

BAGIAN I. KERANGKA HUKUM DAN SISTEM PENGAMANAN NUKLIR

Buku ini tidak diperjualbelikan

BAB II

Kerangka Legal Keamanan Nuklir

Yaziz Hasan

A. Pendahuluan

Program pemanfaatan tenaga nuklir, baik untuk pembangkitan daya (yaitu pembangkit listrik tenaga nuklir, PLTN) maupun untuk aplikasi non daya (misalnya reaktor riset), mensyaratkan pemenuhan beberapa perangkat infrastruktur, seperti infrastruktur keselamatan dan keamanan. Selain itu, program pemanfaatan tenaga nuklir harus didasarkan pada komitmen hanya untuk tujuan damai, dengan cara penerapan yang aman dan selamat. Komitmen ini mengharuskan adanya infrastruktur nasional yang berkelanjutan yang melibatkan aspek-aspek pemerintahan, peraturan perundang-undangan, manajerial, teknologi, sumber daya manusia, dan dunia industri sepanjang siklus program nuklir dimaksud, termasuk infrastruktur yang terkait dengan penanganan bahan nuklir, yang memerlukan per-

Yaziz Hasan*

Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), e-mail: yazi001@brin.go.id

© 2023 Editor dan Penulis

Hasan, Y. (2024). Kerangka legal keamanan nuklir. Dalam Antariksawan, A. R. (Ed.), *Memperkuat Keamanan Nuklir Untuk Meningkatkan Pemanfaatan Iptek Nuklir* (15–53). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.760.c990, E-ISBN: 978-623-8372-75-1

Buku ini tidak diperjualbelikan

hatian sungguh-sungguh dalam hal keselamatan (*safety*), keamanan (*security*) dan garda aman (*safeguards*) (IAEA, 2015).

Panduan yang diperlukan dalam pengembangan infrastruktur yang dimaksud, antara lain, dinyatakan dalam instrumen hukum nasional dan internasional, berupa instrumen hukum nuklir (*nuclear law*) yang mencakup keselamatan, keamanan, garda aman, dan pertanggungjawaban kerugian nuklir. Tujuan utama hukum nuklir adalah memberikan suatu kerangka legal dalam rangka melaksanakan kegiatan-kegiatan (aktivitas) yang berhubungan dengan tenaga nuklir dan radiasi pengion dalam suatu cara yang memberikan perlindungan memadai terhadap individu, harta benda, dan lingkungan. Hukum nuklir berlandaskan pada sebelas prinsip sebagai berikut.

- 1) keselamatan,
- 2) keamanan,
- 3) tanggungjawab,
- 4) perizinan,
- 5) pengawasan berkelanjutan,
- 6) kompensasi,
- 7) pembangunan berkelanjutan,
- 8) kepatuhan,
- 9) kemandirian,
- 10) transparansi, dan
- 11) kerja sama internasional.

Kesebelas prinsip ini membedakan hukum nuklir dari hukum lainnya, yang dalam penerapannya harus dipatuhi secara sungguh-sungguh (Stoiber et.al., 2003).

Unjuk kepatuhan terhadap instrumen hukum internasional, standar keselamatan nuklir yang diterima secara internasional, panduan keamanan nuklir, dan persyaratan garda aman sangat penting dalam membangun program nuklir yang bertanggung jawab. Selain keselamatan nuklir, isu penting lainnya adalah yang terkait dengan pengendalian (pengawasan) bahan nuklir, baik untuk menjamin keamanan bahan maupun untuk memastikan bahwa semua kegiatan tidak mengandung risiko proliferasi senjata nuklir dan bahwa semua

bahan dapat dipertanggungjawabkan dan diawasi. Ini memerlukan pengembangan budaya, sistem, dan praktik yang memastikan bahwa semua pihak mengetahui tanggung jawab dan tindakan apa yang harus dilakukan. Mengenai keamanan nuklir, tujuan utamanya adalah untuk melindungi orang, masyarakat, harta benda, dan lingkungan dari efek berbahaya karena peristiwa keamanan nuklir. Seperti halnya keselamatan, rezim keamanan nuklir yang komprehensif perlu dikembangkan dan dijaga untuk mencegah, mendeteksi, dan merespons setiap peristiwa yang terkait dengan keamanan nuklir (IAEA, 2015).

Tanggung jawab keamanan nuklir di suatu negara sepenuhnya berada di tangan negara tersebut. Namun, dalam prakteknya, kerja sama regional dan internasional menjadi suatu kebutuhan nyata karena makin disadarinya kemampuan mencegah, mendeteksi, dan merespons ancaman terhadap keamanan nuklir di dalam satu negara. Selain itu, hal tersebut juga dipengaruhi oleh kecukupan dan efektivitas langkah-langkah keamanan nuklir yang diambil oleh negara lain, terutama ketika bahan nuklir diangkut melintasi perbatasan antarnegara. Dalam hal ini, keamanan nuklir bermakna sebagai suatu tindakan pencegahan, deteksi, dan respons terhadap, pencurian, sabotase, akses tidak sah, transfer ilegal, atau tindakan kriminal lainnya yang melibatkan bahan nuklir, zat radioaktif lain, atau fasilitas terkait (IAEA, 2011a).

Isu-isu keamanan nuklir mencakup ancaman terhadap keamanan bahan nuklir, terorisme nuklir, serangan terhadap fasilitas nuklir, dan pencurian zat radioaktif. Dilatarbelakangi runtuhnya salah satu negara adidaya nuklir, muncul kekhawatiran bahwa kelompok sub-nasional tertentu dapat memiliki senjata nuklir atau radiologis. Kekhawatiran tersebut karena banyaknya bahan nuklir yang ditimbun selama perang dingin; kemungkinan tersebarnya kemampuan pengolahan bahan bakar nuklir untuk pengembangan senjata nuklir; serta perubahan sosial, politik, dan ekonomi yang cepat yang dapat menempatkan bahan dan kemampuan tersebut berisiko pada keamanan internasional. Kekhawatiran ancaman penggunaan senjata nuklir dan radiologis mengambil tiga bentuk, antara lain.

- 1) kekhawatiran bahwa kelompok aktor non negara, seperti kelompok teroris, memperoleh dan menggunakan senjata yang hilang atau dicuri dari persediaan senjata era perang dingin atau dari kekuatan nuklir yang baru muncul;
- 2) kekhawatiran bahwa kelompok teroris yang termotivasi dan canggih dapat memperoleh bahan nuklir khusus yang cukup untuk membuat senjata mereka sendiri, dalam bentuk perangkat nuklir improvisasi (*improvised nuclear device*, IND); dan
- 3) kekhawatiran bahwa kelompok tertentu dapat memperoleh bahan radioaktif aktivitas tinggi, yang kemudian dapat didispersikan melalui bahan peledak kimia konvensional dalam bentuk perangkat dispersi radiologis (*radiological dispersion device*, RDD) atau variannya yang berupa perangkat pemapar radiasi (*radiation exposure device*, RED), pada kawasan berpenduduk padat dalam upaya menimbulkan kematian, cedera, dan kontaminasi, ataupun sekadar teror yang terkait dengan dosis radiasi yang sangat tinggi (Nacht et.al., 2021).

Kekhawatiran terhadap ancaman keamanan tersebut menjadi tantangan yang harus ditangani secara sungguh-sungguh melalui penguatan dan penerapan rezim keamanan nuklir global. Bab ini akan menjelaskan rezim keamanan nuklir global berupa instrumen legal internasional dan nasional, dalam keamanan nuklir sebagai salah satu mekanisme dan/atau langkah dalam mencegah, mendeteksi, dan meresponss pencurian, sabotase, akses tidak sah, transfer ilegal, dan tindakan kriminal lainnya yang melibatkan bahan nuklir dan radioaktif.

B. Instrumen Internasional Rezim Keamanan nuklir

Tidak seperti keselamatan nuklir yang memiliki Konvensi Keselamatan Nuklir (*Convention on Nuclear Safety*, CNS), tidak ada konvensi internasional tunggal yang dikhususkan untuk rezim keamanan nuklir. Dengan kata lain, tidak ada instrumen internasional tunggal yang mengatur keamanan nuklir secara komprehensif. Sebaliknya, terdapat

beberapa instrumen internasional yang membentuk rezim global keamanan nuklir. Beberapa instrumen tersebut mengatur langkah-langkah keamanan penggunaan, penyimpanan, dan pengangkutan zat radioaktif dan fasilitas terkait dengan bahan dan zat tersebut dari segala bentuk tindakan kriminal.

Berdasarkan sifat keterikatan, terdapat instrumen internasional keamanan nuklir yang mengikat dan tidak mengikat secara hukum. Sementara itu, berdasarkan organisasi yang menaunginya, ada instrumen internasional keamanan nuklir yang berada di bawah naungan IAEA, Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) (United Nations, UN), dan Organisasi Maritim Internasional (International Maritime Organization, IMO). Tabel 2.1 merangkum instrumen internasional yang terkait dengan keamanan nuklir.

Tabel 2.1 Instrumen Internasional Keamanan Nuklir

1. Instrumen internasional yang mengikat secara hukum		
Di bawah IAEA	Di bawah PBB	Di bawah IMO
1) Konvensi Proteksi Fisik Bahan Nuklir (The Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, CPPNM) dan Amendemennya.	1) Konvensi Internasional Pemberantasan Pemboman Teroris (International Convention for the Suppression of Terrorist Bombings, ICSTB) atau Konvensi Pemboman Teroris (Terrorist Bombings Convention).	1) Konvensi Pemberantasan Tindakan Melawan Hukum terhadap Keselamatan Navigasi Maritim (The Convention for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Maritime Navigation) atau Konvensi SUA 1988 (1988 SUA Convention).

