Impor Bahan Nuklir. Dalam rangka pelaksanaan impor bahan nuklir, BAPETEN telah menerbitkan satu Persetujuan Impor untuk mengeluarkan bahan nuklir dari pabean dan satu Persetujuan Pelaksanaan Pengangkutan Bahan Nuklir. Sampai dengan akhir tahun 2010, IPEBRR secara keseluruhan telah memiliki 6 buah Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir, meliputi: satu izin pemanfaatan uranium diperkaya untuk produksi elemen bakar;

- satu izin pemanfaatan uranium diperkaya untuk penelitian dan pengembangan;
- satu izin pemanfaatan uranium alam untuk penelitian dan pengembangan;
- satu izin pemanfaatan uranium deplesi untuk penelitian dan pengembangan;
- satu izin penyimpanan bahan nuklir; dan
- satu izin impor bahan nuklir.

5.1.1.1. Izin Bekerja

Dalam rangka menjamin keselamatan, keamanan dan seifgard dalam mengoperasikan IPEBRR, diperlukan petugas yang kompeten dan terqualifikasi, serta wajib memiliki izin bekerja (SIB) dari BAPETEN.

Untuk mendapatkan SIB, petugas tersebut harus mengikuti ujian yang diselenggarakan oleh BAPETEN.

Pada tahun 2010, BAPETEN telah melakukan pengujian dan menerbitkan SIB bagi 9 (Sembilan) pengurus inventori bahan nuklir IPEBRR, dan satu pengawas inventori bahan nuklir IPEBRR dengan masa laku SIB 4 tahun. Sampai dengan akhir tahun 2010, jumlah pekerja yang memiliki SIB sebanyak 10 (sepuluh) pengurus inventori bahan nuklir IPEBRR, dan satu pengawas inventori bahan nuklir IPEBRR.

5.2.2. Inspeksi Keselamatan Nuklir IPEBRR

Untuk memastikan kondisi keselamatan pengoperasian IPEBRR, pada tahun 2010 inspektur BAPETEN telah melakukan tiga kali inspeksi keselamatan nuklir, dengan ruang lingkup: Keselamatan Operasi, Program Proteksi Radiasi, Program Perawatan, Program Jaminan Mutu, Program Kesiapsiagaan Nuklir, serta Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan.

5.2.2.1 Keselamatan Operasi

Operasi IPEBRR dilakukan tiga *shift* (masing-masing selama 8 jam) oleh pekerja tetap dari PT. BATAN Teknologi dan pekerja tidak tetap dari Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBN) – BATAN.

Hasil inspeksi yang dilakukan oleh inspektur keselamatan nuklir BAPETEN selama tahun 2010, menunjukkan tidak dijumpai adanya kondisi anomali maupun pelanggaran terhadap Batasan Kondisi Operasi (BKO), artinya IPEBRR dapat dioperasikan dengan selamat dan aman sesuai BKO. Untuk meningkatkan keselamatan operasi IPEBRR, inspektur BAPETEN memerintahkan kepada manajemen IPEBRR untuk:

- berkoordinasi dengan Pusdiklat BATAN dalam rangka pelatihan dan pengajuan permohonan SIB bagi petugas INRR kepada BAPETEN.
- menyesuaikan parameter operasi yang terdapat pada Petunjuk Pelaksanaan dan Lembar Kendali dengan yang terdapat pada

dokumen NUKEM sebagai referensi, sebelum PT. BANTEK melakukan proses produksi Kaleng ke-4 Lot 71.

- memperbaiki alat timbangan 5PX102



Gambar 5.10. Pembuatan pelat elemen bakar

5.2.2.2 Program Perawatan

Berdasarkan hasil inspeksi yang dilakukan oleh inspektur keselamatan nuklir BAPETEN selama tahun 2010, menunjukkan bahwa program perawatan struktur, sistem dan komponen IPEBRR tidak dilakukan sesuai jadwal yang telah ditetapkan.

Berdasarkan hal tersebut, Inspektur BAPETEN memerintahkan kepada PT BATAN Teknologi untuk:

- melengkapi prosedur perawatan, pengujian, survailan dan inspeksi.
- membuat Lembar Pengecekan untuk sistem detektor kebakaran.
- menyediakan sistem charger accu otomatis.
- memperbaiki rembesan air diatap dan genangan air di lantai pada titik lokasi pengukuran paparan dan kontaminasi ruangan Produksi Inti Elemen Bakar (R. 026) dan ruang Reduksi Calsiothermic (R. 047)
- melakukan kalibrasi eksternal oleh lembaga terakreditasi pada semua alat timbangan.

Mengingat tidak disampaiakannya Laporan Operasi IPEBRR selama Tahun 2010 yang antara lain memuat pelaksanaan kegiatan program perawatan, serta umur instalasi yang sudah mencapai lebih dari 20

tahun, maka BAPETEN merekomendasikan PT BATAN Teknologi untuk meningkatkan manajemen perawatan.

5.2.2.3 Program Proteksi Radiasi

Berdasarkan laporan operasi dan hasil inspeksi BAPETEN selama tahun 2010 terhadap pelaksanaan program proteksi radiasi, menunjukkan bahwa dosis radiasi eksternal pada pekerja radiasi maksimum sebesar 0,16 mSv. Kondisi tersebut masih jauh dari NBD paparan radiasi pekerja yang ditentukan.

Dalam setiap kegiatan, khususnya pada saat IPEBRR dioperasikan, petugas proteksi radiasi (PPR) telah melakukan pengukuran paparan radiasi daerah kerja, khususnya pada titik – titik lokasi tertentu dan ruangan–ruangan yang berpotensi mempunyai tingkat radiasi tinggi. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin agar para pekerja radiasi yang bekerja di daerah tersebut tidak menerima dosis radiasi melebihi NBD. Batasan laju paparan radiasi untuk daerah kerja tersebut besarnya antara 2,25 – 3 mR/jam, seperti yang ditetapkan dalam BKO IPEBRR. Hasil pengukuran laju paparan radiasi selama IPEBRR dioperasikan tahun 2010 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.2. Laju Paparan Radiasi Ruangan di IPEBRR

No.	No. Ruangan	Paparan Radiasi Tertinggi (mR/j)			
		TW I	TW II	TW III	TW IV
1.	R-026	0,0256	0,0257	0,0294	
2.	R-027	0,0226	0,0235	0,0295	
3.	R-028	0,0208	0,0215	0,0220	
4.	R-031	0,0293	0,2040	0,0218	
5.	R-032	0,0175	0,0186	0,0176	
6.	R-037	0,0307	0,0298	0,0320	
7.	R-038A	0,0205	0,0197	0,0220	
8.	R-038B	0,0217	0,0207	0,0219	
9.	R-041	0,0799	0,0708	0,0219	
10.	R-042	0,0315	0,0326	0,0740	
11.	R-043	0,0236	0,0238	0,0336	
12.	R-044	0,0236	0,0237	0,0246	
13.	R-045	0,0308	0,0314	0,0351	
14.	R-047	0,0248	0,0248	0,0456	
15.	R-048	0,0248	0,0234	0,0235	
16.	R-049	0,0202	0,0196	0,0197	

Dari hasil verifikasi yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN pada saat inspeksi, menunjukkan paparan radiasi daerah kerja tidak melebihi nilai batas dimaksud. Namun demikian, inspektur BAPETEN merekomendasikan kepada IPEBRR untuk:

- menerapkan keselamatan radiasi dengan mewajibkan para pekerja radiasi dalam menggunakan alat proteksi radiasi personal.
- memperbaiki alat ukur kontaminasi yang berada di ruang ganti pekerja.

Berdasarkan data dan informasi di atas dapat disimpulkan bahwa kondisi keselamatan pekerja radiasi maupun daerah kerja di IPEBRR dalam keadaan baik; artinya selama IPEBRR dioperasikan tahun 2010 tidak ditemukan pekerja radiasi yang menerima dosis radiasi melebihi NBD, atau paparan radiasi daerah kerja yang melebihi BKO.

5.2.2.4 Program Jaminan Mutu

Dari hasil inspeksi yang dilakukan BAPETEN terhadap pelaksanaan program jaminan mutu IPEBRR menunjukkan bahwa selama tahun 2010 PT BATAN Teknologi belum sepenuhnya melaksanakan program jaminan mutu yang telah ditetapkan.

Berdasarkan hal tersebut BAPETEN merekomendasikan agar PT BATAN Teknologi untuk:

- menetapkan pernyataan kebijakan kualitas dan sasaran kualitas tahun 2010.
- menerapkan Prosedur Tetap Pengendalian Dokumen.
- menetapkan dokumen Program Proteksi Radiasi IPEBRR sesuai dengan prosedur pengendalian dokumen.
- menetapkan juklak pengukuran densitas serbuk uranium.
- melaksanakan pencatatan penggunaan alat.
- mencatat parameter operasi pada kolom keterangan log pemakaian.

IPEBRR sendiri memiliki tim jaminan mutu yang melakukan audit jaminan mutu internal secara berkala, komprehensif dan sistematis, sehingga IPEBRR dapat dioperasikan dengan mengikuti ketentuan jaminan mutu untuk menjamin keselamatan pengoperasian IPEBRR. Dengan adanya tim jaminan mutu IPEBRR, maka diharapkan temuan

hasil inspeksi terhadap program jaminan mutu dari BAPETEN dapat segera ditindaklanjuti sehingga temuan tersebut dapat ditutup.

Berdasarkan hal di atas dapat disimpulkan bahwa program jaminan mutu di IPEBRR belum dilaksanakan dengan baik dan masih memerlukan berbagai upaya peningkatan.

5.2.2.5 Program Kesiapsiagaan Nuklir

IPEBRR telah membuat program kesiapsiagaan nuklir, yang memuat antara lain pembuatan prosedur kedaruratan, pelaksanaan latihan kedaruratan, dan penyediaan serta perawatan peralatan kedaruratan.

Dari hasil inspeksi keselamatan nuklir yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN pada tahun 2010, terdapat temuan yang menunjukkan bahwa telepon di semua ruang tidak berfungsi.

Berdasarkan hal tersebut Inspektur BAPETEN merekomendasikan kepada PT BATAN Teknologi untuk melakukan latihan kedaruratan dan memperbaiki peralatan kedaruratan nuklir yang tidak berfungsi.

5.2.3. Inspeksi Keamanan Nuklir

Pada tahun 2010 ini Inspeksi Proteksi Fisik IPEBRR Serpong dilakukan sebanyak satu kali. PT BATAN Teknologi dalam melaksanakan sistem proteksi fisik bekerjasama dengan Pusat Kemitraan Teknologi Nuklir (PKTN) yang tertuang dalam dokumen kerjasama no. 031/HK 02. 02/IV/2009. Di dalam dokumen tersebut tertulis bahwa PKTN sebagai penanggung jawab pengamanan di kawasan nuklir Serpong, akan bertanggungjawab terhadap pelaksanaan sistem proteksi fisik di IPEBRR baik peralatan maupun personil.

PT. BATEK telah memiliki prosedur dan instruksi kerja yang terkait dengan sistem proteksi fisik, yaitu:

- a. Prosedur Sistem Proteksi Fisik sudah dibuat dengan No. Dokumen : BT-08 namun Pedoman Kualitas (BT-1) Rev. 1 tanggal 3 April 2009

- b. Dokumen Ancaman Dasar Desain (ADD) lokal ditetapkan tanggal 30 Nopember 2009.
- c. Dokumen koordinasi dengan instansi terkait berupa Notulen rapat tanggal 23 Maret 2009 untuk seluruh UPN Serpong
- d. Rencana proteksi fisik No. Dokumen : BT141-D01-002 Tanggal pengesahan : 8 Juli 2010
- e. Rencana kontinjensi sudah ada dalam dokumen Rencana Proteksi Fisik dengan nomor dokumen BT141-D01-002, Tanggal 8 Juli 2010.
- f. prosedur penanggulangan keadaan darurat yang memuat kriteria memulai dan mengakhiri kedaruratan, prosedur tindak lanjut kedaruratan, dan identifikasi sumber kejadian darurat, dengan no dokumen : BT141-A03-033

Dari 12 (dua belas) buah temuan hasil inspeksi tahun 2009, 5 (lima) buah temuan sudah ditindaklanjuti. Inspektur BAPETEN merekomendasikan kepada manajemen IPEBRR untuk menindaklanjuti temuan hasil inspeksi 2010 yang terkait sistem keamanan dan proteksi fisik di IPEBRR diantaranya adalah:

1. dokumen yang terkait sistem proteksi fisik belum lengkap antara lain program jaminan mutu, rencana kontinjensi termasuk prosedur dan instruksi kerja yang mengacu pada Peraturan Kepala BAPETEN No. 1 tahun 2009. Contoh : prosedur proteksi fisik selama penggunaan, penyimpanan dan pengangkutan bahan nuklir, prosedur akses, pengamanan, perawatan peralatan, pengendalian kunci, perlindungan informasi yang bersifat rahasia, penanganan sabotase dan lain-lain.
2. program pelatihan/diseminasi tentang proteksi fisik untuk semua karyawan dan pelatihan/gladi kedaruratan / kontinjensi setiap tahun sekali belum ada.
3. peralatan sistem proteksi fisik belum difungsikan secara optimal.