- | | | |
|---|---|--|
| <p>2) Konvensi Pemberitahuan Dini Kecelakaan Nuklir (The Convention on Early Notification of a Nuclear Accident) atau Konvensi Pemberitahuan Dini.</p> <p>3) Konvensi Bantuan dalam Kasus Kecelakaan Nuklir atau Kedaruratan Radiologis (The Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency) atau Konvensi Bantuan.</p> | <p>2) Konvensi Pemberantasan Tindakan Terorisme Nuklir (International Convention for the Suppression of Acts of Nuclear Terrorism, ICSANT) atau Konvensi Terorisme Nuklir (Nuclear Terrorism Convention).</p> <p>3) Resolusi Dewan Keamanan (DK)-PBB 1373 (2001).</p> <p>4) Resolusi DK-PBB 1540 (2004).</p> | <p>2) Protokol Pemberantasan Tindakan Melawan Hukum terhadap Keselamatan Anjungan Tetap yang berada di Landas Kontinen (The Protocol for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Fixed Platforms located on the Continental Shelf) atau Protokol Anjungan Tetap 1988 (1988 Fixed Platforms Protocol).</p> <p>3) Protokol 2005 Konvensi SUA 1988 (The 2005 Protocol to the 1988 SUA Convention).</p> <p>4) Protokol 2005 Protokol Anjungan Tetap 1988 (The 2005 Protocol to the 1988 Fixed Platforms Protocol).</p> |
|---|---|--|

2. Instrumen internasional yang tidak mengikat secara hukum

Di bawah IAEA	Di bawah PBB
<p>1) Rekomendasi Keamanan Nuklir tentang Proteksi Fisik Bahan Nuklir dan Fasilitas Nuklir (Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities) (INFCIRC/225/Revisi 5).</p> <p>2) Kode Etik Keselamatan dan Keamanan Sumber Radioaktif (The Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources) atau Kode Etik.</p>	<p>1) Strategi Kontra-Terorisme Global Perserikatan Bangsa-Bangsa (The United Nations Global Counter-Terrorism Strategy (UNGCTS), (A/RES/60/288)).</p>

Buku ini tidak diperjualbelikan

-
- 3) Pedoman Tambahan tentang Impor dan Ekspor Sumber Radioaktif (The Supplementary Guidance on the Import and Export of Radioactive Sources) atau Pedoman Tambahan.
-

Hampir semua instrumen internasional ditujukan untuk mengatur langkah-langkah keamanan terhadap bahan radioaktif, kecuali CPPNM dan amendemennya yang hanya mengatur bahan nuklir dan fasilitas nuklir, serta kode etik dan pedoman tambahannya yang hanya mengatur sumber radioaktif dan fasilitas terkait.

1. Instrumen Internasional Mengikat secara Hukum

Beberapa instrumen internasional terkait keamanan nuklir yang mengikat secara hukum diuraikan sebagai berikut.

- a. Konvensi Proteksi Fisik Bahan Nuklir (The Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, CPPNM)

CPPNM memiliki beberapa tujuan, antara lain

- 1) mencapai dan melaksanakan proteksi fisik yang efektif terhadap bahan nuklir yang digunakan untuk tujuan damai di seluruh dunia;
- 2) mencegah dan menangani pelanggaran yang berkaitan dengan bahan tersebut; dan
- 3) memfasilitasi kerja sama di antara negara pihak untuk mencapai tujuan tersebut.

CPPNM secara tegas mengakui hak dan kepentingan semua negara untuk mengembangkan dan menerapkan tenaga nuklir serta memanfaatkan potensi tenaga nuklir untuk tujuan damai (IAEA, 2011a).

CPPNM terdiri dari dua komponen utama. Pertama, mengenai penerapan pengaturan proteksi fisik bahan nuklir dalam pengangkutan internasional. Kedua, mengenai pencegahan, deteksi, dan pidana terhadap pelanggaran internasional yang berkaitan dengan bahan nuklir. Lebih khusus, isi CPPNM ditujukan untuk

- 1) mengatur tingkat proteksi (pengamanan) yang harus diberikan oleh negara pihak terhadap berbagai kategori bahan nuklir selama pengangkutan dalam wilayah internasional, baik selama ekspor, impor, maupun transit bahan nuklir tersebut ketika melalui wilayah masing-masing negara pihak;
- 2) mensyaratkan negara pihak untuk menetapkan badan berwenang dan narahubung dengan tanggung jawab proteksi fisik dan mengoordinasikan operasi pemulihan dan responss jika terjadi pencurian, kehilangan, pemindahan tidak sah, penggunaan tidak sah atau ancaman terhadap bahan nuklir;
- 3) mengatur tindak pidana tertentu yang berkaitan dengan, antara lain, pencurian dan tindakan melanggar hukum lainnya terhadap bahan nuklir; dan
- 4) memfasilitasi kerja sama antarnegara pihak untuk mencapai tujuan proteksi fisik.

CPPNM menetapkan tingkat (*level*) proteksi bahan nuklir selama pengangkutan di wilayah internasional sesuai kategorinya, yaitu Kategori I, II, dan III. Kategori I mensyaratkan tingkat proteksi tertinggi, sementara Kategori III mensyaratkan tingkat proteksi paling rendah. CPPNM diadopsi pada 26 Oktober 1979 dan dibuka untuk ditandatangani pada 3 Maret 1980. Sejak mulai berlaku pada 8 Februari 1987, CPPNM kini memiliki 164 negara pihak, termasuk Indonesia. Pemerintah Indonesia meratifikasi CPPNM melalui Keputusan Presiden Nomor 49 Tahun 1986 tentang Pengesahan *Convention on the Physical Protection of Nuclear Material* pada 24 September 1986. Sebagai catatan, CPPNM tidak berlaku untuk bahan nuklir tujuan militer atau sumber radioaktif (Findlay, 2010).

b. Amendemen CPPNM 2005

Jika kewajiban di bawah CPPNM hanya mencakup proteksi fisik bahan nuklir selama pengangkutan internasional, Amendemen memperluas cakupan CPPNM untuk juga mencakup proteksi fasilitas nuklir dan bahan nuklir yang sedang dalam penggunaan, penyimpanan, dan pengangkutan domestik yang digunakan untuk tujuan damai. Ruang lingkup Amendemen terbatas pada bahan nuklir dan fasilitas nuklir dan tidak mencakup sumber radioaktif dan fasilitas terkait. Amendemen juga tidak mencakup bahan nuklir dan fasilitas nuklir untuk militer (IAEA, 2011a).

Dengan demikian, CPPNM dan Amendemennya, secara bersama-sama, mewajibkan negara pihak untuk

- 1) menetapkan, menerapkan, dan memelihara rezim proteksi fisik yang sesuai yang berlaku untuk bahan nuklir dan fasilitas nuklir di bawah yurisdiksinya, dengan tujuan melindungi terhadap pencurian, memastikan langkah-langkah yang tepat untuk mencari bahan nuklir yang hilang atau yang dicuri, melindungi bahan nuklir dan fasilitas nuklir dari sabotase, dan memitigasi setiap dampak radiologis karena sabotase;
- 2) membangun kerangka legal (hukum) dan peraturan untuk mengatur proteksi fisik dan mempersyaratkan penerapan tingkat proteksi fisik tertentu.
- 3) menerapkan seperangkat Prinsip Dasar Proteksi Fisik Bahan Nuklir dan Fasilitas Nuklir (*Fundamental Principles of Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities*);
- 4) tidak mengekspor atau mengimpor bahan nuklir atau mengizinkan transit melalui wilayahnya bahan-bahan tersebut, kecuali telah menerima jaminan bahwa bahan-bahan ini akan diproteksi selama pengangkutan internasional sesuai dengan tingkat proteksi yang ditentukan oleh CPPNM;
- 5) mengkriminalisasi tindakan tertentu, termasuk kepemilikan tidak sah atau pengangkutan bahan nuklir tidak sah, pencurian, menggunakan atau mengancam menggunakan bahan nuklir untuk menyebabkan kerusakan, dan mengganggu operasi fasilitas

nuklir dengan maksud untuk menyebabkan kerusakan. Setiap negara pihak harus menetapkan yurisdiksi atas pelanggaran ini.

Sesuai dengan Amendemen CPPNM, setiap negara pihak harus merancang dan menetapkan instrumen hukum di tingkat nasional. Hal tersebut ditujukan untuk membangun rezim keamanan nuklir nasional yang tangguh dalam mencegah pencurian, membangun kemampuan responss yang cepat untuk menemukan dan mengembalikan bahan nuklir yang hilang atau dicuri, melakukan proteksi terhadap sabotase bahan nuklir atau fasilitas nuklir, dan mengurangi konsekuensi setiap sabotase yang terjadi.

Amendemen menetapkan 12 prinsip dasar proteksi fisik, antara lain, Prinsip dasar A, yang menyatakan bahwa tanggung jawab pembentukan, pelaksanaan, dan pemeliharaan rezim proteksi fisik dalam suatu negara berada sepenuhnya pada negara tersebut dan Prinsip dasar G, yang menetapkan bahwa proteksi fisik negara harus berdasarkan evaluasi ancaman negara terkini. Prinsip dasar lainnya berkaitan dengan pengembangan dan penerapan budaya keamanan, penerapan konsep pertahanan berlapis, program jaminan mutu, serta rencana kedaruratan dan kerahasiaan (IAEA, 2006).

Amendemen CPPNM diadopsi pada 8 Juli 2005 dan mulai berlaku pada 8 Mei 2016. Saat ini, terdapat 129 negara pihak pada Amendemen CPPNM, termasuk Indonesia. Indonesia menjadi pihak pada Amendemen CPPNM melalui Peraturan Presiden Nomor 46 Tahun 2009 tentang Pengesahan *Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material* (Perubahan Konvensi Proteksi Fisik Bahan Nuklir) tanggal 29 Oktober 2009.

c. Konvensi Internasional Pemberantasan Tindakan Terorisme Nuklir (ICSANT)

ICSANT merupakan instrumen hukum pidana internasional yang mendefinisikan tindakan tertentu sebagai tindak pidana dan mewajibkan negara pihak untuk menetapkan yurisdiksinya atas pelanggaran tersebut, yang bertujuan agar pelanggar dihukum berdasarkan hukum domestiknya dan melakukan ekstradisi atau penuntutan terhadap

orang yang diduga melakukan pelanggaran berdasarkan asas mengekstradisi atau menuntut pelaku (*aut dedere aut judicare*) (IAEA, 2011a). ICSANT, yang memiliki lingkup lebih luas daripada CPPNM dan Amendemennya, bertujuan untuk mencegah dan mengkriminalisasi tindakan terorisme nuklir. Konvensi ini mengkriminalisasi tindakan yang melibatkan zat radioaktif, di mana tidak hanya mencakup bahan nuklir, tetapi juga zat radioaktif lainnya, sebagaimana didefinisikan di dalam konvensi ini. ICSANT juga memasukkan dalam ruang lingkungannya, bahan dan fasilitas nuklir yang digunakan untuk tujuan militer, yang secara eksplisit dikecualikan dari ruang lingkup CPPNM dan Amendemennya (IAEA, 2011a).

ICSANT menetapkan berbagai bentuk pelanggaran terkait terorisme nuklir, antara lain, disebutkan bahwa merupakan suatu pelanggaran bagi setiap orang yang memiliki zat radioaktif dengan maksud untuk menyebabkan kematian, cedera, atau kerusakan harta-benda atau lingkungan, atau menggunakan bahan radioaktif sedemikian rupa sehingga berisiko menimbulkan akibat seperti dimaksud. Masing-masing negara pihak berkewajiban menetapkan pelanggaran dalam hukum pidana domestiknya, serta memastikan bahwa hukuman tersebut memperhatikan sifat berat terorisme nuklir. ICSANT juga mewajibkan para pihak untuk bekerja sama dalam mencegah tindakan terorisme nuklir dengan cara saling bertukar informasi. Setiap negara pihak harus menetapkan yurisdiksi atas setiap pelanggaran jika dilakukan di wilayahnya, di atas kapal atau pesawat terbang yang terdaftar olehnya, atau ketika pelaku adalah salah satu warga negaranya.

ICSANT diadopsi oleh Majelis Umum (MU) PBB pada April 2005, dibuka untuk ditandatangani pada September 2005, dan mulai berlaku pada 7 Juli 2007. Saat ini, terdapat 118 negara pihak pada ICSANT, termasuk Indonesia. Indonesia menjadi pihak pada ICSANT setelah proses ratifikasi melalui UU Nomor 10 Tahun 2014 tentang Pengesahan International Convention for the Suppression of Act of Nuclear Terrorism tanggal 19 Maret 2014.

d. Resolusi 1373 dan Resolusi 1540

Resolusi 1373 bertujuan untuk mencegah dan memberantas pendanaan dan persiapan setiap tindakan terorisme. Berdasarkan resolusi ini, semua negara berkewajiban untuk

- 1) mencegah dan memberantas pendanaan terorisme, kriminalisasi pendanaan terorisme, membekukan dana dan aset keuangan individu yang terlibat dalam aksi terorisme, dan melarang menyediakan dana untuk kepentingan orang-orang yang melakukan tindakan terorisme;
- 2) tidak memberikan dukungan dalam segala bentuk kepada terorisme, mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk mencegah tindakan terorisme, tidak memberi tempat berlindung yang aman bagi teroris atau penyandang dana terorisme, mencegah teroris menggunakan wilayah mereka untuk melawan negara lain, membawa teroris dan mereka yang mendanai terorisme ke pengadilan dengan hukuman yang sesuai, membantu dalam penyelidikan dan proses pidana, dan mencegah gerakan teroris melalui kontrol perbatasan dan pengawasan surat-surat identitas.

DK membentuk dan membuat komite operasional untuk memantau pelaksanaan Resolusi 1373 dan negara-negara diminta untuk melaporkan langkah-langkah yang telah dilakukan dalam melaksanakan resolusi tersebut.

Sementara itu, Resolusi 1540 mewajibkan semua negara untuk tidak memberikan dukungan atau bantuan kepada aktor non negara yang berusaha memperoleh apa yang disebut senjata pemusnah massal (*weapon of mass destruction*, WMD), yaitu senjata nuklir dan radiologis, serta senjata kimia dan senjata biologi (*weapon of mass destruction-chemical, biology, radiological and nuclear* WMD-CBRN). Resolusi ini juga mensyaratkan negara untuk mengadopsi dan menegakkan hukum yang tepat dan efektif guna mencegah aktor non negara memperoleh WMD atau bahan dan teknologi terkait.

Terhadap bahan nuklir, Resolusi 1540 mengharuskan semua negara untuk mengembangkan dan melaksanakan: langkah-langkah untuk memperhatikan dan mengamankan barang-barang tersebut, langkah proteksi fisik yang tepat dan efektif, kontrol perbatasan dan lembaga penegak hukum yang tepat dan efektif, serta kontrol ekspor dan pengiriman internasional. Semua negara anggota PBB diwajibkan untuk melaporkan kepada DK tentang kepatuhan mereka terhadap resolusi tersebut.

Untuk memastikan implementasi dan memfasilitasi kepatuhan, resolusi tersebut membentuk Komite 1540 yang terdiri dari anggota DK. Sejauh ini, peran komite adalah untuk mendesak negara-negara agar memberikan laporan, meninjaunya, dan memanggil negara-negara yang belum menjawab pertanyaan secara memadai atau belum menyerahkan laporan untuk melakukannya. Dengan demikian, implementasi Resolusi 1540 fokus pada pemenuhan persyaratan oleh negara pihak untuk menyerahkan laporan, daripada implementasi langkah-langkah substantif yang semestinya (Findlay, 2010).

e. Konvensi Pemberitahuan Dini Kecelakaan Nuklir dan Konvensi Bantuan dalam Kasus Kecelakaan Nuklir atau Kedaruratan Radiologis

Konvensi Pemberitahuan Dini dan Konvensi Bantuan diadopsi tidak lama setelah kecelakaan Chernobyl pada 1986. Konferensi umum IAEA mengadopsi kedua konvensi pada sesi khusus, 26 September 1986. Konvensi Pemberitahuan Dini mulai berlaku pada 27 Oktober 1986 dan Konvensi Bantuan mulai berlaku pada 26 Februari 1987. Saat ini, masing-masing memiliki lebih dari 100 negara pihak. Meskipun dipahami dan diadopsi sebagai instrumen internasional untuk keselamatan nuklir, Konvensi Pemberitahuan Dini dan Konvensi Bantuan juga bertujuan untuk memperkuat rencana tanggap darurat internasional terhadap kecelakaan nuklir atau keadaan darurat radiologis, termasuk karena terorisme atau tindakan kriminal lainnya. Masing-masing konvensi menyediakan mekanisme pertukaran informasi yang cepat dan mekanisme untuk saling membantu dengan tujuan meminimalkan konsekuensi dari kecelakaan atau keadaan

darurat tersebut dan melindungi jiwa, harta benda, dan lingkungan terhadap efek lepasan radioaktif (IAEA, 2011a).

f. Konvensi Internasional Pemberantasan Pemboman Teroris (International Convention for the Suppression of Terrorist Bombings, ICSTB)

ICSTB mulai berlaku pada 23 Mei 2001. ICSTB bertujuan untuk menciptakan rezim yurisdiksi universal atas penggunaan bahan peledak dan perangkat mematikan lainnya yang melanggar hukum dan disengaja terhadap berbagai tempat umum tertentu dengan maksud membunuh; menyebabkan kerusakan serius, cedera tubuh; atau menyebabkan kehancuran yang luas di tempat umum, melalui pelepasan, penyebaran, atau dampak bahan kimia beracun, agen biologis atau racun atau zat serupa, atau radiasi atau bahan radioaktif (IAEA, 2011a).