Berdasarkan hal di atas, BAPETEN merekomendasikan agar PT BATAN Teknologi segera menindaklanjuti temuan dimaksud untuk menjamin keamanan instalasi IPEBRR.

5.2.4. Inspeksi Seifgard

BAPETEN telah melakukan Inspeksi Seifgard bahan nuklir di IPEBRR yang secara internasional disebut sebagai *Material Balance Area (MBA)* RI-D sebanyak 3 (tiga) kali, termasuk Inspeksi Protokol Tambahan Seifgard dilakukan satu kali. Satu diantaranya dilakukan bersama-sama dengan inspektur IAEA yaitu inspeksi *Physical Inventory Verification (PIV)*. Selain melakukan inspeksi PIV, Inspektur IAEA juga melakukan *Design Information Verification (DIV)*.



Gambar 5.11. Rak Penyimpanan Elemen Bakar

Selama tahun 2010, laporan bahan nuklir yang disampaikan Manajemen IPEBRR ke IAEA setelah dievaluasi BAPETEN sebanyak 8 (delapan) buah laporan, yang terdiri dari 7 (tujuh) buah laporan perubahan inventori bahan nuklir (*Inventory Change Report/ICR*), dua buah laporan daftar inventori fisik bahan nuklir (*Physical Inventory Listing/PIL*), dan satu buah laporan neraca bahan nuklir (*Material Balance Report/MBR*). Hasil inspeksi *Safeguards* Bahan Nuklir menyimpulkan bahwa pelaksanaan sistem safeguards bahan nuklir di IPEBRR telah sesuai dengan ketentuan nasional dan internasional yang

berlaku, dan tidak ada penyimpangan tujuan penggunaan bahan nuklir dari maksud damai, ke arah tujuan pembuatan senjata nuklir atau alat ledak nuklir lainnya. Kesimpulan ini juga didukung oleh IAEA dalam surat no.MA-INS-33.1 RID-/2010/001 tertanggal 14 Oktober 2010 tentang *summary statement of conclusions for MBA RI-D* yang menyebutkan bahwa :

- a. *The records and the reports satisfied the Agency requirements*
- b. *The physical inventory declared by the operator was verified and the result satisfied the Agency requirements*

Namun ada beberapa temuan inspeksi seifgards yang harus ditindaklanjuti, yaitu:

- a. Prosedur PIT belum ada.
- b. Meningkatkan ketelitian dalam pembukuan bahan nuklir
- c. melakukan analisa kandungan baik kualitatif maupun kuantitatif terhadap beberapa bahan yang teridentifikasi mengandung bahan nuklir.
- d. Agar segera merevisi DIQ sesuai dengan karakteristik fasilitas

Pada tahun 2010, PT. BATEK menyampaikan deklarasi protokol tambahan mengenai:

- a. dua buah kegiatan penelitian dan pengembangan terkait daur bahan bakar nuklir yang tidak menggunakan bahan nuklir.
- b. ukuran dan pemanfaatan semua gedung yang berada dalam tapak reaktor Kartini dan menjadi tanggung jawab PT. BATEK.



Gambar 5.12. Pelaksanaan verifikasi ukuran gedung dalam rangka Inspeksi Protokol Tambahan.

Hasil pelaksanaan Protokol Tambahan di fasilitas nuklir dan non-nuklir juga berjalan baik dan pemutakhiran deklarasi dalam setiap periode pelaporan berjalan sesuai jadwal dan dapat diterima oleh IAEA.

5.3. Instalasi Radiometalurgi (IRM)

IRM merupakan instalasi nuklir non reaktor yang berlokasi di kawasan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK) Serpong - Tangerang - propinsi BANTEN.



Gambar 5.13. Gedung IPEBRR

IRM yang dikelola oleh Bidang Pengembangan Radiometalurgi

(BPR)–PTBN mempunyai tugas melaksanakan pengembangan radiometalurgi, analisis fisikokimia dan teknik uji pasca iradiasi. Pengujian dan pengembangan dilakukan terhadap elemen bakar nuklir (*bundle*), pin, pelat dan teras serta bahan struktur dari reaktor jenis Reaktor Uji Material (MTR), Reaktor Daya Air Berat Bertekanan (PHWR) dan Reaktor Daya Air Ringan (LWR) tipe Biblis-A (jenis PWR) yang menghasilkan data untuk catu balik bagi pabrik elemen bakar, pemeriksaan unjuk kerja bahan bakar dan struktur serta pemodelan bahan bakar nuklir. IRM juga memungkinkan untuk uji pasca Iradiasi bahan lainnya yang memanfaatkan fasilitas bilik panas (*hot cell*).

5.3.1. Perizinan IRM

5.3.1.1. Izin Operasi dan Evaluasi LAK IRM



Gambar 5.14. Hot cell IRM

Dalam rangka memastikan kondisi keselamatan, keamanan dan seifgard dalam pengoperasian IRM, BAPETEN melakukan evaluasi Laporan Analisis Keselamatan (LAK) sebagai salah satu persyaratan perizinan operasi IRM, BAPETEN telah menerbit-

kan Izin Operasi No. 367/IO/DPI/29-XI/2006 kemudian direvisi menjadi Izin Operasi No. 367/IO/DPI/29-XI/2006 Rev. 1 berlaku sampai dengan 28 November 2011.

Sebagai salah satu persyaratan permohonan perpanjangan izin operasi IRM No. 367/IO/DPI/29-XI/2006 Rev. 1 yang akan habis masa berlakunya pada tanggal 28 November 2011, PTBN menyampaikan dokumen LAK IRM No. Dok. KK32 J09 001 Revisi 0. Setelah dokumen LAK tersebut dinyatakan lengkap, BAPETEN melakukan penilaian teknis. Berdasarkan hasil penilaian teknis yang dilakukan, BAPETEN menyatakan bahwa uraian mengenai Komisioning dan Jaminan Mutu telah memenuhi syarat sebagaimana dinyatakan dalam Laporan Hasil Evaluasi (LHE) BAPETEN. Melalui LHE tersebut BAPETEN juga menyampaikan sejumlah rekomendasi untuk perbaikan LAK yang harus ditindaklanjuti oleh PTBN sesuai dengan Peraturan Kepala BAPETEN No. 10 Tahun 2006 tentang Pedoman Penyusunan LAK INNR.

BAPETEN memerintahkan kepada manajemen IRM untuk memperhatikan beberapa hal, antara lain :

- a. Karakteristik Tapak
menyampaikan data meteorologi dan demografi terkini, serta potensi pengaruh merugikan dari Instalasi Industri, Pengangkutan, dan Instalasi Militer terdekat.
- b. Gedung dan Struktur
meninjau kembali nilai desain percepatan gempa untuk gedung dan struktur IRM
- c. Sistem Bantu dan Sarana Dukung
Menyesuaikan uraian dengan kondisi sebenarnya dalam hal pengoperasian genset.
- d. Proteksi Radiasi dan Proteksi Bahan Berbahaya dan Beracun
Menambahkan ringkasan batas emisi operasional dan tingkat pembatas dosis berdasarkan NBD.
- e. Pencegahan Kekritisan
Meninjau kembali penerapan prinsip kontingensi ganda.
- f. Pelaksanaan Operasi

Menunjuk petugas keselamatan kekritisan; menguraikan metode penilaian terhadap aspek keselamatan nuklir operasi instalasi, komposisi dan kualifikasi kelompok penilai, pengaturan pertemuan kelompok, dan hal-hal yang harus dinilai oleh kelompok.

- g. Batasan dan Kondisi Operasi
Memperbaiki Batasan dan Kondisi Operasi sesuai dengan kondisi terkini dan dokumen yang telah disetujui sebelumnya.
- h. Pengelolaan Limbah Radioaktif dan Bahan Berbahaya dan Beracun
Menguraikan secara ringkas pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun yang terdapat di IRM.
- i. Kesiapsiagaan Nuklir
Menyesuaikan uraian dengan Peraturan Kepala BAPETEN No. 1 Tahun 2010 tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir.

5.3.1.2. Perizinan Pemanfaatan Bahan Nuklir

Disamping izin operasi IRM, IRM juga telah memiliki 5 (lima) jenis izin pemanfaatan bahan nuklir untuk penelitian dan impor. Selama tahun 2010, BAPETEN telah mengevaluasi dokumen persyaratan perizinan dan kemudian menerbitkan 4 (empat) buah perpanjangan Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir, satu buah Izin Impor Bahan Nuklir, satu buah Persetujuan Impor Bahan Nuklir dan dua buah Persetujuan Pelaksanaan Pengangkutan Bahan Nuklir, sehingga sampai dengan akhir tahun 2010.

IRM secara keseluruhan telah memiliki 5 (lima) buah Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir yang meliputi :

- satu izin impor bahan bakar nuklir;
- satu izin pemanfaatan uranium diperkaya untuk penelitian dan pengembangan;
- satu izin pemanfaatan uranium alam untuk penelitian dan pengembangan;
- satu izin pemanfaatan uranium deplesi untuk penelitian dan pengembangan; dan

- satu izin pemanfaatan thorium untuk penelitian dan pengembangan;

5.3.1.3. Izin Bekerja

Untuk menjamin keselamatan, keamanan dan seifgard dalam mengoperasikan IRM, diperlukan petugas yang kompeten dan terqualifikasi serta wajib memiliki izin bekerja. Untuk mendapatkan izin tersebut, petugas terlebih dahulu menjalani pengujian dari BAPETEN. Pada tahun 2010 ini BAPETEN telah menerbitkan surat izin bekerja (SIB) bagi 5 pengurus inventori bahan nuklir IRM dan dua pengawas inventori bahan nuklir IRM yang berlaku sampai dengan tahun 2013.

5.3.2. Inspeksi Keselamatan Nuklir IRM

Untuk memastikan kondisi keselamatan pengoperasian IRM, pada tahun 2010, inspektur BAPETEN telah melakukan tiga kali inspeksi keselamatan nuklir, dengan ruang lingkup: Keselamatan Operasi, Program Proteksi Radiasi, Program Perawatan, Program Jaminan Mutu, Program Kesiapsiagaan Nuklir, serta Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan.

5.3.2.1. Keselamatan Operasi

Pada tahun 2010 ini, IRM dioperasikan untuk mendukung kegiatan penelitian uji pasca irradiasi dan pengembangan metode pengujian bahan bakar nuklir, tanpa adanya gangguan operasi.

Untuk meningkatkan keselamatan operasi nuklir BAPETEN memerintahkan kepada manajemen IRM untuk:

1. memindahkan potongan target dan plat dalam hot cell ZG 102 ke KH-IPSB3 .
2. memperbaiki manipulator di *hot cell* ZG 10



Gambar 5.15. Pengoperasian IRM

5.3.2.2. Program Perawatan

Selama tahun 2010, IRM telah melakukan perawatan terhadap peralatan sistem operasi pengujian dan sistem sarana dukung. Perawatan dilakukan terhadap sistem dan komponen yang penting untuk keselamatan maupun yang tidak penting untuk keselamatan. IRM telah melakukan sebanyak 30 (tiga puluh) perbaikan dan perawatan rutin sesuai jadwal yang ditentukan.