Sebagai kembaran ICSTB dan ICSANT, konvensi lain terkait terorisme adalah Konvensi Pendanaan Terorisme (*International Convention for the Suppression of the Financing of Terrorism* (ICSFT)), mulai berlaku pada 10 April 2002, yang bertujuan untuk mengkriminalisasi tindakan pendanaan terorisme dan berusaha untuk mempromosikan kerja sama polisi dan peradilan untuk mencegah, menyelidiki, dan menghukum pendanaan tindakan tersebut.

g. Konvensi-Konvensi di Bawah IMO

Instrumen internasional lain terkait keamanan nuklir adalah konvensi dan protokol yang berada di bawah naungan IMO, yaitu The Convention for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Maritime Navigation (selanjutnya disebut Konvensi SUA 1988), Protokol Anjungan Tetap 1988, dan masing-masing protokol 2005-nya: Protokol 2005 Konvensi SUA 1988 dan Protokol 2005 terhadap Protokol Anjungan Tetap 1988.

Tujuan utama Konvensi SUA dan protokolnya adalah memberantas tindakan ilegal terhadap kapal dan anjungan tetap serta memastikan bahwa tindakan yang tepat diambil terhadap pelaku yang tertuduh. Kedua Protokol 2005 mengatur bahan nuklir dan secara jelas mengacu pada Non-Proliferation Treaty (NPT) dan CPPNM.

Di bawah instrumen IMO 1988, negara pihak berkewajiban untuk memasukkan pelanggaran tertentu ke dalam Undang-Undang (UU) domestik mereka, menetapkan yurisdiksi yang sesuai, dan melakukan penuntutan atau ekstradisi terhadap orang yang diduga melakukan pelanggaran.

Berdasarkan Protokol 2005, negara pihak berkewajiban untuk mengkriminalisasi pelanggaran pengangkutan bahan nuklir secara ilegal di atas kapal, khususnya alat peledak jenis apa pun; senjata nuklir; setiap bahan sumber atau bahan fisi khusus yang diketahui bahwa bahan tersebut dimaksudkan untuk digunakan dalam kegiatan ledakan nuklir atau dalam kegiatan nuklir lainnya yang tidak berada di bawah garda aman sesuai dengan perjanjian garda aman komprehensif IAEA; atau peralatan, bahan, atau perangkat lunak apa pun atau teknologi terkait yang secara signifikan berkontribusi pada desain, pembuatan, atau pengiriman senjata (nuklir), dengan maksud agar senjata itu digunakan untuk tujuan tersebut (IAEA, 2011a).

2. Instrumen Internasional Tidak Mengikat secara Hukum

Meski instrumen internasional yang diuraikan pada subsubbab ini tidak mengikat secara hukum, tetapi sangat mendukung konvensi-konvensi yang diuraikan pada subsubbab sebelumnya. Oleh karena itu jika beberapa instrumen internasional ini diterapkan, akan sangat membantu untuk memperkuat keamanan nuklir. Beberapa instrumen internasional tidak mengikat secara hukum akan diuraikan sebagai berikut.

a. Rekomendasi Keamanan Nuklir tentang Proteksi Fisik Bahan Nuklir dan Fasilitas Nuklir (INFCIRC/225/Revisi 5)

Sejak 1972, IAEA telah mengeluarkan rekomendasi dalam dokumen yang dikenal sebagai INFCIRC/225. Rekomendasi ini tidak mengikat, tetapi otoritatif tentang proteksi fisik bahan nuklir dan fasilitas nuklir. Rekomendasi ini diperbarui secara berkala, terakhir pada 2010 sebagai INFCIRC/225/Revisi 5 (IAEA, 2011b) yang menjelaskan, antara lain,

- 1) elemen sistem proteksi fisik bahan nuklir dan fasilitas nuklir untuk suatu negara;
- 2) persyaratan proteksi fisik terhadap pemindahan bahan nuklir yang tidak sah dalam penggunaan dan penyimpanan;
- 3) persyaratan proteksi fisik terhadap sabotase fasilitas nuklir dan terhadap sabotase yang melibatkan bahan nuklir selama penggunaan, penyimpanan, dan pengangkutan; dan
- 4) persyaratan proteksi fisik bahan nuklir selama pengangkutan.

INFCIRC/225/Revisi 5 mencerminkan rekomendasi para ahli untuk membantu negara dalam menerapkan rezim proteksi fisik yang komprehensif terhadap fasilitas nuklir dan bahan nuklir, termasuk semua kewajiban yang mungkin mereka miliki berdasarkan perjanjian internasional, seperti Amendemen CPPNM 2005. Meskipun rekomendasi-rekomendasi yang terdapat dalam INFCIRC/225/Revisi 5 tidak bersifat mengikat, tetapi rekomendasi-rekomendasi tersebut menjadi bersifat mengikat ketika dimasukkan sebagai kewajiban dalam hukum nasional atau perjanjian internasional, seperti dalam perjanjian proyek dan pasokan (dan revisinya) pemberian bantuan teknis IAEA (Herbach, 2014).

Rekomendasi dalam INFCIRC/225/Revisi 5 berkaitan dengan tujuan rezim proteksi fisik suatu negara, unsur-unsur rezim proteksi fisik suatu negara untuk bahan nuklir dan fasilitas nuklir, persyaratan untuk tindakan terhadap pemindahan bahan nuklir yang tidak sah dalam penggunaan dan penyimpanan, persyaratan untuk tindakan terhadap sabotase fasilitas nuklir dan bahan nuklir yang digunakan dan disimpan, serta persyaratan untuk tindakan terhadap pemindahan dan sabotase bahan nuklir tanpa izin selama pengangkutan (Findlay, 2010).

b. Kode Etik Keselamatan dan Keamanan Sumber Radioaktif dan Pedoman Tambahan tentang Impor dan Ekspor Sumber Radioaktif

Upaya memastikan keselamatan dan keamanan dalam penggunaan sumber radioaktif dan fasilitas terkait adalah yang paling penting untuk perlindungan manusia dan lingkungan dari risiko radiasi akibat penggunaan sumber radioaktif tersebut. Kode Etik Keselamatan dan Keamanan Sumber Radioaktif (Kode Etik) (IAEA, 2004) berfungsi sebagai pedoman yang tidak mengikat secara hukum bagi negara untuk mengembangkan dan mengharmonisasi kebijakan, UU, dan peraturan tentang keselamatan dan keamanan sumber radioaktif. Mengingat bahwa sumber radioaktif tidak hanya menimbulkan risiko pada saat penggunaan, tetapi juga saat pengangkutan dan pemindahan maka IAEA menyusun juga Kode Etik dan Pedoman tentang Impor dan Ekspor Sumber Radioaktif (Pedoman Tambahan) (IAEA, 2005) bersama dengan standar keselamatan IAEA, memberikan persyaratan dan rekomendasi internasional untuk sistem peraturan yang sesuai dan berkelanjutan dalam pengendalian sumber.

Tujuan Kode Etik dan Pedoman Tambahan, yang akan dicapai melalui pengembangan, harmonisasi, dan implementasi kebijakan nasional, peraturan perundangan, dan pembinaan kerjasama internasional, adalah untuk

- 1) mencapai dan memelihara tingkat keselamatan dan keamanan sumber radioaktif yang tinggi;
- 2) mencegah akses tidak sah, kerusakan, kehilangan, pencurian, atau transfer tidak sah sumber-sumber tersebut guna mengurangi kemungkinan paparan berbahaya yang tidak disengaja dari sumber-sumber tersebut atau penggunaan berbahaya sumber-sumber tersebut yang menyebabkan kerugian bagi individu, masyarakat, atau lingkungan; dan
- 3) mengurangi atau meminimalkan konsekuensi radiologis dari kecelakaan atau tindakan kriminal yang melibatkan sumber radioaktif.

Kode etik berlaku untuk semua sumber radioaktif yang diklasifikasi dalam kategori 1, 2, dan 3, yang dapat menimbulkan risiko signifikan bagi individu, masyarakat, dan lingkungan. Ketiga kategori tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

- 1) Sumber kategori 1, jika tidak ditangani atau dilindungi dengan baik, kemungkinan besar dapat menyebabkan cedera permanen pada orang yang menangani atau yang melakukan kontak dengannya selama lebih dari beberapa menit. Bahkan dapat berakibat fatal jika berada dekat bahan tanpa pelindung tersebut selama beberapa menit hingga satu jam. Sumber kategori 1 biasanya digunakan untuk generator radiotermal, iradiator, dan teleterapi radiasi.
- 2) Sumber kategori 2, jika tidak ditangani atau dilindungi dengan baik, dapat menyebabkan cedera permanen pada orang yang menangani atau yang melakukan kontak dengannya selama waktu yang singkat (menit hingga jam). Mungkin dapat berakibat fatal jika berada dekat bahan tanpa pelindung tersebut selama beberapa jam hingga beberapa hari. Sumber kategori 2 biasanya digunakan untuk radiografi gamma industri serta brakiterapi dosis tinggi dan menengah.
- 3) Sumber kategori 3, jika tidak ditangani atau dilindungi dengan baik, dapat menyebabkan cedera permanen pada orang yang menangani atau yang melakukan kontak dengannya selama beberapa jam. Meskipun sangat kecil kemungkinannya, dapat berakibat fatal jika berada dekat bahan tanpa pelindung tersebut selama beberapa hari hingga beberapa minggu. Sumber kategori 3 biasanya digunakan untuk pengukur industri yang melibatkan sumber aktivitas tinggi.
- 4) Kode Etik tidak berlaku untuk bahan nuklir sebagaimana didefinisikan dalam CPPNM, kecuali untuk sumber yang memadukan plutonium-239. Kode Etik juga tidak berlaku untuk sumber radioaktif dalam program militer atau pertahanan.

Pedoman Tambahan berlaku untuk sumber kategori 1 dan 2 yang ada dalam lingkup Kode Etik. Kode Etik memberikan rekomendasi tentang impor dan ekspor sumber radioaktif, sebagaimana yang dilengkapi di dalam pedoman tambahannya.

c. Strategi Kontra-Terrorisme Global PBB (The United Nations Global Counter-Terrorism Strategy, UNGCTS)

UNGCTS bertujuan memerangi terorisme serta memperkuat kapasitas negara dan peran sistem PBB dalam mencegah dan memerangi terorisme, sambil menghormati hak asasi manusia dan supremasi hukum (IAEA, 2011a).

Langkah-langkah keamanan nuklir yang diatur dalam UNGCTS adalah menuntut atau mengekstradisi pelaku aksi teroris; bekerja sama dan berkoordinasi dalam pemberantasan penyelundupan nuklir; memperbaiki pengawasan perbatasan dan bea cukai; mengoordinasikan respons terhadap serangan teroris; memperbaiki keamanan dan proteksi sasaran yang rentan; mendorong kontribusi sukarela untuk bantuan teknis; berbagi praktik terbaik dalam pembangunan kapasitas kontra-terorisme; serta reformasi dan modernisasi sistem pengelolaan perbatasan.

C. PERAN IAEA DAN DOKUMEN KEAMANAN NUKLIR

Sebagai bagian dari tanggung jawabnya untuk memberikan panduan kepada negara-negara anggota dalam upaya menerapkan instrumen keamanan nuklir internasional (seperti CPPNM dan Amendemennya serta ICSANT) dan untuk membantu mereka dalam membangun infrastruktur keamanan nuklir yang koheren, pada 2006, IAEA mulai menyusun dokumen panduan dalam bentuk Seri Keamanan Nuklir (*Nuclear Security Series*, NSS). Penyusunan dokumen ini terus berlangsung dan terdiri dari beberapa kategori dokumen dalam strata hierarkis. Kategori tersebut ialah sebagai berikut.

- 1) Fundamental keamanan nuklir (*nuclear security fundamentals*) yang memuat tujuan, konsep, dan prinsip keamanan nuklir, yang menetapkan tujuan fundamental dan elemen penting dari rezim keamanan nuklir nasional suatu negara serta dasar dari rekomen-

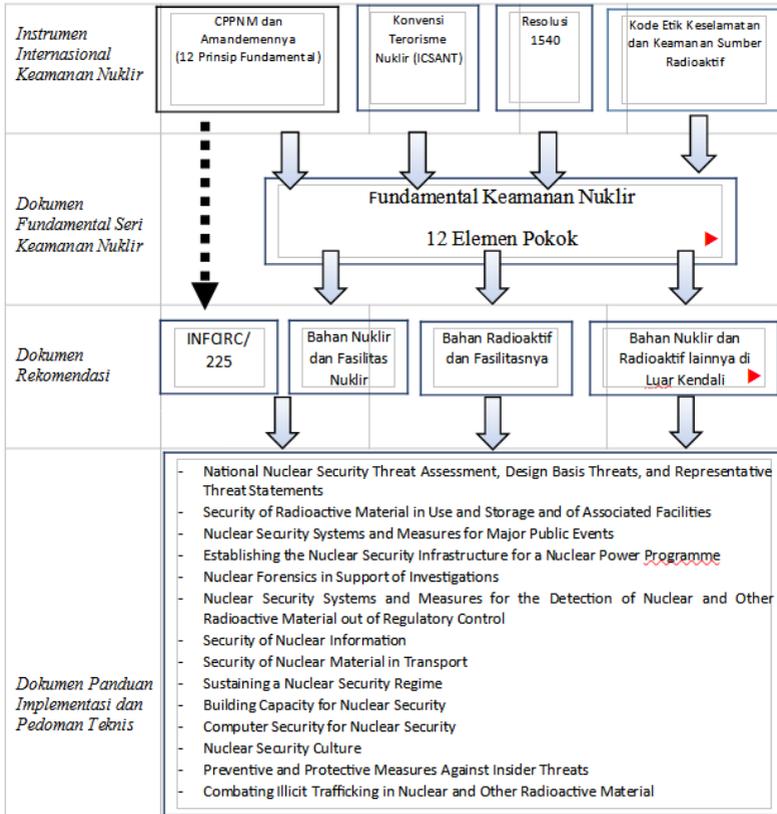
dasi keamanan nuklir (IAEA, 2013). Dua belas elemen pokok dalam dokumen ini bukan sebagai hubungan satu-satu secara persis dengan dua belas prinsip fundamental dalam Amendemen CPPNM, tetapi sebagai gabungan semua prinsip fundamental tersebut dengan konsep dari instrumen keamanan nuklir lainnya.

- 2) Rekomendasi keamanan nuklir (*nuclear security recommendations*) menyajikan praktik terbaik untuk diadopsi dalam penerapan fundamental, yang menetapkan langkah-langkah yang harus diambil untuk mencapai dan mempertahankan rezim yang efektif. Terdapat tiga dokumen rekomendasi keamanan: (1) bahan nuklir dan fasilitas nuklir (INFCIRC/225/Revisi 5) (IAEA, 2011b); (2) bahan radioaktif dan fasilitas terkait (IAEA, 2011c), sebagai acuan penerapan rezim keamanan nuklir yang komprehensif, termasuk kewajiban dan komitmen yang mungkin ada sehubungan dengan instrumen internasional terkait dengan keamanan bahan radioaktif, fasilitas, dan kegiatan terkait, seperti ICSANT dan Kode Etik serta Pedoman Tambahannya; dan (3) bahan di luar kendali regulasi (*material out of regulatory control, MORC*) (IAEA, 2011d), memberikan rekomendasi keamanan bahan nuklir dan radioaktif lainnya yang berada di luar kendali pengawasan karena pencurian, kelalaian, atau pelimbahan yang tidak tepat, yang berisiko digunakan dalam perangkat penyebar atau pemapar radiologi atau perangkat nuklir improvisasi, serta paparan radiasi yang tidak disengaja, yang dapat membahayakan publik dan lingkungan.
- 3) Panduan pelaksanaan (*implementing guidelines*) yang memberikan panduan tentang bagaimana mengimplementasikan rekomendasi.
- 4) Pedoman teknis (*technical guidance*) yang memberikan panduan lebih rinci tentang metodologi dan teknik khusus untuk menerapkan langkah-langkah keamanan yang relevan dengan rekomendasi.

Struktur ini digambarkan dalam Gambar 2.1. Struktur ini disusun dengan cara yang sama seperti dokumen-dokumen keselamatan nuklir, dengan skema tiga tingkat yang serupa, kemungkinan dalam upaya mendorong negara-negara agar memperlakukannya dengan cara yang sama (Everton et al., 2010).

Untuk membangun rezim keamanan nuklir nasional yang komprehensif, rekomendasi yang terkandung dalam ketiga dokumen dimaksud haruslah dilaksanakan, termasuk penerapan panduan dan pedoman yang ada dalam panduan implementasi/pedoman Teknis yang jumlahnya terus bertambah dan diproduksi sesuai perkembangan kebutuhan. Saat ini, telah dihasilkan empat puluh lima panduan/pedoman.

NSS IAEA memberikan panduan konsensus internasional tentang semua aspek keamanan nuklir untuk mendukung negara-negara dalam memenuhi tanggung jawab mereka terhadap implementasi keamanan nuklir. IAEA menetapkan dan mengembangkan seri panduan sebagai bagian dari peran sentralnya dalam memberikan dukungan dan koordinasi internasional terkait keamanan nuklir.



Sumber: Everton et.al. (2010)

Gambar 2.1. Hierarki Seri Keamanan Nuklir IAEA (NSS)

D. REGULASI NASIONAL KEAMANAN NUKLIR

Kerangka instrumen perjanjian internasional, seperti yang diuraikan sebelumnya, menjadi pedoman dan rujukan dalam penyusunan kerangka peraturan perundang-undangan pada tingkat nasional sebagai infrastruktur penting pada program pemanfaatan tenaga nuklir tujuan damai. Kerangka peraturan perundang-undangan menetapkan tugas dan tanggung jawab dari berbagai organisasi dan lembaga yang diperlukan dalam program pemanfaatan tenaga nuklir. Peraturan perundang-undangan nasional diperlukan agar sesuai dengan usaha

nonproliferasi, di mana tanggung jawab keselamatan, keamanan, dan garda aman harus ditetapkan secara jelas, termasuk tanggung jawab dan pertanggungjawaban yang jelas dalam pengoperasian fasilitas nuklir dan penanganan bahan nuklir dan bahan radioaktif lainnya.

Penyusunan peraturan sistem proteksi fisik (keamanan nuklir) di tingkat nasional perlu memperhatikan unsur-unsur kunci berikut, yaitu penilaian ancaman, organisasi pelaksana proteksi fisik, pemberian kewenangan, persyaratan proteksi fisik, petugas yang berwenang, inspeksi dan jaminan mutu, penegakan, sistem akuntansi dan pengendalian bahan nuklir, serta rencana kontingensi dan kerahasiaan (Stoiber et.al., 2010).

Dalam rangka mempersiapkan infrastruktur legislatif dan peraturan untuk program pemanfaatan tenaga nuklir, pemerintah Indonesia telah melakukan berbagai penataan, baik dalam hal kelembagaan maupun dalam penyusunan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Revisi terhadap UU RI 31 Tahun 1964 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Tenaga Atom dengan UU RI Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran mencerminkan usaha-usaha tersebut.