Berdasarkan hasil inspeksi, Inspektur BAPETEN memerintahkan kepada manajemen IRM untuk:

- a. memperbaiki mikroskop optik pada sistem koneksi antara kontrol dan sistem mekanik pada hotcell 107
- b. membuat rencana tindak yang terstruktur untuk perbaikan peralatan yang terkait keselamatan seperti *hotcell*
- c. menertibkan pengisian *log book*.
- d. membuat instruksi kerja untuk *crane* yang ada di Bidang Pengembangan Radiometalurgi

Dengan pertimbangan banyaknya perbaikan peralatan dan kondisi keselamatan sistem dan komponen IRM yang telah berumur 20 tahun, maka manajemen perawatan perlu ditingkatkan.

5.3.2.3. Program Proteksi Radiasi

Berdasarkan laporan operasi dan hasil inspeksi keselamatan radiasi pekerja, menunjukkan bahwa dosis radiasi maksimum pekerja radiasi sebesar 0,12 mSv. Kondisi tersebut masih jauh dari NBD paparan radiasi pekerja yang ditentukan. Pemantauan paparan radiasi dilakukan di daerah kerja yang berpotensi terhadap bahaya radiasi, yaitu daerah kerja yang terdapat sumber radiasi (zat radioaktif dan bahan nuklir).

Pemantauan di IRM dilakukan di R-140 (*Operating Area/OPA*), R-143 (*Service Area/SEA*), ruangan kimia (R-134; R-135 dan R-136). Sebagai *background* (BG) dilakukan terutama terhadap tingkat paparan di *glovebox* (GB), *fume hood* (FH), dan meja kerja (MK) di ruangan tersebut.

Hasil pemantauan radiasi tertinggi setiap bulan selama periode Januari s.d Desember 2010 ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 5.3. Laju Paparan Radiasi γ tertinggi ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)
Ruangan di IRM

No.	Ruangan	TW I	TW II	TW III	TW IV
1.	R-134	0,096	0,125	0,124	0,124
2.	R-135 (MK)	25,50	36,1	22,10	18,30
3.	R-136	0,140	0,136	0,128	0,136
4.	R-140	0,150	0,128	0,14	0,136
		GB: 0,330	GB: 0,325	GB: 0,315	GB: 0,315
5.	R-143	0,175	0,147	0,146	0,146
6.	Koridor	BG	0,146	BG	0,136

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa laju paparan di daerah kerja seluruh ruangan masih jauh dari batasan 25 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Adapun peningkatan paparan radiasi di R-135, khususnya di meja kerja MK yang berada di samping FM diakibatkan oleh penempatan bahan radioaktif produk fisi (berasal dari *hot cell*), yang digunakan untuk analisis *burn-up* dalam FH. Dengan memasang perisai Pb di dalam FH bagian depan, maka paparan radiasi dapat direduksi, akan tetapi dari arah MK tidak dipasang perisai Pb sehingga paparannya cukup tinggi (pada tabel mencapai > 25 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$).

Untuk keselamatan radiasi personil, telah dipasang tanda bahaya radiasi dekat MK dan tulisan tingkat paparan radiasi sehingga personil mengetahui bahaya dan tidak berlama-lama di MK tersebut. Sedangkan di ruangan lainnya hampir mendekati radiasi background (BG) sekitar antara 0,10 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ sampai 0,15 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$.

Dari hasil verifikasi yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN pada saat inspeksi, menunjukkan paparan radiasi daerah kerja tidak melebihi data

laporan operasi, dan alat ukur radiasi sebagian besar telah dikalibrasi. Inspektur BAPETEN memerintahkan kepada manajemen IRM untuk meningkatkan pelaksanaan pemantauan paparan radiasi di daerah kerja secara berkala.

5.3.2.4. Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan

Pemantauan radiasi lingkungan IRM dilakukan bersama untuk satu kawasan nuklir serpong. Hal ini sudah dilaporkan di RSG-GAS sehingga pada bagian ini tidak dilaporkan kembali. Pada tahun 2010, limbah radioaktif cair aktivitas rendah sejumlah 22,50 m³ dan limbah radioaktif cair aktivitas sedang sejumlah 3,75 m³, sedangkan untuk limbah padat sebesar 40 kg. Secara rinci pengelolaan limbah di IRM meliputi :

- a. Melakukan pemantauan dan pengumpulan limbah padat yang ada di IRM
- b. Melakukan pemantauan dan sirkulasi limbah cair yang ada di IEBE maupun IRM
- c. Melakukan pengiriman limbah radioaktif padat yang ada di IRM ke PTLR, pada triwulan II 2010

Inspektur BAPETEN memerintahkan kepada manajemen IRM untuk segera memindahkan 2 *bundle spent fuel* yang berada di ZG 102 dan ZG 103 ke PTLR. *Spent fuel* tersebut akan dikelola oleh PTLR sebelum di re-eksport. Sedangkan, limbah cair akan dikelola oleh PTLR sebelum dibuang ke lingkungan sesuai dengan ketentuan keselamatan yang berlaku, sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap masyarakat dan lingkungan hidup.

5.3.2.5. Program Jaminan Mutu

Hasil inspeksi terhadap pelaksanaan program jaminan mutu, maka Inspektur keselamatan nuklir BAPETEN memerintahkan agar manajemen IRM melakukan pengecekan korelasi antara beberapa prosedur dan instruksi kerja dengan pelaksanaannya di lapangan. Dengan adanya unit jaminan mutu PTBN, maka temuan hasil inspeksi program jaminan mutu IRM oleh inspektur BAPETEN diharapkan dapat

segera ditindaklanjuti. Dari hasil inspeksi keselamatan nuklir menunjukkan bahwa program jaminan mutu di IRM telah dilaksanakan dengan baik.

5.3.2.6. Program Kesiapsiagaan Nuklir

Dari hasil inspeksi keselamatan nuklir yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN tahun 2010, menunjukkan bahwa program kesiapsiagaan nuklir telah berjalan dengan baik. Namun demikian, masih terdapat beberapa temuan yang menunjukkan adanya beberapa alat pemadam kebakaran yang kadaluarsa. Oleh karena itu, inspektur BAPETEN merekomendasikan kepada pihak IRM untuk menggantinya.

5.3.3. Inspeksi Keamanan Nuklir

Pada tahun 2010, BAPETEN melakukan Inspeksi Proteksi Fisik terhadap PTBN yang membawahi IEBE dan instalasi Radiometalurgi (IRM) secara bersamaan satu kali. Hal ini telah disajikan pada laporan IEBE Bab 5.1.

5.3.4. Inspeksi Seifgard

Inspeksi Seifgard bahan nuklir telah dilakukan di IRM yang secara internasional disebut sebagai *Material Balance Area (MBA)* RI-F sebanyak satu kali termasuk Inspeksi Protokol Tambahan Seifgard dilakukan satu kali. Selama tahun 2010, laporan bahan nuklir yang disampaikan IRM ke IAEA setelah dievaluasi BAPETEN sebanyak 10 (sepuluh) buah laporan yang terdiri dari 7 (tujuh) buah laporan perubahan inventori bahan nuklir (*Inventory Change Report/ICR*), dua buah laporan daftar inventori fisik bahan nuklir (*Physical Inventory Listing/PIL*) dan satu buah laporan neraca bahan nuklir (*Material Balance Report/MBR*).

Hasil inspeksi *Safeguards* Bahan Nuklir menyimpulkan bahwa pelaksanaan sistem safeguards bahan nuklir di IRM telah sesuai dengan ketentuan nasional dan internasional yang berlaku, semua bahan nuklir telah dilaporkan dan tidak ada penyimpangan tujuan penggunaan bahan

nuklir dari maksud damai ke arah tujuan pembuatan senjata nuklir atau alat ledak nuklir lainnya. Inspektur BAPETEN memerintahkan agar ketelitian dalam pembukuan bahan nuklir harus ditingkatkan. Hasil pelaksanaan Protokol Tambahan di fasilitas nuklir dan non-nuklir juga berjalan baik dan meng-*update* deklarasi dalam setiap periode pelaporan berjalan sesuai jadwal dan dapat diterima oleh IAEA.

5.4. Kanal Hubung Instalasi Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Bekas (KH-IPSB3)

KH-IPSB3 merupakan instalasi nuklir non reaktor yang berlokasi di kawasan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTK) Serpong - Tangerang propinsi BANTEN.



Gambar 5.16. Kolam Penyimpanan Sementara

KH-IPSB3 yang dikelola dan dioperasikan oleh Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR) ini berfungsi untuk menerima dan menyimpan bahan bakar bekas yang telah digunakan oleh RSG-GAS dan bahan teriradiasi dari IRM dan IPR. Di samping itu, KH-IPSB3 digunakan juga untuk menyimpan bahan bakar bekas dari reaktor Kartini Yogyakarta dan reaktor Triga 2000 Bandung sebelum direeksport ke Amerika Serikat. Kapasitas penyimpanan sebesar 1458 bahan bakar bekas. Bahan bakar bekas yang disimpan di KH-IPSB3, sebelumnya telah mengalami pendinginan pendahuluan, minimum selama 100 hari di Kolam Penyimpanan Sementara RSG-GAS (KPS RSG-GAS).

Rak penyimpanan yang digunakan untuk mengantisipasi penyimpanan bahan bakar cacat adalah sebesar 5%. Bahan bakar cacat ditempatkan di dalam suatu wadah khusus yang dirancang untuk bahan bakar bekas cacat, dimana pengungkungan menjadi tanggung jawab penimbun. Selain untuk menyimpan bahan bakar bekas yang berasal dari RSG-GAS, fungsi lain adalah untuk menyimpan bahan bakar bekas type PWR dan CANDU, bahan teradiasi lain yang berasal dari Instalasi Produksi Radioisotop (IPR) dan IRM serta 125 wadah untuk menyimpan scrap teriradiasi.

Selama instalasi dioperasikan, pemegang izin harus menyampaikan laporan operasi secara berkala setiap 6 (enam) bulan. Laporan operasi instalasi nuklir non reaktor merupakan salah satu aspek yang diverifikasi

oleh Inspektur pada saat inspeksi keselamatan nuklir dilakukan secara berkala.

5.4.1. Perizinan KH-IPSB3

5.4.1.1. Izin Operasi dan Evaluasi LAK KH – IPSB3

Dalam rangka memastikan kondisi keselamatan, keamanan dan seifgard dalam pengoperasian KH-IPSB3, BAPETEN melakukan evaluasi Laporan Analisis Keselamatan (LAK) sebagai salah satu persyaratan perizinan operasi KH-IPSB3. BAPETEN telah menerbitkan izin operasi KH-IPSB3 No. 460/IO/DPI/11-XII/2008 yang berlaku sampai dengan 10 Desember 2018. Pada tahun 2010, BAPETEN melakukan evaluasi terhadap LAK rev. 5 yang disampaikan oleh manajemen KH-IPSB3. Hasil evaluasi dari BAPETEN menyatakan bahwa perbaikan tentang batasan dan kondisi operasi, telah sesuai dengan ketentuan keselamatan yang ditetapkan.

Selain hal tersebut, BAPETEN melakukan evaluasi dan menyetujui amandemen LAK terkait dengan penggantian tiga buah monitor radiasi gamma. Namun demikian, BAPETEN memerintahkan agar manajemen KH-IPSB3 memberikan penjelasan alasan tidak dicantumkannya monitor radiasi hasil belah campuran pada amandemen LAK tersebut.

A. Evaluasi LAK KH – IPSB3

Pada tahun 2010, BAPETEN melakukan evaluasi terhadap LAK rev. 7 yang disampaikan oleh manajemen KH-IPSB3. LAK tersebut disampaikan terkait dengan adanya perubahan pada Program Proteksi Radiasi dan Batasan dan Kondisi Operasi. Hasil evaluasi menunjukkan terdapat beberapa hal yang perlu ditindaklanjuti oleh PTLR, diantaranya terkait dengan kalibrasi peralatan proteksi radiasi dan persyaratan survailan.

Manajemen KH-IPSB3 selanjutnya menyampaikan perbaikan LAK yang merupakan tindak lanjut terhadap hasil evaluasi tersebut. Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan, sebagian besar rekomendasi BAPETEN telah ditindaklanjuti. Namun demikian sehubungan dengan adanya

perubahan sistem pasokan air bebas mineral untuk kolam penyimpanan bahan bakar bekas dari PRSG, BAPETEN memerintahkan agar PTLR memperbaiki LAK sesuai dengan kondisi terkini, berkaitan dengan pasokan air bebas mineral yang sebelumnya dipasok dari sistem yang ada di KH-IPSB3.

5.4.1.2. Perizinan Pemanfaatan Bahan Nuklir

Disamping izin operasi, KH-IPSB3 juga telah memiliki satu Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir untuk penyimpanan. Selama tahun 2010, BAPETEN telah mengevaluasi dokumen persyaratan perizinan, dan kemudian menerbitkan satu buah Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir. Sampai dengan akhir tahun 2010, KH-IPSB3 memiliki dua buah Izin Pemanfaatan Bahan Nuklir untuk penyimpanan bahan bakar nuklir bekas.

5.4.1.3. Izin Bekerja

Untuk menjamin keselamatan, keamanan dan seifgard dalam mengoperasikan KH-IPSB3, diperlukan petugas yang kompeten dan terqualifikasi serta wajib memiliki izin bekerja. Untuk mendapatkan izin tersebut petugas terlebih dahulu menjalani pengujian dari BAPETEN. BAPETEN telah menerbitkan surat izin bekerja (SIB), untuk dua pengurus inventori bahan nuklir KH-IPSB3 dan satu pengawas inventori bahan nuklir KH-IPSB3 yang berlaku sampai dengan tahun 2013.

5.4.2. Inspeksi Keselamatan Nuklir KH-IPSB3

Untuk memastikan kondisi keselamatan pengoperasian KH-IPSB3, pada tahun 2010 ini inspektur BAPETEN telah melakukan tiga kali inspeksi keselamatan nuklir, dengan ruang lingkup: Keselamatan Operasi, Program Proteksi Radiasi, Program Perawatan, Program Jaminan Mutu, Program Kesiapsiagaan Nuklir, serta Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan.

Hasil inspeksi yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN adalah gambaran kondisi keselamatan nuklir KH-IPSB3.



Gambar 5.17. Fasilitas KH-IPSB3

5.4.2.1. Keselamatan Operasi

Pada tahun 2010, KH-IPSB3 dioperasikan untuk melakukan pemindahan 42 *bundle* bahan bakar nuklir bekas, dari kolam penyimpanan sementara RSG-GAS ke Instalasi Penyimpanan Bahan Bakar Bekas. Bahan bakar nuklir bekas tersebut kemudian dimasukkan ke dalam cask TNMTR yang selanjutnya dilakukan pengiriman kembali (repatriasi) ke Amerika Serikat.

Setelah kegiatan repatriasi tersebut, kanal hubung dioperasikan untuk lalu lintas pemindahan target iradiasi dari RSG - GAS ke IPR.



Gambar 5.18. Inspeksi keselamatan operasi KH-IPSB3

Selama pemindahan bahan bakar nuklir bekas, inspektur BAPETEN melakukan pemantauan paparan radiasi, pelaksanaan prosedur operasi.

Berdasarkan hasil inspeksi, maka Inspektur BAPETEN memerintahkan kepada manajemen KH-IPSB3 untuk:

- a. Mengajukan revisi LAK untuk perubahan sistem pasokan air bebas mineral untuk kolam penyimpanan bahan bakar bekas yang dulu diambil langsung dari PRSG, sekarang dilakukan oleh sistem yang ada di KH-IPSB3
- b. Memperbaiki pendingin kolam (primer dan sekunder) yang tidak berfungsi.

Operasi KH-IPSB3 dilakukan oleh 47 pekerja radiasi PTLR yang berhubungan langsung di KH-IPSB3.

5.4.2.2. Program Perawatan

Selama tahun 2010, KH-IPSB3 telah melakukan perawatan rutin, dan 7 perbaikan terhadap struktur, sistem dan komponen. Dari hasil inspeksi terhadap program perawatan, Inspektur BAPETEN memerintahkan kepada KH-IPSB3 untuk:

- menyusun program perawatan.
- melaksanakan perawatan dan pengujian ulang untuk *crane* oleh Pegawai Pengawas dan/atau Ahli Keselamatan Kerja
- menguji crane dengan beban dan dicatat dalam Log Book Operasi Crane dan Jembatan Geser.
- melakukan survailen terhadap Sistem Filter Ventilasi untuk kondisi kontaminasi dan membuat list survailen.
- Melakukan kalibrasi alat ukur laju alir untuk sistem purifikasi.

Berdasarkan hasil inspeksi kondisi sistem dan komponen KH-IPSB3 yang memerlukan perawatan dan perbaikan, maka manajemen perawatan perlu ditingkatkan.

5.4.2.3. Program Proteksi Radiasi

Berdasarkan laporan operasi dan hasil inspeksi keselamatan radiasi pekerja, menunjukkan bahwa rata-rata dosis pekerja radiasi sebesar 0,02 mSv. Dosis maksimum untuk pekerja radiasi sebesar 0,91 mSv. Kondisi tersebut masih jauh dari NBD paparan radiasi pekerja yang ditentukan. Dalam setiap kegiatan, petugas proteksi radiasi melakukan

pengukuran radiasi gamma pada titik – titik lokasi tertentu, serta ruangan – ruangan yang berpotensi tingkat radiasi tinggi. Hasil pengukuran laju paparan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.4. Data Laju Paparan Radiasi Ruangan

No.	Zona	Laju Dosis Maksimum ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)				
		Batasan	TW I	TW II	TW III	TW IV
1.	II	7,5	0,20	0,66	0,22	0,18
2.	III	25	1,31	0,19	0,27	0,24

Batasan laju paparan radiasi ruangan berdasarkan Laporan Analisa Keselamatan (LAK) untuk zona II yaitu $7,5 \mu\text{Sv}/\text{jam}$, laju paparan maksimum yang terukur pada saat operasi yaitu ($0,66 \mu\text{Sv}/\text{jam}$). Sedangkan untuk zona III yaitu $25 \mu\text{Sv}/\text{jam}$ dan laju paparan maksimum yang terukur pada saat operasi yaitu $1,31 \mu\text{Sv}/\text{jam}$.

Dari hasil inspeksi terhadap pelaksanaan program proteksi radiasi, Inspektur BAPETEN memerintahkan kepada manajemen KH-IPSB3 untuk:

- Melakukan uji fungsi alarm dengan sumber yang sesuai dengan batas setting alarm.
- Mengadakan penggantian handfoot monitor.

Dari hasil verifikasi yang dilakukan oleh inspektur pada saat inspeksi menunjukkan paparan radiasi daerah kerja tidak melebihi data laporan operasi .

Dengan kondisi ini menunjukkan program keselamatan pekerja radiasi di KH-IPSB3 telah dilakukan dengan baik sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

5.4.2.4. Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan

Untuk memberikan jaminan bahwa KH-IPSB3 dan instalasi nuklir lainnya di KNS tidak menimbulkan dampak radiologi pada lingkungan, maka

dilakukan pengelolaan dan pemantauan lingkungan. Pemantauan lingkungan di KH-IPSB3 dilakukan PTLR bersamaan dengan fasilitas di Kawasan Nuklir Serpong.

Adapun limbah radioaktif yang dihasilkan oleh operasi KH-IPSB3 selama tahun 2010 meliputi:

1. resin dari sistem purifikasi sebanyak 800 liter, yang berasal dari ruang purifikasi
2. limbah padat sebanyak 4 drum 200 liter.

Kondisi keselamatan radiasi lingkungan dan pengelolaan limbah radioaktif di KH-IPSB3 telah dilaksanakan dengan baik sesuai dengan ketentuan keselamatan yang berlaku. Namun demikian, dari hasil inspeksi terhadap program pemantauan dan pengelolaan lingkungan, inspektur BAPETEN memerintahkan kepada manajemen KH-IPSB3 untuk:

- melakukan kalibrasi Peralatan Air Sampler.
- membuat form isian Pengolahan Sampel.
- Menambahkan tiga stasiun pengukuran TLD di luar kawasan.
- melengkapi data pengukuran iodine di udara
- memperbaiki pengisian log book α/β (LBC)
- memperbaiki pengisian formulir pengukuran radiasi
- melakukan pemeriksaan silang antara formulir penerimaan limbah dengan database limbah
- menyesuaikan Prosedur Pemantauan Radioaktivitas dengan PJM Standar BATAN No.SB 77.0001.80.2005.
- menyesuaikan Prosedur dan Instruksi Kerja dengan PJM Standar BATAN No.SB 77.0001.80.200
- menyesuaikan Instruksi Kerja Pengukuran dengan Spektrometri Gamma dengan PJM Standar BATAN No.SB 77.0001.80.2005

5.4.2.5. Program Jaminan Mutu

Dari hasil inspeksi terhadap pelaksanaan program jaminan mutu, inspektur keselamatan nuklir BAPETEN memerintahkan agar manajemen KH-IPSB3 segera melengkapi beberapa dokumen prosedur/instruksi kerja dengan lampiran formulir isian. KH-IPSB3 sendiri memiliki tim jaminan mutu yang melakukan audit jaminan mutu

internal secara berkala, komprehensif dan sistematis, sehingga KH-IPSB3 dapat dioperasikan dengan mengikuti kaidah jaminan mutu untuk menjamin keselamatan operasi.

Dengan adanya tim jaminan mutu KH-IPSB3, maka temuan hasil inspeksi program jaminan mutu yang dilakukan BAPETEN dapat segera ditindaklanjuti. Dari hasil inspeksi keselamatan nuklir menunjukkan bahwa program jaminan mutu di KH-IPSB3 telah dilaksanakan dengan baik.

5.4.2.6. Program Kesiapsiagaan Nuklir

Manajemen KH-IPSB3 telah melakukan kewajiban melaksanakan program kesiapsiagaan nuklir. Inspektur BAPETEN memerintahkan kepada manajemen KH-IPSB3 untuk melakukan pengisian ulang terhadap APAR diruang pompa/*chiller*. Dari hasil inspeksi keselamatan nuklir yang dilakukan oleh inspektur BAPETEN tahun 2010, menunjukkan bahwa program kesiapsiagaan nuklir masih perlu ditingkatkan.

5.4.3. Inspeksi Keamanan Nuklir

PTLR dalam pelaksanaan sistem proteksi fisik masih mengacu pada dokumen rencana pengamanan fasilitas radiasi sebagaimana diatur dalam Peraturan Kepala BAPETEN no. 7 tahun 2007. Dokumen ini antara lain mengatur tentang pemberian akses, pemeriksaan personil dan bawanya, pengoperasian dan perawatan peralatan sistem proteksi fisik serta sistem pengamanan berlapis.

Selain itu, PTLR juga telah memiliki prosedur dan instruksi kerja yang terkait sistem proteksi fisik, yaitu:

- Program Jaminan Mutu No. MM-001/PTLR/SMN-08.00/1-00/2010, tanggal 28 April 2010.
- Prosedur Pengamanan Fasilitas Pengelolaan Sumber Radioaktif No. PLR/9/P2FPSR/II/001/00/2009, tanggal 5 Maret 2009
- Prosedur Pengamanan Tempat Penyimpanan Sumber Radioaktif No. PLR/9/P2TPSR/11/002/00/2009, tanggal 1 April 2009.

- Prosedur Proteksi Fisik Pengangkutan Bahan Bakar Bekas KHIPSB3 ke Pelabuhan No. PLR/9/PFPB3K/II/005/00/2009, tanggal 13 Pebruari 2009.
- Prosedur Pengamanan Penerimaan Tamu No. PLR/9/P2T/II/004/00/2010, tanggal 20 Januari 2010.
- Prosedur Pengambilan dan Pengembalian Kunci No. PLR/9/P2PK/II/009/00/2010, tanggal 20 Januari 2010.
- Prosedur Pemeliharaan dan Perawatan Peralatan Pengamanan No. PLR/9/P5/II/014/00/2010.
- Prosedur Komunikasi Pengamanan No. PLR/9/PKP/II/007/00/2009, tanggal 15 Juli 2009.
- Prosedur Patroli Fasilitas Nuklir No. PLR/9/PPFN/II/011/00/2010, tanggal 20 Januari 2010.
- Prosedur Pengendalian Dokumen dan Rekaman Program Jaminan Mutu No. PM-002/PTLR/SMM-08.00/II-00/2010, tanggal 1 Maret 2010.