Pemerintah Indonesia, melalui Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) bersama dengan kementerian/lembaga terkait juga telah—dan akan terus—melakukan tahapan proses harmonisasi dan transformasi standar-standar internasional ke dalam peraturan perundang-undangan nasional mengenai keamanan nuklir sesuai prinsip-prinsip yang diuraikan sebelumnya. Hal ini dapat dilihat dari sejumlah peraturan yang telah dikeluarkan, yaitu

- 1) Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 58 Tahun 2015 tentang Keselamatan Radiasi dan Keamanan dalam Pengangkutan Zat Radioaktif (PP 58/2015),
- 2) PP Nomor 2 Tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir (PP 2/2014),
- 3) PP Nomor 61 Tahun 2013 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif (PP 61/2013),
- 4) PP Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir (PP 54/2012),

- 5) PP Nomor 29 Tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir (PP 29/2008), dan
- 6) Nomor 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif (PP 33/2007).
- 7) PP 29/2008 dan PP 33/2007 mengadopsi IAEA GSR (General Safety Requirements) Part 3 (IAEA, 2014) dan Kode Etik.

PP 58/2015 bertujuan mengatur penatalaksanaan pengangkutan zat radioaktif sesuai persyaratan keselamatan radiasi dan keamanan dalam pengangkutan zat radioaktif. PP 58/2015 mengatur tentang jenis zat radioaktif, teknis keselamatan radiasi dalam pengangkutan zat radioaktif, teknis keamanan dalam pengangkutan zat radioaktif, manajemen keselamatan radiasi dalam pengangkutan zat radioaktif dan keamanan dalam pengangkutan zat radioaktif, sistem kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan dalam pengangkutan zat radioaktif, penatalaksanaan pengangkutan zat radioaktif, dan sanksi administratif.

Menurut PP tersebut, keamanan dalam pengangkutan zat radioaktif merupakan tindakan yang dilakukan untuk mencegah upaya pencurian, sabotase, pemindahan secara tidak sah, dan perbuatan melawan hukum lainnya terhadap zat radioaktif selama pengangkutan zat radioaktif. Pengangkutan zat radioaktif ialah pemindahan zat radioaktif yang memenuhi ketentuan teknis keselamatan radiasi dan teknis keamanan dalam pengangkutan zat radioaktif, dari suatu tempat ke tempat lain melalui jaringan lalu lintas umum, menggunakan sarana angkutan darat, air, atau udara.

PP 2/2014 mengatur mengenai perizinan instalasi nuklir dan pemanfaatan bahan nuklir yang akan memberikan kepastian dalam perusahaan pemanfaatan tenaga nuklir dan berdampak pada peningkatan kesejahteraan rakyat. Menurut PP ini, instalasi nuklir harus didesain, dibangun, dan dioperasikan sesuai kaidah keselamatan dan keamanan instalasi nuklir sehingga pemanfaatan tenaga nuklir selamat dan aman. Salah satu persyaratan teknis untuk memperoleh izin konstruksi, komisioning, dan operasi instalasi nuklir serta pe-

manfaat bahan nuklir adalah menyampaikan dokumen rencana proteksi fisik.

Dokumen rencana proteksi fisik antara lain memuat

- 1) ancaman dasar desain,
- 2) organisasi dan personel sistem proteksi fisik,
- 3) penggolongan bahan nuklir,
- 4) prosedur terkait proteksi fisik,
- 5) desain dan pembagian daerah proteksi fisik,
- 6) sistem deteksi,
- 7) sistem penghalang fisik,
- 8) sistem akses yang diperlukan,
- 9) sistem komunikasi,
- 10) perawatan dan surveilan,
- 11) rencana kontingensi, dan
- 12) dokumentasi.

PP 61/2013 mengatur secara komprehensif mengenai pengelolaan limbah radioaktif yang berasal dari pemanfaatan tenaga nuklir, yang jika tidak dikelola secara tepat guna dan berhasil guna dengan cara dan metode yang akurat serta sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, berpotensi membahayakan keselamatan, keamanan, dan kesehatan pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup. Menurut PP ini, persyaratan dan tata cara untuk memperoleh persetujuan pengiriman dan pengangkutan limbah radioaktif harus dilaksanakan sesuai dengan peraturan perundang-undangan mengenai keselamatan dan keamanan pengangkutan zat radioaktif.

PP 54/2012 mengatur keselamatan dan keamanan instalasi nuklir, meliputi peraturan tentang teknis keselamatan instalasi nuklir, teknis keamanan instalasi nuklir, manajemen keselamatan dan keamanan instalasi nuklir, serta kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir. Menurut PP tersebut, keamanan instalasi nuklir ditujukan untuk mencegah penyimpangan terhadap pemanfaatan bahan nuklir dari tujuan damai juga mencegah, mendeteksi, menilai, menunda, dan merespons tindakan pemindahan bahan nuklir secara tidak sah dan

sabotase instalasi dan bahan nuklir. Dalam PP diatur tentang teknis keamanan instalasi nuklir yang meliputi garda aman dan proteksi fisik.

Beberapa ketentuan terkait teknis keamanan instalasi nuklir yang penting diuraikan sebagai berikut.

- 1) Garda aman dan proteksi fisik dilaksanakan selama
 - a) pemantauan tapak sebelum desain dan konstruksi,
 - b) desain dan konstruksi,
 - c) komisioning dan operasi,
 - d) perubahan *safeguards* dan sistem proteksi fisik,
 - e) evaluasi keamanan, dan
 - f) dekomisioning.
- 2) Penyusunan dan penetapan ancaman dasar desain (ADD) nasional dilakukan sesuai dengan peraturan perundang-undangan.
- 3) Pemegang izin, dalam menetapkan dan melaksanakan rencana proteksi fisik harus
 - a) mengklasifikasikan bahan nuklir yang digunakan, disimpan, dan diangkut;
 - b) mengacu pada ancaman dasar desain lokal sesuai dengan klasifikasi dan lokasi bahan nuklir; dan
 - c) menerapkan konsep pertahanan berlapis untuk tindakan pencegahan dan perlindungan.
- 4) Pemegang izin wajib menerapkan dan merawat sistem proteksi fisik instalasi nuklir sejak konstruksi dimulai sampai dengan dekomisioning.
- 5) Dalam menerapkan dan merawat sistem proteksi fisik, pemegang izin menetapkan dan melaksanakan prosedur untuk memastikan terkendalinya keamanan dalam segala kondisi ancaman.
- 6) Pemegang izin wajib menyampaikan laporan pelaksanaan sistem proteksi fisik kepada Kepala BAPETEN secara berkala.
- 7) Pemegang izin wajib melaksanakan pelatihan dan/atau gladi sistem proteksi fisik secara berkala selama komisioning, operasi, dan dekomisioning.

- 8) Pemegang izin dapat melaksanakan perubahan sistem proteksi fisik yang meliputi
 - a) ancaman dasar desain,
 - b) organisasi dan personel sistem proteksi fisik,
 - c) klasifikasi bahan nuklir,
 - d) prosedur terkait proteksi fisik,
 - e) desain dan pembagian daerah proteksi fisik,
 - f) sistem deteksi,
 - g) sistem penghalang fisik,
 - h) sistem akses yang diperlukan,
 - i) sistem komunikasi,
 - j) perawatan dan surveilans,
 - k) rencana kontingensi, dan
 - l) dokumentasi dan wajib melaporkan kepada Kepala BAP-ETEN.
- 9) Pemegang izin wajib melaksanakan evaluasi ancaman dasar desain, sistem proteksi fisik, dan sistem *safeguards* secara berkala, yang hasilnya wajib dilaporkan kepada Kepala BAPETEN.
- 10) Pemegang izin wajib menetapkan dan menerapkan sistem manajemen keselamatan dan keamanan instalasi nuklir. Sistem manajemen paling sedikit memuat
 - a) budaya keselamatan dan keamanan,
 - b) pemeringkatan dan dokumentasi,
 - c) tanggung jawab manajemen,
 - d) manajemen sumber daya,
 - e) pelaksanaan proses, dan
 - f) pengukuran efektivitas, penilaian, dan peluang perbaikan.
- 11) Pemegang izin dalam menjamin faktor manusia wajib melaksanakan: (a) analisis keandalan manusia; dan (b) program pendidikan dan pelatihan.

PP 29/2008 mengatur tentang perizinan pemanfaatan sumber radiasi pengion dan bahan nuklir untuk menjamin keselamatan pekerja, anggota masyarakat, dan perlindungan terhadap lingkungan

hidup. Beberapa ketentuan dalam PP ini telah dicabut dan dinyatakan tidak berlaku, khususnya untuk ketentuan mengenai perizinan pemanfaatan bahan nuklir, dengan keluarnya PP 2/2014, sedangkan untuk ketentuan lainnya tetap berlaku.

Perizinan menurut PP ini harus memenuhi persyaratan teknis, di antaranya yang terkait dengan keamanan, yaitu tersedianya

- 1) perlengkapan proteksi radiasi dan/atau peralatan keamanan sumber radioaktif;
- 2) program proteksi dan keselamatan radiasi dan/atau program keamanan sumber radioaktif;
- 3) laporan verifikasi keselamatan radiasi dan/atau keamanan sumber radioaktif; dan
- 4) data kualifikasi personel, yang meliputi
 - a) petugas proteksi radiasi dan personel lain yang memiliki kompetensi,
 - b) personel yang menangani sumber radiasi pengion, dan/atau
 - c) petugas keamanan sumber radioaktif atau bahan nuklir.