Dalam rangka memenuhi persyaratan kualifikasi sebagaimana diamanatkan dalam peraturan Kepala BAPETEN no. 1 tahun 2009 dan prosedur pengamanan, PTLR telah melaksanakan berbagai pelatihan bagi personil UPN . Pelatihan yang dilakukan antara lain pelatihan dasar pengamanan dan proteksi radiasi, pelatihan proteksi fisik dan pelatihan mengenai dasar – dasar inteligen. Sistem proteksi fisik di PTLR dilengkapi dengan peralatan deteksi, peralatan komunikasi, peralatan responddan kendaraan penjaga serta sistem *surveillance*.

Dari 7 (tujuh) buah temuan hasil inspeksi tahun 2009, 4 (empat) buah temuan sudah ditindaklanjuti. Beberapa temuan terbuka yang terkait sistem keamanan dan proteksi fisik di PTLR diantaranya adalah:

1. dokumen yang terkait sistem proteksi fisik belum lengkap antara lain program jaminan mutu, rencana sistem proteksi fisik, rencana kontinjensi termasuk prosedur dan instruksi kerja yang mengacu pada Peraturan Kepala BAPETEN No. 1 tahun 2009, yaitu:
 - a. Prosedur Akses
 - b. Prosedur pengendalian kunci
 - c. Prosedur perawatan

- d. Prosedur Sistem komunikasi
 - e. Prosedur koordinasi antar instalasi nuklir dalam satu kawasan
 - f. Prosedur pelatihan kedaruratan
 - g. Prosedur perlindungan informasi proteksi fisik yang bersifat rahasia
2. beberapa prosedur yang berkaitan dengan proteksi fisik perlu direvisi karena ada beberapa hal yang belum dimuat.
 3. *log book* tamu dan kunci belum difungsikan secara optimal
 4. *log book* perawatan belum ada.



Gambar 5.19. Inspeksi Proteksi Fisik Instalasi dan Bahan Nuklir

Berdasarkan hal di atas, BAPETEN memerintahkan kepada manajemen KH-IPSB3 untuk segera menindaklanjuti temuan dimaksud untuk meningkatkan sistem keamanan dan proteksi fisik. Di samping itu BAPETEN merekomendasikan PTLR agar segera melaksanakan program latihan kedaruratan proteksi fisik untuk mengantisipasi pencurian dan sabotase guna menjamin keamanan instalasi nuklir KH-IPSB3.

5.4.4. Inspeksi Seifgard

Secara internasional KH-IPSB3-PTLR disebut sebagai MBA RI-G. Pada tahun 2010 BAPETEN telah melakukan inspeksi seifgard bahan nuklir di PTLR sebanyak tiga kali termasuk Inspeksi Protokol Tambahan. Selama tahun 2010, setelah laporan bahan nuklir PTLR dievaluasi BAPETEN, kemudian disampaikan ke IAEA sebanyak tiga buah laporan yang terdiri dari satu buah laporan perubahan inventori bahan nuklir (*Inventory Change Report/ICR*), satu buah laporan daftar inventori fisik bahan nuklir

(*Physical Inventory Listing/PIL*) dan satu buah laporan neraca bahan nuklir (*Material Balance Report/MBR*).

Hasil inspeksi seifgard bahan nuklir menyimpulkan bahwa pelaksanaan sistem seifgard bahan nuklir di PTLR telah sesuai dengan ketentuan nasional dan internasional yang berlaku. Semua bahan nuklir telah dilaporkan dan tidak ada penyimpangan tujuan penggunaan bahan nuklir dari maksud damai ke arah tujuan pembuatan senjata nuklir, atau alat ledak nuklir lainnya. Dari hasil inspeksi seifgards, inspektur BAPETEN memerintahkan kepada manajemen KH-IPSB3 untuk meningkatkan ketelitian dalam pembukuan bahan nuklir.



Gambar 5.20. Inspeksi bahan nuklir dan protokol tambahan

Dalam rangka pemuktahiran data deklarasi artikel 2.a.(iii) perjanjian protokol tambahan, inspektur BAPETEN melakukan verifikasi ukuran dan pemanfaatan semua gedung yang berada dalam tapak KH-IPSB3 dan menjadi tanggung jawab PTLR. Hasil pelaksanaan Protokol Tambahan di fasilitas nuklir dan non-nuklir juga berjalan baik dan meng-*update* deklarasi dalam setiap periode pelaporan berjalan sesuai jadwal dan dapat diterima oleh IAEA.

BAB VI

KESIAPSIAGAAN DAN PENGAWASAN INSIDEN RADIASI

6.1. Kesiapsiagaan Nuklir

Dalam melaksanakan penyiapan perumusan kebijaksanaan teknis, pengembangan sistem, pembinaan dan pengendalian kesiapsiagaan nuklir, pada tahun 2010 BAPETEN menyelenggarakan beberapa kegiatan nasional maupun mengikuti kegiatan internasional terkait dengan kesiapsiagaan nuklir nasional. Dalam kegiatan nasional terkait kesiapsiagaan nuklir, BAPETEN melaksanakan latihan internal bagi Satuan Tanggap Darurat Nuklir BAPETEN dan melaksanakan Geladi Lapang Nasional Kedaruratan Nuklir di Pusat Reaktor Serba Guna (PRSG) BATAN Serpong, serta koordinasi persiapan Geladi Lapang Kedaruratan Nuklir 2011 di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Dalam tingkat internasional BAPETEN mengikuti latihan komunikasi *Convention Exercise (ConvEx) International Energy Atomic Agency (IAEA), Workshop on National Intervention Levels* yang dilaksanakan atas kerjasama antara BAPETEN dan IAEA serta *5th Meeting of the Asia Nuclear Safety Network (ANSN) Topical Group on Emergency Preparedness and Response*.

6.1.1 *Workshop on National Intervention Levels, Taking Urgent Protective Action and Protection of Workers dan 5th Meeting of the ANSN Topical Group on Emergency Preparedness and Response*

Workshop on National Intervention Levels, Taking Urgent Protective Action and Protection of Workers dan 5th Meeting of the ANSN Topical Group on Emergency Preparedness and Response diselenggarakan oleh BAPETEN dan IAEA melalui *extra budgetary program (EBP)* di Jakarta pada tanggal 10-14 Mei 2010. Kegiatan ini melibatkan partisipan dari negara: Australia, Jepang, Malaysia, Filipina, Thailand, Vietnam, dan Indonesia serta perwakilan dari IAEA dan koordinator ANSN.

Partisipan dari Indonesia tidak hanya dari BAPETEN dan BATAN yang menghadiri pertemuan ini, tetapi beberapa instansi lainnya dari

Puslabfor POLRI, NUBIKA TNI, Kementerian Pertanian dan Kementerian Kesehatan juga menghadiri kegiatan ini sebagai *observer*.

Pada kegiatan *Workshop on National Intervention Levels, Taking Urgent Protective Action (UPA) and Protection of Workers* bertujuan untuk mengumpulkan data komparasi mengenai batasan-batasan UPA dari setiap negara asia serta berbagi pengalaman penerapan nilai UPA di setiap negara yang berpartisipasi dalam kegiatan ini.

Kegiatan *5th Meeting of the ANSN Topical Group on Emergency Preparedness and Response* bertujuan untuk membahas kegiatan yang telah berlangsung pada 2009, laporan tiap negara mengenai *integrated self evaluation (ISE) of requirements for emergency preparedness and response*, merevisi *Term of Reference* untuk *emergency preparedness and response-technical group (EPR-TG)*, serta membahas indikator kinerja aktivitas EPR-TG.

Dari hasil pembahasan kegiatan di atas, disepakati bahwa kegiatan workshop akan dilanjutkan pada tahun 2011 dengan Indonesia sebagai tuan rumah pelaksanaan dengan tema Kesiapsiagaan dan Tanggap Darurat Medis Radiologi.



Gambar 6.1. Partisipan dalam Kegiatan *Workshop on National Intervention Levels, Taking Urgent Protective Action and Protection of Workers* dan *5th Meeting of the ANSN Topical Group on Emergency Preparedness and Response*



Gambar 6.2. Suasana saat kegiatan *Workshop dan ANSN Meeting*

6.1.2. Pengukuran cacah latar di sekitar tiga reaktor penelitian BATAN

Sebagai tindak lanjut dari hasil dari *Table Top Exercise* (TTE) 2009, diperlukan data cacah latar di sekitar reaktor nuklir PTNBR BATAN Bandung, PTAPB BATAN Yogyakarta, dan PRSG BATAN Serpong. Data ini akan digunakan sebagai *baseline* dan acuan untuk keperluan terminasi tanggap darurat kedaruratan nuklir setelah terjadinya kecelakaan parah yang menyebabkan adanya *release* ke lingkungan.

Sebagai tindak lanjut hasil evaluasi dari kegiatan TTE 2009 dan sesuai dengan program kerja BAPETEN, tim Satuan Tanggap Darurat (STD) BAPETEN melakukan pengukuran tingkat radioaktivitas di lokasi yang menjadi *urgent protective action planning zone* (UPAZ) dan *precautionary action zone* (PAZ) dimana UPA dilaksanakan di ketiga reaktor tersebut.

Data hasil pengukuran radioaktivitas di ketiga reaktor BATAN tersebut akan dijadikan acuan bagi BAPETEN sebagai data pengawasan untuk mengawasi dan mengevaluasi tanggap darurat nuklir.

6.1.3. Pencarian dan kampanye pencarian *orphan source*

Sebagai tindakan protektif bagi masyarakat terhadap adanya potensi sumber radioaktif tak bertuan (*orphan source*), khususnya masyarakat yang berada di kota yang terdapat banyak industri pengolahan/pengumpulan besi tua atau bekas (*scrap metal*), dan dalam rangka kesiapsiagaan nuklir terhadap *illicit trafficking*, tim STD BAPETEN melakukan pengukuran dan pemetaan cacah latar lingkungan sekaligus melakukan pencarian dan kampanye pencarian kemungkinan adanya *orphan source* di tempat-tempat yang dianggap potensial, seperti pemilik lapak-lapak tempat pengumpulan besi bekas, tempat pengolahan besi bekas, dan industri pabrik besi dan baja. Survey tersebut dilaksanakan di kota: Cilegon, Surabaya, Makasar, dan Batam.



Gambar 6.3. Kegiatan pencarian orphan source, pengukuran radioaktivitas di tempat pengumpulan besi bekas, dan diseminasi informasi mengenai scrap metal kepada pemilik lapak

Metodologi yang digunakan didalam survey ini adalah:

a) Wawancara dan Sosialisasi

Tindakan ini dilakukan untuk memberikan gambaran/sosialisasi kepada pemilik lapak atau orang karyawan tentang radiasi dan potensi bahayanya serta cara penanggulangannya jika ditemukan adanya benda yang dicurigai mengandung radiasi. Wawancara dan Sosialisasi ini dilakukan dengan menggunakan leaflet serta stiker, serta dengan menanyakan kepada pemilik lapak atau karyawannya apakah mereka pernah menemukan gambar radiasi yang umumnya menempel pada besi bekas.

b) Melakukan pengukuran cacah latar di lokasi

Pengukuran dilakukan setelah pemilik lapak atau pabrik pengolahan besi bekas mengerti tentang radiasi dan menyetujui Tim dari BAPETEN melakukan survei radiasi didalam lapak yang dimiliki.

c) Melakukan pemetaan cacah latar

Lokasi yang dilalui oleh tim STD dan telah ditentukan sebelumnya, diukur dan dicatat tingkat radiokativitasnya dan koordinat lokasi dengan menggunakan GPS.

Berdasarkan hasil pengukuran dan pemetaan cacah latar (*background level*) disimpulkan bahwa:

- 1) Untuk area PAZ dan UPZ di lokasi 3 tapak reaktor nuklir Batan nilai cacah latar berkisar 0.06-0.22 mikro Sv/jam

- 2) Untuk area/loasi industri pabrik besi/baja dan lapak besi bekas (*scrap metal*) nilai cacah latar berkisar 0,08 – 0,25 mikro Sv/jam dan tidak ditemukan adanya *orphan source*.



Gambar 6.4. Leaflet dan sticker yang dibagikan kepada masyarakat saat pencarian dan sosialisasi *orphan source*

6.1.4. Latihan komunikasi kedaruratan internasional dengan IAEA (*Convention Exercise/ConvEx*)

6.1.4.1. Latihan Komunikasi kedaruratan (*ConvEx-2a*)

Latihan kedaruratan ini dalam bentuk komunikasi *e-mail* dan faksimili yang berlangsung pada tanggal 3 Maret 2010, dengan tugas bahwa National Warning Point (NWP) dalam hal ini Direktur Keteknikan dan Kesiapsiagaan Nuklir BAPETEN harus sesegera mungkin merespon komunikasi yang dikirimkan melalui faksimili kepada Incident Emergency Centre (IEC-IAEA) dan membuka situs kedaruratan IAEA untuk mengkonfirmasi bahwa pesan telah direspon, serta memberitahukan kepada National Competent Authority Abroad (NCAA) dalam hal ini Kepala BAPETEN.

IAEA menargetkan respon dalam rentang waktu 30 menit setelah pesan terkirim.

6.1.4.2. Latihan Komunikasi Kedaruratan (*ConvEx-1a*)

Latihan komunikasi kedaruratan *ConvEx-1a* berlangsung pada 13 September 2010 yang ditujukan kepada NWP untuk merespon komunikasi melalui faksimili dan situs kedaruratan IAEA pada hari kerja berikutnya.

6.1.5. Workshop Peningkatan Kemampuan dan Keterampilan Teknis STD

Kedaruratan nuklir tidak hanya terjadi di daratan, ada kemungkinan juga dapat terjadi di perairan. Pada kasus tahun sebelumnya, anggota STD diharuskan untuk melakukan pencarian dugaan jatuhnya benda langit berpotensi memiliki tenaga nuklir di perairan, pengukuran cemaran radiasi di pelabuhan, dan pengawasan penanggulangan ikut terbakarnya sumber yang diangkut dengan kapal laut, berdasarkan pengalaman kejadian tersebut anggota STD dituntut tidak hanya mahir melakukan tugas di darat, tetapi dituntut juga mampu melakukan tugasnya di perairan.

Selama tahun 2010 telah dilakukan pelatihan penggunaan perahu karet sebanyak dua kali berkoordinasi dengan Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana DKI Jakarta, yaitu pada bulan April dan Juli. Pelatihan ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan Tim STD BAPETEN yang kemungkinan pada saat terjadinya kedaruratan nuklir akan bertugas melakukan pengukuran radoaktivitas ataupun pengawasan penanggulangan kedaruratan nuklir di perairan.

Untuk melatih keterampilan respon dan tanggap darurat nuklir, anggota STD BAPETEN melakukan latihan penggunaan peralatan tersebut secara periodik, baik dalam bentuk pelatihan di dalam ruangan, maupun uji coba di lapangan. Selama tahun 2010 pelatihan tersebut dilakukan sebanyak 4 kali.



Gambar 6.5. Latihan penggunaan perahu karet dan latihan penggunaan peralatan kedaruratan

6.1.6. Geladi Lapang Nasional 2010

Pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia dengan tujuan damai telah banyak dilakukan dalam bidang medis, industri, penelitian, dan lain-lain. Tenaga nuklir selain memiliki banyak manfaat juga memiliki resiko yang apabila tidak dikendalikan dapat mengarah kepada bencana akibat kesalahan manusia maupun kegagalan peralatan, dan atau akibat tindakan kriminal/terorisme.

Untuk mencegah agar tidak terjadi kegagalan dalam pemanfaatan tenaga nuklir, BAPETEN melaksanakan pengawasannya melalui pembuatan peraturan terkait pemanfaatan tenaga nuklir, menerbitkan izin pemanfaatan, dan melaksanakan inspeksi secara berkala maupun sewaktu-waktu. Sedangkan untuk memperkecil dampak akibat kegagalan dalam pemanfaatan tenaga nuklir, BAPETEN mewajibkan pemegang izin yang memiliki dampak radiologi tingkat tinggi untuk melakukan latihan kedaruratan nuklir secara periodik tiap tahun, dua tahun sekali atau empat tahun sekali sesuai dengan tingkat resiko masing-masing sebagaimana diatur dalam Perka BAPETEN No. 01 tahun 2010 tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir.

Hingga saat ini Indonesia telah memiliki tiga reaktor penelitian nuklir, yaitu RSG-GAS Serpong, Reaktor Kartini Bandung, dan Reaktor Triga 2000 Bandung. Secara umum, ketiga reaktor tersebut selama ini telah menunjukkan kinerja aman dan selamat sesuai dengan ketentuan perundangan yang berlaku. Reaktor Serba Guna-G. A. Siwabessy Serpong sebagai instalasi nuklir yang memiliki daya hingga 30 MWth sesuai dengan Perka BAPETEN No. 01 tahun 2010 memiliki potensi yang berdampak terhadap kesehatan masyarakat hingga di luar kawasan bila terjadi kedaruratan yang disebabkan oleh kecelakaan.

Sebagaimana diketahui, geladi lapang nasional merupakan langkah proaktif untuk mengembangkan dan menjaga kemampuan kesiapsiagaan dan tanggap terhadap kedaruratan radiologi yang dapat timbul kapan saja dan dimana saja di seluruh wilayah Indonesia khususnya di provinsi Banten, tempat PRSG BATAN berada.

Geladi Lapang Nasional Kedaruratan Nuklir 2010, yang berlangsung pada 25-26 Oktober 2010 merupakan rangkaian kegiatan dari program berkelanjutan yang diselenggarakan secara nasional hasil kerjasama BAPETEN dengan instansi yang tergabung dalam Organisasi Tanggap Darurat Nuklir Nasional (OTDNN). Kegiatan ini merupakan kegiatan geladi lapang nasional yang pertama kali dilakukan di kawasan Puspitek. Hal ini juga merupakan lanjutan dari kegiatan tahun sebelumnya, yaitu *National Table Top Exercise* 2007 dengan skenario kecelakaan parah RSG-GAS yang berdampak keluar kawasan.

Selain BATAN sebagai tuan rumah dan BAPETEN yang mengoordinasikan Geladi Lapang Nasional kali ini, kegiatan tersebut melibatkan beberapa instansi, yaitu Kompi NUBIKA TNI AD, Puslabfor Mabes POLRI, Kepolisian Metro Jaya, Detasemen KBR POLRI, Polres Kabupaten Tangerang, Kementerian Ristek, Kementerian Kesehatan, Kementerian Pertanian, Kementerian Transportasi, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), dengan keterlibatan personil diperkirakan mencapai 2000 orang. Beberapa pimpinan puncak instansi antara lain dari BAPETEN dan BATAN hadir dalam pelaksanaan geladi lapang nasional ini.

Geladi lapang nasional kali ini ditujukan untuk menguji kemampuan mengambil keputusan dan melaksanakan tindakan perlindungan segera (*urgent protective action/UPA*), yaitu tindakan evakuasi, *sheltering*, dan pemberian tablet kalium iodida/KI sebagai pelindung tiroid secara cepat dan tepat. Rangkaian kegiatan diawali dengan pelatihan penyegaran serta pendalaman *standard operating procedure/SOP* dan pedoman bagi pimpinan pasukan dan peserta mengenai penanggulangan kedaruratan nuklir.

Dengan geladi ini diharapkan dapat diidentifikasi kekuatan dan kelemahan di setiap level baik di tempat pemegang izin, pemerintah daerah dan nasional sehingga umpan balik guna peningkatan kemampuan SDM. Peningkatan ketersediaan peralatan dan SOP yang memadai yang menunjang kemampuan tanggap darurat secara efektif dan efisien dapat tercapai. Dan yang tak kalah pentingnya, tujuan yang

ingin dicapai ialah meningkatnya koordinasi diantara institusi terkait di semua lini dan tingkatan sehingga sistem kesiapsiagaan nuklir nasional dapat terbangun dengan kokoh.



Gambar 6.6. Suasana pelaksanaan Geladi Lapang Nasional Kedaruratan Nuklir 2010 dan keterlibatan anggota STD dalam latihan tersebut

Dari hasil evaluasi Geladi Lapang Nasional tersebut menunjukkan bahwa unsur-unsur infrastruktur: organisasi, koordinasi, prosedur, peralatan/sarana pendukung harus ditingkatkan ketersediaannya dan kemampuannya baik di tingkat pemegang izin, kawasan pemerintah daerah dan nasional agar kesiapan dan kemampuan respon dapat dilaksanakan dengan cepat dan tepat. Satu hal yang menjadi fokus perhatian adalah komitmen, kerjasama, dan koordinasi dengan BNPB, BPBD yang masih harus ditingkatkan secara utuh.

6.1.7. Kerjasama dengan Direktorat Jenderal Bea Cukai

Menindaklanjuti hibah peralatan genggam deteksi radiasi dan identifikasi radionuklida dari IAEA melalui BAPETEN kepada Direktorat Jenderal Bea dan Cukai Kementerian Keuangan (Dirjen BC-Kemenkeu) yang diserahkan Kepala BAPETEN kepada Kepala Dirjen BC- Kemenkeu pada bulan April 2010, BAPETEN melakukan pelatihan secara bertahap

kepada petugas Bea dan Cukai yang tugasnya berkaitan dengan penanganan sumber radioaktif.

Pada tahap pertama dilakukan pelatihan kepada 15 Petugas Bea dan Cukai di pelabuhan dan bandara pada 15-17 Juni 2010. Materi pada pelatihan ini meliputi pengenalan terhadap sumber radioaktif, cara pengukuran dan identifikasi hingga penanggulangan jika terjadi insiden yang melibatkan sumber radioaktif di lapangan. Diharapkan setelah mengikuti pelatihan ini, peserta dapat mengajari kepada petugas lainnya, dapat membangun prosedur penanganan sumber radioaktif di pelabuhan ataupun bandara, dan menjalin kerjasama dengan BAPETEN terkait dugaan adanya *illicit trafficking*.

Selain memberikan pelatihan kepada petugas bea dan cukai, BAPETEN juga memberikan panduan tindakan jika terjadi penyeludupan atau perdagangan gelap yang terdeteksi oleh Petugas Bea dan Cukai. Panduan terhadap tindakan dan penyeludupan sumber radioaktif telah dibahas dan diselesaikan bersama instansi Direktorat Bea dan Cukai, POLRI, dan Nubika TNA-AD.



Gambar 6.7. Suasana pelatihan petugas bea dan cukai mengenai sumber radioaktif

6.2. Penanggulangan Insiden Radiasi

6.2.1 Tanggap terhadap kejadian di pemegang izin

Dalam pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia selama tahun 2010, tercatat beberapa kali insiden radiasi di fasilitas yang memiliki izin, insiden tersebut beberapa kali terjadi di bidang radiografi industri dan pengeboran.

Pengawasan terhadap penanggulangan insiden yang terjadi dapat seluruhnya dilaksanakan oleh pemegang izin, diantaranya ada beberapa kasus tidak memerlukan pengawasan STD BAPETEN secara langsung ke lapangan dan ada beberapa yang memerlukan pengawasan/verifikasi ke lapangan secara langsung.

Dari keseluruhan insiden tersebut, BAPETEN telah memastikan dengan pengawasan dan verifikasi lapangan bahwa insiden-insiden tersebut belum termasuk kecelakaan radiasi atau kedaruratan nuklir dan tidak menimbulkan bahaya radiasi dan kontaminasi radiasi baik terhadap pekerja, masyarakat, dan lingkungan.