Khusus untuk bahan nuklir juga berlaku persyaratan teknis lain yang meliputi

- 1) sistem garda aman
- 2) sistem keamanan bahan nuklir, dan/atau
- 3) pernyataan pemohon izin bahwa kegiatan ekspor dan impor bahan nuklir dilakukan dengan mitra dari negara yang menjadi pihak pada NPT dan mempunyai perjanjian garda aman dengan IAEA.

PP 33/2007 mengatur keselamatan radiasi terhadap pekerja, masyarakat dan lingkungan hidup, keamanan sumber radioaktif, serta inspeksi dalam pemanfaatan tenaga nuklir. Keamanan sumber radioaktif yang dimaksud tidak meliputi keamanan bahan nuklir. Hal ini diatur dalam PP tersendiri, yaitu PP 2/2014. Menurut PP tersebut,

setiap orang atau badan yang mengimpor, mengekspor, menggunakan, menyimpan, dan/atau mengangkut sumber radioaktif wajib menerapkan keamanan sumber radioaktif. BAPETEN menerapkan keamanan sumber radioaktif terhadap sumber radioaktif yang tidak diketahui pemiliknya (*orphan source*). Sumber radioaktif dikategorisasikan dalam kategori 1, 2, 3, 4, dan 5.

Beberapa ketentuan dalam PP 33/2007 ini, khususnya yang terkait dengan keamanan sumber radioaktif adalah sebagai berikut.

- 1) Pelaksanaan impor dan ekspor sumber radioaktif ke dan dari negara Republik Indonesia hanya dapat dilakukan setelah mendapat persetujuan dari BAPETEN.
- 2) Dalam hal sumber radioaktif tidak dapat langsung dikirim ke tempat tujuan, importir atau eksportir wajib menyediakan tempat penyimpanan khusus sumber radioaktif yang memenuhi persyaratan keamanan sumber radioaktif.
- 3) Dalam hal pelaksanaan pengangkutan sumber radioaktif, pengirim wajib mendapat persetujuan pengiriman dari BAPETEN.
- 4) Pengangkut menjamin keamanan sumber radioaktif, baik selama dalam pengangkutan maupun penyimpanan pada saat transit sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- 5) Pemegang Izin, untuk menjamin keamanan sumber radioaktif, bertanggung jawab untuk
 - a) memelihara fasilitas sesuai dengan persyaratan keamanan sumber radioaktif;
 - b) mempunyai tenaga yang cakap dan terlatih sesuai dengan persyaratan keamanan sumber radioaktif;
 - c) mempunyai peralatan sesuai dengan persyaratan keamanan sumber radioaktif;
 - d) mempunyai program keamanan sumber radioaktif sesuai dengan persyaratan keamanan sumber radioaktif baik, dalam kondisi normal maupun abnormal, termasuk kehilangan sumber radioaktif;

- e) membentuk dan memelihara organisasi keamanan sumber radioaktif yang dapat merupakan bagian dari pengelola keselamatan radiasi;
 - f) melaporkan segera jika terjadi penyimpangan keamanan sumber radioaktif, termasuk kehilangan sumber radioaktif kepada BAPETEN;
 - g) menetapkan personel yang dapat dipercaya untuk menangani sumber radioaktif; dan
 - h) menjamin kerahasiaan informasi yang berhubungan dengan sumber radioaktif.
- 6) Pemegang Izin wajib melakukan tindakan pengamanan terhadap sumber radioaktif jika terjadi keadaan darurat.
 - 7) BAPETEN melakukan pengamanan terhadap sumber radioaktif yang tidak diketahui pemilikinya.
 - 8) Limbah radioaktif wajib disimpan dan dikelola oleh Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) sesuai dengan persyaratan keamanan sumber radioaktif.
 - 9) Untuk memastikan dipatuhinya persyaratan keselamatan radiasi dan keamanan sumber radioaktif, BAPETEN melakukan inspeksi terhadap fasilitas atau instalasi yang memanfaatkan tenaga nuklir.

Sejalan dengan yang diamanatkan oleh PP 54/2012 tersebut, selanjutnya dijabarkan oleh BAPETEN dalam bentuk peraturan Kepala BAPETEN yang diuraikan sebagai berikut.

- 1) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2009 tentang Ketentuan Sistem Proteksi Fisik Instalasi dan Bahan Nuklir Peraturan ini mengatur sistem proteksi fisik untuk instalasi nuklir, termasuk instalasi radiometalurgi dan bahan nuklir selama penggunaan, penyimpanan, dan pengangkutan. Sistem proteksi fisik memiliki fungsi untuk menangkal, mendeteksi, menilai, menunda, dan merespons terhadap segala ancaman dan gangguan (pencurian, pemindahan tidak sah dan sabotase, serta tindakan terorisme) pada bahan nuklir dan fasilitas nuklir.

- 2) Peraturan Kepala BAPETEN No 4 Tahun 2011 tentang Sistem Seifgard (Garda Aman).

Peraturan ini memberikan ketentuan bagi pemohon izin dalam menyusun sistem garda aman yang merupakan salah satu persyaratan izin pemanfaatan tenaga nuklir, sebagaimana diatur dalam PP 29/2008 dan PP 2/2014.

- 3) Peraturan Kepala BAPETEN No 6 Tahun 2015 tentang Keamanan Sumber Radioaktif.

Peraturan ini mengatur ketentuan mengenai kategori sumber radioaktif dan tingkat keamanan sumber radioaktif; persyaratan izin dan persyaratan persetujuan; upaya keamanan sumber radioaktif; dan rekaman dan laporan. Pelaksanaan keamanan sumber radioaktif dilakukan dengan pendekatan langkah-langkah pencegahan tingkat fasilitas berupa pembentukan dan pengoperasian organisasi keamanan sumber radioaktif, pelatihan, pemeriksaan latar belakang, sistem keamanan informasi, dan kontrol/kendali akses; langkah-langkah deteksi berupa penggunaan alat sistem deteksi, sesuai dengan tingkatan keamanan; langkah-langkah tindakan penundaan, berupa fasilitas sumber yang memiliki integritas yang cukup dan tidak mudah dihancurkan, kontrol kunci, dan peralatan penundaan seperti kunci, baik elektronik maupun manual; dan langkah-langkah jika sistem deteksi menunjukkan tantangan terhadap sistem keamanan, dalam waktu yang wajar skema responss yang terdefinisi dengan baik harus dilakukan.

- 4) Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2016 tentang Pengolahan Limbah Radioaktif Tingkat Rendah dan Tingkat Sedang.

Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2016 mengatur tentang kegiatan prapengolahan, pengolahan, pascapengolahan, perekaman, dan pelaporan limbah radioaktif tingkat rendah dan tingkat sedang yang dilakukan oleh penghasil limbah radioaktif dan BATAN. Dalam peraturan ini, diatur tentang perlunya rencana keamanan sumber radioaktif untuk pengangkutan zat radioaktif bentuk khusus dan zat radioaktif daya sebar rendah

atau rencana proteksi fisik untuk pengangkutan bahan fisil dan uranium heksafluorida (UF₆), serta perlunya penentuan kategori sumber radioaktif dalam pengangkutan yang dilaksanakan sesuai peraturan BAPETEN mengenai keamanan sumber radioaktif.

- 5) Peraturan BAPETEN Nomor 7 Tahun 2020 tentang Ketentuan Keselamatan dan Tata Laksana Pengangkutan Zat Radioaktif
Peraturan ini mengatur tentang persyaratan pengangkutan yang harus dilengkapi dengan dokumen pengiriman yang berisi, salah satunya, tentang rencana keamanan sumber radioaktif atau rencana proteksi fisik bergantung pada bahan radioaktif yang diangkut.

Sementara itu, peraturan perundang-undangan nasional yang terkait dengan penanggulangan tindakan terorisme, meskipun tidak terkait langsung dengan terorisme nuklir, tetapi sebagai bagian dari upaya mencapai tujuan keamanan nuklir, antara lain, UU Nomor 15 Tahun 2003 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti UU Nomor 1 Tahun 2002 tentang Pemberantasan Tindak Pidana Terorisme menjadi Undang-Undang, UU Nomor 17 Tahun 2011 tentang Intelijen Negara, UU Nomor 9 Tahun 2013 tentang Pencegahan dan Pemberantasan Tindak Pidana Pendanaan Terorisme dan UU Nomor 5 Tahun 2018 tentang Perubahan atas UU Nomor 15 Tahun 2003 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti UU Nomor 1 Tahun 2002 tentang Pemberantasan Tindak Pidana Terorisme menjadi Undang-Undang.