Tabel 6.1. Data Insiden Nuklir/Radiasi tahun 2010

No.	Tanggal	Pemegang Izin	Sumber	Deskripsi Kejadian	Status
1.	6 Februari	PT Halliburton	Cs ¹³⁷ 2 Ci Am ²⁴¹ Be 15 Ci	Sumber tersangkut/ <i>stuck</i> saat melakukan pengeboran minyak hingga sumber di tinggal/ <i>abandon</i>	Kasus ditutup
2.	8 Maret	PT Mahkota Pratama	Ir ¹⁹² 32 Ci	Lepasnya sumber dari spiral saat mengerjakan pengujian radiografi, sumber selanjutnya dilimahkan ke BATAN	Kasus ditutup
3.	25 Mei	PT Halliburton	Cs ¹³⁷ 2 Ci Am ²⁴¹ Be 19 Ci	Sumber tersangkut/ <i>stuck</i> saat melakukan pengeboran minyak.	Kasus ditutup
4.	6 Agustus	PT Samudra Oceaneering	Ir ¹⁹² 60,8 Ci	Kesalahan penyinaran saat melakukan pekerjaan pengujian hasil pengelasan menggunakan kamera radiografi	Kasus ditutup
5.	16 Oktober	PT Samudra Oceaneering	Ir ¹⁹² 38 Ci	Kesalahan penyinaran saat melakukan pekerjaan pengujian hasil pengelasan menggunakan kamera radiografi	Kasus ditutup
6.	30 November	PT Halliburton	Cs ¹³⁷ 1,7 Ci Am ²⁴¹ Be 15 Ci	Sumber tersangkut/ <i>stuck</i> saat melakukan pengeboran minyak dan sumber berhasil di di ambil kembali	Kasus ditutup

6.2.2 Tanggap terhadap kejadian di luar pemegang izin

Selain tanggap terhadap kejadian yang melibatkan zat radioaktif berizin, BAPETEN juga melakukan pengawasan dan respon adanya laporan pemanfaatan sumber radioaktif untuk keperluan radioterapi pada dua kasus yang terjadi pada pasien di RSCM Jakarta, melakukan verifikasi dugaan keberadaan Uranium di tambang PT. Freeport Papua, pengukuran radioaktivitas lingkungan akibat semburan Lumpur Sidoarjo dan dampak radiologi akibat erupsi gunung Merapi di Yogyakarta, pengukuran peningkatan radioaktivitas di sekitar tempat kejadian perkara ledakan bom, serta pemantauan radiologi akibat dugaan jatuhnya benda langit di wilayah Republik Indonesia.

6.2.2.1 Tanggap darurat terhadap pasien Implant I¹²⁵

Pemanfaatan tenaga nuklir di bidang medis berlangsung dengan pesat. Pengobatan kanker dengan menggunakan implantasi Iodium radioaktif sebagai salah satu contoh penggunaannya. Selama tahun 2010, Rumah Sakit Cipto Mangun Kusumo (RSCM) Jakarta menerima beberapa pasien limbah dari negara China yang dalam proses terapi kanker dengan radioaktif. Masuknya pasien yang di dalam tubuhnya sudah diimplantasi dengan I¹²⁵ tidak dapat terdeteksi oleh peralatan di bandara maupun pelabuhan tempat pengendalian keluar masuknya penduduk. Selain itu belum dimilikinya peraturan yang mengatur keluar masuknya pasien yang diimplantasi dengan sumber radioaktif juga menyebabkan kesulitan dalam pengawasan pasien tersebut.

Pada kasus dimana pasien implant I¹²⁵ dari China masuk ke Indonesia, BAPETEN melakukan pengukuran dan sesuai dengan standard keselamatan yang dirujuk dari USNRC RG 8.39 *Release of Patients Administered Radioactive Materials* bahwa pasien dengan hasil pengukuran di bawah 10 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ dapat di-*release* tanpa instruksi khusus dan dapat dinyatakan aman serta tidak membahayakan lingkungan/ masyarakat sekitar, dengan status: *release without specific instruction*. Hasil pengukuran BAPETEN bahwa pasien tersebut memiliki laju dosis yang di bawah nilai yang disyaratkan.

Dalam kasus lain terdapat kasus lepasnya I^{125} yang terpasang dalam tubuh pasien. Hasil investigasi BAPETEN dilapangan menunjukkan bahwa sumber yang terlepas sudah dapat diamankan.

6.2.2.2 Tanggap atas pemberitaan penambangan Uranium oleh PT Freeport

Untuk menjawab berbagai pertanyaan masyarakat tentang keberadaan Uranium di kawasan pertambangan PT. Freeport Indonesia di Papua, BAPETEN telah melakukan inspeksi khusus dikawasan tersebut. Inspeksi khusus ke area PT. Freeport Indonesia adalah untuk melakukan investigasi keberadaan Uranium di area tersebut yaitu dengan melakukan pengukuran radioaktivitas batuan menggunakan detektor gamma (SPP2NF scintilometer, Identifinder dan Redeye) yang dapat mendeteksi radiasi gamma dari anak luruh ^{238}U . Pengukuran radioaktivitas dan pengambilan *sample* dilakukan pada beberapa lokasi yang mewakili seluruh lokasi kegiatan penambangan PT. Freeport Indonesia dari sumber bijih hingga ke pelabuhan pengapalan.

Hasil pengukuran pada lokasi dari sumber bijih hingga ke pelabuhan diketahui bahwa nilai radioaktivitas di semua titik pengamatan berkisar antara 60 – 125 cps dengan *background* 40 – 75 cps. Berdasarkan pengalaman (hasil analisis mineralogi), radioaktivitas di bawah 1000 cps tidak menunjukkan adanya mineral Uranium. Data lain hasil pengukuran laju paparan *background* di area pertambangan PT. Freeport Indonesia adalah pada nilai jangkauan (*range*) rendah yaitu 0,03 – 0,10 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, sehingga tidak dijumpai indikasi adanya deposit Uranium.



Gambar 6.8. Lokasi yang menjadi tempat pengukuran: a. Dasar Grasberg (tambang terbuka), b. GBT mine (tambang bawah tanah), c. Stockpile sebelum pabrik mill, d. Pabrik pengolahan, e. Gudang (Barn) penyimpanan konsentrat kering, dan f. Kapal yang mengangkut konsentrat

6.2.2.3 Pengukuran radioaktivitas lingkungan akibat semburan lumpur dan bebatuan gunung berapi

Terkait semburan gas yang terjadi pada tanggal 14 Maret 2010 di area eksplorasi sumur gas PT. di Kecamatan Langgam - Pelalawan, Riau, BAPETEN melakukan survei radiologi dan sampling lingkungan pada 19-20 Maret 2010 untuk memastikan keselamatan masyarakat terkait tingkat bahaya semburan gas yang dicurigai kemungkinan mengandung sumber radioaktif.



Gambar 6.9.Semburan gas di Riau

Hasil pengukuran laju dosis, tingkat kontaminasi, dan pengukuran konsentrasi radioaktif di udara menunjukkan bahwa sekitar semburan gas pada jarak 50 meter terukur paparan radiasi sama dengan paparan radiasi sekitar (*background*) dan tidak terbaca adanya unsur radioaktif, sehingga dapat dikatakan aman dari bahaya sumber radiasi.

Peristiwa semburan lumpur akibat kegiatan penambangan gas di Sidoarjo berpotensi untuk meningkatkan dampak paparan radiasi lingkungan di daerah setempat. Hal ini dapat disebabkan dengan terangkatnya sumber – sumber radiasi alam yang berasal dari dalam tanah ke permukaan. Dari hasil pengukuran pertama sampai dengan pengukuran yang dilakukan saat ini belum ditemukan adanya indikasi terjadinya peningkatan radioaktivitas lingkungan secara signifikan. Walaupun demikian, nilai laju paparan radiasinya masih berada di bawah kriteria radiologik, yakni *action level* dengan nilai $0,5 \mu\text{Sv}/\text{jam}$, yang digunakan untuk kepentingan mempertimbangkan dilakukannya tindakan intervensi.

Erupsi gunung Merapi yang terjadi pada tanggal 26 Oktober 2010, selain mengakibatkan korban jiwa juga meninggalkan jejak berbagai dampak material vulkanik yang mengakibatkan distorsi lingkungan. Material vulkanik dengan berbagai ukuran diameter butiran terhambur ke atmosfer dan mengalami dispersi mengikuti arah angin. Material tersebut akan tertahan di atmosfer atau terdisposisi ke permukaan daratan, perairan, vegetasi, dll bergantung pada sifat fisika dan kimia material serta kondisi lingkungan sekitar. Tidak menutup kemungkinan bahwa material yang dikeluarkan dari peristiwa erupsi gunung Merapi mengandung unsur radioaktif. Salah satu sumber radiasi alam atau *Naturally Occurring Radioactive Material* (NORM) adalah sumber radiasi primordial, yaitu unsur radioaktif yang terbentuknya bersamaan dengan terbentuknya bumi dan terdeposit dalam kulit bumi. Unsur radioaktif alam tersebut dapat bermigrasi ke arah vertikal dan lateral akibat pengaruh alam, misalnya: dislokasi, pecahan batuan, dispersi hidrodinamika airtanah, dll sehingga unsur radioaktif dapat terjebak dalam batuan atau terangkat menuju permukaan.

Peristiwa alam erupsi gunung Merapi telah menyerap perhatian dan partisipasi aktif berbagai komponen bangsa sesuai dengan kapasitas, kapabilitas dan kewenangan masing-masing, termasuk Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). PP No. 33 tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber radioaktif, Pasal 51 telah memandatkan kepada BAPETEN untuk melakukan intervensi terhadap paparan kronik yang berasal dari NORM apabila konsentrasi radioaktif yang terkandung dalam NORM telah melampaui nilai batas yang ditetapkan.

Dalam rangka pentaatan terhadap mandat tersebut, maka BAPETEN melakukan survei radiologik terhadap lingkungan yang terkena dampak erupsi gunung Merapi untuk mengetahui perlu tidaknya tindakan intervensi oleh BAPETEN. Apabila hasil survei radiologik menunjukkan tingkat paparan radiasi atau tingkat radioaktivitas di lingkungan berada pada tingkat yang mempengaruhi keselamatan masyarakat maka BAPETEN wajib melaksanakan intervensi melalui tindakan remedial sedemikian rupa sehingga tingkat radioaktivitas lingkungan dari daerah

terkena dampak erupsi gunung merapi berada pada kondisi yang dapat diterima.

Hasil survei radiologik menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh erupsi Gunung Merapi terhadap tingkat radioaktivitas lingkungan di DIY dan Jateng. Laju paparan radiasi disetiap lokasi titik pengukuran dan di abu vulkanik masih dalam rentang laju paparan radiasi latar yang terukur, yaitu: 0,10 – 0,18 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ dan perbedaan laju paparan antar lokasi pengukuran disebabkan sifat random paparan radiasi.



Gambar 6.10. Pengukuran tingkat radioaktivitas dan pengambilan sampel oleh tim STD paska erupsi Merapi di Yogyakarta

6.2.2.4 Pengukuran radioaktivitas di sekitar terjadinya ledakan bom

Dalam rangka menindaklanjuti informasi di media massa terkait adanya ledakan bom rakitan di halte angkutan umum simpang Sumber Arta, Pondok Kelapa Duren Sawit – Jakarta Timur, telah dilakukan verifikasi di lapangan. Berdasarkan hasil pengukuran laju paparan dan pemantauan di lapangan dengan membandingkan hasil *background* di luar lokasi ledakan bom rakitan dan di pusat ledakan bom hasil yang diperoleh hampir sama dan tidak terdapat adanya nuklida. Sehingga dapat dinyatakan aman dan tidak membahayakan

lingkungan/masyarakat sekitar dan tidak terindikasi adanya bom ledakan RDD di sekitar lokasi.



Gambar 6.11. Pengukuran tingkat radioaktivitas di TKP terjadinya ledakan bom

6.2.2.5 Pengukuran radioaktivitas di sekitar terjadinya jatuhnya benda langit

Selama tahun 2010, BAPETEN melakukan tindakan tanggap terhadap tiga pemberitaan di media masa terkait informasi adanya dugaan jatuhnya benda langit yang diduga meteor di Cirebon, Duren Sawit Jakarta, dan Karanganyar Jawa Tengah. BAPETEN memiliki perhatian terhadap pemberitaan tersebut karena dugaan jatuhnya benda langit tersebut dapat juga berasal dari satelit yang bertenaga nuklir.

Menindaklanjuti informasi di media massa terkait adanya ledakan yang diperkirakan meteor di jl. Delima VI gang 2, Duren Sawit – Jakarta Timur, telah dilakukan verifikasi di lapangan. Berdasarkan hasil pengukuran laju paparan dan pemantauan dilapangan dengan membandingkan hasil background diluar lokasi jatuhnya dan dipusat jatuhnya hasil yang diperoleh hampir sama dan tidak terdapat adanya nuklida. Sehingga dapat dinyatakan aman dan tidak membahayakan lingkungan/masyarakat sekitar.

Tanggal 18 Agustus 2010 pukul 21.00 WIB diberitakan telah terjadi jatuhnya benda langit di sebuah tanah lapang di area pabrik gula Terasana Baru, Babakan Cirebon. Untuk mengetahui ada tidaknya

peningkatan paparan radiasi di daerah tersebut maka pada tanggal 19 Agustus 2010 dilakukan investigasi oleh Tim Kesiapsiagaan Nuklir. Berdasarkan hasil investigasi tim STD di lapangan, dapat disimpulkan bahwa benda jatuh dari langit yang diduga meteor bukan merupakan pemancar radioaktif dan tidak mengkontaminasi lingkungan.



Gambar 6.12. Pengukuran radioaktivitas lingkungan oleh STD BAPETEN di lokasi jatuhnya benda asing yang diduga meteor dan hasil pengukuran laju paparan radiasi.

Berdasarkan hasil pengukuran dan sudut pandang proteksi radiasi, tempat yang diduga sebagai lokasi jatuhnya benda asing di ketiga lokasi di Indonesia selama tahun 2010 ini, dapat disimpulkan bahwa lingkungan tersebut tidak terkontaminasi dan tidak terjadi peningkatan paparan radiokativitas sehingga aman untuk masyarakat.

BAB VII

KEGIATAN LAIN UNTUK PENINGKATAN KESELAMATAN DAN KEAMANAN PEMANFAATAN TENAGA NUKLIR

Dalam melakukan pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir, BAPETEN menerapkan prinsip bahwa tanggungjawab utama keselamatan dibebankan pada pemegang ijin. Untuk mewujudkan persepsi dan harapan yang sama terhadap pemanfaatan tenaga nuklir yang selamat dan aman bagi para pekerja, masyarakat dan lingkungan hidup, maka perlu dibangun sikap positif dan komunikasi yang lebih efektif antara BAPETEN sebagai pengawas dengan pemegang ijin pemanfaatan tenaga nuklir.

Untuk meningkatkan peran BAPETEN dalam mewujudkan keselamatan, keamanan dan safeguards di tingkat internasional, BAPETEN telah berpartisipasi aktif melalui keikutsertaan dalam KTT-Nuclear Security Summit, memprakarsai pertemuan APSN, dan ANSN. Hal tersebut diharapkan akan meningkatkan efektivitas pelaksanaan pengawasan tenaga nuklir, dan menumbuhkembangkan budaya keselamatan dan keamanan yang kokoh dalam pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia.

7.1 *Executive Meeting*

Dengan pertimbangan bahwa peran para executive pemegang izin sangat menentukan tingkat efektivitas pelaksanaan keselamatan dan keamanan pemanfaatan tenaga nuklir, maka pertemuan antara BAPETEN dengan para pemegang kebijakan pengguna tenaga nuklir diperlukan, untuk membangun sikap positif dalam rangka menyetarakan keseimbangan antara formalitas dan hubungan profesional. Dengan demikian, diskusi tentang aspek keselamatan dan keamanan nuklir selama pengawasan dapat berlangsung secara terbuka, jujur dan saling menghormati. Pertimbangan kedua belah pihak dapat difokuskan pada kinerja keselamatan dan keamanan nuklir jangka panjang bagi para pekerja, masyarakat dan perlindungan terhadap lingkungan hidup.

Pada tanggal 9 Juni 2010 bertempat di ruang auditorium BAPETEN lantai 8 Gedung B, BAPETEN menyelenggarakan *executive meeting* pengguna tenaga nuklir bidang industri. Pertemuan ini dihadiri oleh 100 peserta dari para executive pengguna bidang industri dan wartawan serta para pejabat eselon I dan II BAPETEN. Pertemuan *executive* yang dibuka oleh Bapak Menteri Negara Riset dan Teknologi Drs.H.Suharna Surapranata,MT ini menampilkan tema “ Manfaat Pengawasan Bagi Pengguna dan Pemberlakuan Peraturan tentang Keamanan Sumber Radioaktif”.



Gambar 7.1 Penyelenggaraan *Executive Meeting* Bidang Industri di BAPETEN, 9 Juni 2010

Selain presentasi dan diskusi pada kesempatan yang baik ini BAPETEN meluncurkan layanan bagi para pengguna yang dapat diakses melalui telepon seluler yaitu SMS Center BAPETEN dengan nomor 0815 11 858 858. Dengan kehadiran SMS center ini, pemohon izin dan masyarakat di seluruh wilayah Indonesia dapat memperoleh informasi yang akurat tentang data perizinan pemanfaatan tenaga nuklir.

Pertemuan executive meeting bidang kesehatan dilaksanakan tanggal 30 November 2010 dihadiri oleh 95 peserta dari rumah sakit atau fasilitas kesehatan, para pejabat BAPETEN serta wartawan. Adapun tema yang ditetapkan dalam pertemuan ini adalah “ Uji Kesesuaian (*Compliance Test*) Pesawat Sinar-X”. Dengan penerapan pengawasan melalui uji kesesuaian ini, maka kelayakkan terjaminnya keselamatan pemakaian

peralatan kesehatan yang menggunakan sumber radioaktif menjadi lebih baik.



Gambar 7.2. Penyelenggaraan Executive Meeting Bidang Kesehatan di BAPETEN, 30 November 2010

Dengan pertemuan *executive* dalam bidang kesehatan ini, diharapkan dapat menjembatani pertukaran informasi antara BAPETEN dengan instansi pengguna, sekaligus mencari jalan keluar bersama atas segala persoalan yang dihadapi di lapangan, terutama yang berkaitan dengan keamanan sumber radioaktif maupun uji kesesuaian pesawat sinar X.

7.2. Peran BAPETEN dalam Mewujudkan Keselamatan, Keamanan & Seifgard Melalui Kerjasama Internasional.

7.2.1. KTT *Nuclear Security Summit*

Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) yang membahas upaya negara-negara peserta untuk memastikan keamanan dan kendali bahan nuklir dunia atau dikenal dengan *Nuclear Security Summit* (NSS) ini telah diselenggarakan di Washington DC Amerika pada tanggal 13-14 April 2010. Konferensi tingkat tinggi ini dihadiri oleh para pemimpin dunia dan dibuka oleh Presiden Amerika Barack Obama. Delegasi Indonesia

dipimpin oleh Wapres RI Prof Murdiono dan salah satu delegasinya adalah Kepala BAPETEN. Tujuan dari NSS yaitu :

- kesepakatan internasional berdasarkan tiga pilar meliputi pelucutan senjata, penghentian penyebaran senjata nuklir, serta hak-hak negara-negara menggunakan nuklir untuk tujuan damai.
- Nuclear Security sebagai sesuatu yang penting namun bersifat contributive dan tidak sama pentingnya dengan ketiga pilar NPT.
- Tanggungjawab di bidang nuclear security utamanya terletak ditangan masing-masing negara.

Keamanan nuklir mulai menjadi perhatian internasional karena peluang pemanfaatannya untuk tujuan terorisme.



Gambar 7.3. Wapres Prof Budiono berdiskusi dengan Kepala BAPETEN Sebelum Pidato di KTT-*Nuclear Security Summit*

Pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia yang dilaksanakan oleh BAPETEN mencakup tiga aspek keselamatan, keamanan dan seifgard. Dalam bidang keamanan zat radioaktif, mulai 8 Juni 2010 telah diberlakukan PP No. 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif. Dengan demikian pengawasan seluruh pemanfaatan tenaga nuklir terhadap penerapan dan kepatuhan ketentuan keamanan sumber radioaktif sudah mulai dilakukan oleh BAPETEN. Dengan demikian, BAPETEN dalam melakukan tugas pengawasan, dapat tetap menjaga bahwa pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia memang hanya ditujukan untuk keperluan damai.

7.2.2. The First Meeting of Asia Pasific Safeguards Network.

Untuk meningkatkan kerjasama terhadap pelaksanaan pemanfaatan bahan nuklir hanya untuk tujuan damai atau seifgards di kawasan Asia-pasifik, maka pada tahun 2009 Indonesia bersama-sama dengan Australia dan kemudian didukung oleh Jepang dan Korea Selatan , telah membentuk forum *Asia Pasific Safeguards Network (APSN)*.

Forum yang diketuai oleh John Carlson dari ASNO Australia ini, digunakan sebagai wahana tukar menukar informasi untuk meningkatkan kualitas, efektivitas dan efisiensi implementasi seifgards di kawasan asia pasifik. BAPETEN menyelenggarakan pertemuan APSN di Bali pada tanggal 2-4 Juni 2010 yang dihadiri oleh International Atomic Energy Agency (IAEA) dan 14 negara Australia, Jepang, Korea selatan, RRC, Malaysia, Filipina, Singapura, Thailand, Vietnam, Amerika, Kanada, Rusia dan Selandia Baru serta tuan rumah Indonesia.



Gambar 7.4. Penyelenggaraan Pertemuan APSN di Bali, 2-4 Juni 2010

Dengan terjalannya APSN ini, diharapkan dapat meningkatkan kerjasama dalam bentuk tukar menukar pengetahuan mengenai isu seifgards serta membangun jaringan praktisi seifgards nasional di kawasan Asia Pasifik. Kegiatan APSN mengakomodasi semua kebutuhan yang diperlukan oleh negara anggotanya serta IAEA, antara lain melakukan koordinasi membantu menyelenggarakan kegiatan pelatihan seifgard bekerjasama

dengan IAEA, kerjasama dalam ketersediaan sumber-sumber informasi dan bantuan profesional sesama negara-negara anggota.

7.2.3. *The Third Nuclear Safety Strategy Dialog of Asian Nuclear Safety Network*

Upaya peningkatan dan pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang keselamatan nuklir, BAPETEN telah mengembangkan *Asian Nuclear Safety Network (ANSN)* yang diprakarsai oleh IAEA dan dioperasikan secara bersama oleh BAPETEN dan BATAN.



Gambar 7.5 Penyelenggaraan Dialog ANSN di Hotel Sheraton, 22-23 April 2010

Pada tanggal 22-23 April 2010 bertempat di Hotel Sheraton Yogyakarta, BAPETEN dan BATAN menyelenggarakan pertemuan ke-3 Dialog Strategi Keselamatan Nuklir di Yogyakarta, dihadiri oleh 50 orang peserta dari IAEA, China, Jepang, Korea Selatan, Malaysia, Filipina, Thailand, Vietnam, Australia, Perancis, Jerman, Amerika Serikat dan Indonesia. Dalam dialog strategi keselamatan nuklir ini dibahas peran ANSN sebagai jejaring regional yang diharapkan mampu memfasilitasi segala kegiatan transfer pengetahuan dan pengalaman, untuk memperkuat infrastruktur keselamatan nuklir.

HASIL PENGAWASAN BAPETEN MENUNJUKKAN : KONDISI PEMANFAATAN TENAGA NUKLIR DI INDONESIA SELAMAT-AMAN-HANYA UTK TUJUAN DAMAI

Pemerintah Republik Indonesia mempunyai komitmen bahwa setiap pemanfaatan tenaga nuklir hanya dan hanya untuk tujuan damai dan ditujukan untuk turut serta mempercepat tercapainya kesejahteraan rakyat .

BAPETEN merupakan satu-satunya Lembaga Pemerintah, yang ditugaskan untuk melakukan pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir pada semua sektor, dengan tujuan untuk menjamin keselamatan, keamanan, ketentraman bagi pekerja, masyarakat dan perlindungan terhadap lingkungan hidup.

Dalam melakukan pengawasan tenaga nuklir, BAPETEN sebagai Badan Pengawas yang mandiri, selalu berupaya untuk memastikan terwujudnya keselamatan dan keamanan dalam pemanfaatan tenaga nuklir di seluruh Indonesia. Untuk itu BAPETEN berpegang teguh pada kondisi keselamatan dan keamanan yang di tuangkan dalam persyaratan perijinan, melakukan inspeksi secara intensif untuk membuktikan bahwa tenaga nuklir dimanfaatkan sesuai dengan ijin yang diberikan.

Hasil pengawasan menunjukkan bahwa fasilitas radiasi dan zat radioaktif serta instalasi dan bahan nuklir dimanfaatkan sesuai dengan standar keselamatan dan keamanan yang dipersyaratkan.

BAPETEN melakukan kerjasama dengan mitra kerja pada tingkat nasional dan internasional guna mempertinggi kualitas pengawasannya sekaligus untuk mempromosikan tingkat keselamatan, keamanan dan seifgard dalam pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia.



BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

Homepage:www.bapeten.go.id / SMS Center BAPETEN: 0815-11-858-858

Jalan Gajah Mada no 8, Jakarta Pusat 10120, Po.Box 4005 Jkt 10040

Telp. (+62-21) 6385 8269-70 / Fax. (+62-21) 6385 8275