Upaya pencegahan pendanaan proliferasi senjata pemusnah massal, yang merupakan tanggung jawab negara dan tujuan nasional Indonesia dalam menjaga keamanan dan perdamaian dunia, dilakukan melalui pelaksanaan Resolusi DK PBB. Upaya ini berkenaan dengan pencegahan proliferasi senjata pemusnah massal yang mewajibkan untuk melakukan pemblokiran secara serta merta atas dana yang dimiliki atau dikuasai oleh orang atau korporasi yang identitasnya tercantum dalam daftar pendanaan proliferasi senjata pemusnah massal. Di sisi lain, dalam rangka memenuhi perkembangan konvensi internasional atau rekomendasi internasional di bidang pencegahan

dan pemberantasan tindak pidana pencucian uang dan pendanaan terorisme, maka sesuai UU Nomor 9/2013, telah ditetapkan suatu Peraturan Bersama Menteri Luar Negeri Republik Indonesia, Kepala Kepolisian Negara Republik Indonesia, Kepala Pusat Pelaporan dan Analisis Transaksi Keuangan, dan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4, 1, 9, dan 5 Tahun 2017 tentang Pencantuman Identitas Orang dan Korporasi dalam Daftar Pendanaan Proliferasi Senjata Pemusnah Massal dan Pemblokiran Secara Serta Merta Atas Dana Milik Orang atau Korporasi yang Tercantum Dalam Daftar Pendanaan Proliferasi Senjata Pemusnah Massal.

E. Implementasi dan Penguatan Sistem Keamanan Nuklir

Keamanan dan proteksi fisik bertujuan untuk mencegah tindakan berbahaya dari pihak-pihak yang tidak bertanggungjawab di dalam atau di luar fasilitas dan tapak yang dapat membahayakan publik atau lingkungan. Program keamanan dan proteksi fisik untuk fasilitas nuklir (reaktor, pengelola daur bahan, dan limbah nuklir) dan fasilitas lainnya, serta bahan nuklir, bahan bakar, pengangkutan limbah radioaktif, dan penyimpanan harus tersedia dan selalu siap siaga setiap saat (IAEA, 2015). Selama pengoperasian suatu fasilitas nuklir, sistem keamanan nuklir yang efektif dan berkelanjutan harus selalu dipertahankan. Unsur-unsur keamanan nuklir yang ada dalam rencana keamanan nuklir, harus dipastikan berjalan dengan baik. Rencana keamanan nuklir harus menjadi dasar pengawasan oleh badan yang berwenang dan merupakan bagian dari syarat perizinan fasilitas. Setiap modifikasi besar terhadap langkah-langkah keamanan nuklir fasilitas harus ditinjau dan disetujui oleh badan yang berwenang (IAEA, 2019).

Penerapan sistem keamanan nuklir di fasilitas nuklir perlu memperhatikan kewajiban yang dinyatakan dalam instrumen internasional keamanan nuklir seperti CPPNM dan Amendemennya. Amendemen CPPNM menekankan kewajiban kepada negara pihak atau badan pengawasnya, yang pada gilirannya mengenakan kewajiban tersebut

langsung kepada pemegang izin. Untuk menerapkan Amendemen CPPNM, pemegang izin (operator fasilitas nuklir, pengirim bahan nuklir) bertanggung jawab untuk melaksanakan proteksi fisik bahan nuklir atau fasilitas nuklir. Dalam rangka memenuhi tanggung jawab utama ini secara lebih luas, Pemegang Izin harus

- 1) mempertimbangkan kembali desain, pemeliharaan, dan perbaikan sistem proteksi fisik bahan nuklir dan fasilitas nuklir, di mana jika dipandang perlu, bekerja sama dengan badan pengawas, IAEA, dan organisasi internasional lainnya yang relevan;
- 2) mempertimbangkan kembali pertahanan berlapis proteksi fisik bahan nuklir dan fasilitas nuklir guna memastikan adanya lapis-lapis proteksi dan metode proteksi yang harus dipilih;
- 3) mempertimbangkan kembali dan jika perlu, merevisi atau mengembangkan suatu program dan kebijakan jaminan mutu yang terkait proteksi fisik;
- 4) mempertimbangkan kembali, dan jika perlu merevisi atau mengembangkan, prosedur dan pengaturan kedaruratan. Secara khusus, pemegang izin harus merencanakan kontingensi terhadap peristiwa pemindahan tidak sah bahan nuklir atau sabotase fasilitas nuklir atau bahan nuklir, dan upaya atau ancaman terhadap bahan nuklir dan fasilitas nuklir. Hal ini membutuhkan kerja sama erat dengan lembaga terkait lainnya;
- 5) mempertimbangkan kembali, dan jika perlu merevisi atau mengembangkan suatu kebijakan budaya keamanan nuklir bersifat kelembagaan dalam organisasi pemegang izin;
- 6) mempertimbangkan kembali, dan jika perlu merevisi atau mengembangkan suatu kebijakan kerahasiaan informasi, untuk mencegah pengungkapan tidak sah informasi yang dapat membahayakan proteksi fisik bahan nuklir dan fasilitas nuklir; dan
- 7) bekerja dengan badan pengawas untuk memastikan bahwa pengaturan pemegang izin memenuhi persyaratan CPPNM yang relevan.

Untuk organisasi lain yang bukan Pemegang Izin, Amendemen CPPNM juga menekankan konsep dan standar perlunya perhatian yang sama, terutama bagi kontraktor dan subkontraktor yang berurusan dengan pemegang izin.

F. Penutup

Dalam rangka pencapaian tujuan perlindungan pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup, Indonesia senantiasa telah menerapkan secara konsisten prinsip-prinsip fundamental yang diberikan oleh instrumen-instrumen internasional yang berhubungan dengan keamanan nuklir, juga dengan aturan-aturan terkait keselamatan dan garda aman. Penerapannya berlaku terhadap seluruh fasilitas nuklir yang ada, melalui penerapan dan pengembangan sistem proteksi fisik dan pengelolaan bahan radioaktif sesuai standar internasional serta dilakukan inspeksi, reviu, dan evaluasi pelaksanaannya oleh badan pengawas.

Instrumen-instrumen internasional tersebut telah menjadi rujukan dalam penyusunan peraturan perundang-undangan nasional. Proses harmonisasi regulasi pada tingkat nasional dengan rezim internasional merupakan kebutuhan yang harus dipenuhi, guna menyesuaikan praktek dan standar bersama secara global dalam mencapai tujuan keamanan nuklir agar terpeliharanya perdamaian dan keamanan internasional. Proses harmonisasi dan adopsi ke dalam peraturan perundang-undangan nasional telah dilakukan dengan baik. Namun, masih terdapat ruang pengaturan yang memerlukan pengembangan lebih lanjut yang berkenaan dengan penerapan Amendemen CPPNM, ICSANT, Resolusi 1373 dan 1540 dalam sistem peraturan perundang-perundangan. Sebagai negara pihak, Indonesia melalui para pemangku kepentingan nasional perlu menyesuaikan praktik yang ada dengan aturan-aturan sebagaimana dimaksud di dalam instrumen-instrumen internasional tersebut, khususnya pada Amendemen CPPNM dan ICSANT.

Mengenai non proliferasi bahan kimia, biologi, radioaktif, dan nuklir (CBRN) yang menjadi pokok Resolusi 1540, tampaknya telah

diatur dengan baik dalam UU Nomor 5 Tahun 2018 yang memasukkan penyalahgunaan bahan CBRN sebagai tindak pidana terorisme. Namun, hal ini masih perlu pengembangan lebih lanjut, khususnya mengenai pengaturan lalu lintas bahan CBRN yang memerlukan langkah koordinasi intensif dari seluruh pemangku kepentingan nasional untuk menjamin keamanan bahan CBRN dari pihak-pihak yang tidak berwenang.

Tantangan di bidang keamanan nuklir makin kompleks, melibatkan berbagai faktor sosial, politik, ekonomi, dan perkembangan teknologi, memerlukan perhatian sungguh-sungguh, khususnya dalam hal pengaturan dan penegakannya. Kemajuan di bidang teknologi informasi, misalnya, menghadirkan tantangan terkait perlunya pengaturan dan penanganan secara ketat terhadap keamanan dan kerahasiaan informasi agar tidak dapat diakses oleh pihak-pihak tidak berwenang.

Tantangan lain yang perlu mendapat perhatian adalah perlunya pengembangan pengaturan yang komprehensif, baik dalam pencegahan dan deteksi maupun pengendalian dalam rantai pasokan, terhadap penggunaan barang-barang palsu, tiruan, dan mencurigakan pada peralatan sistem keamanan nuklir yang dapat berakibat pada keandalan dan efektivitas sistem keamanan nuklir yang diterapkan.

Kemampuan sumber daya manusia dalam hukum nuklir, termasuk di BATAN (saat ini telah terintegrasi menjadi Badan Riset dan Inovasi Nasional, BRIN) juga menjadi bagian penting agar dapat ditingkatkan. Hal ini mengingat bahwa hukum nuklir di tingkat internasional juga berkembang sesuai dengan perubahan ancaman keamanan nuklir. Kemampuan dan kepakaran dalam hukum nuklir di BRIN menjadi hal penting untuk mengantisipasi pembahasan aspek hukum dalam pemanfaatan bahan nuklir dan keamanannya bersama negara lain di tingkat internasional maupun bersama pemangku kepentingan nasional, khususnya dari perspektif Pemegang Izin dan lembaga riset.

Kerangka legal internasional dan nasional keamanan nuklir—yang terdiri dari instrumen hukum dan prinsip-prinsip yang

dirancang untuk mencegah, mendeteksi, dan merespons tindakan kriminal dan tindakan tidak sah lainnya yang melibatkan, atau yang ditujukan pada, bahan nuklir atau bahan radioaktif lainnya, serta fasilitas atau kegiatan terkait—bagaimanapun merupakan salah satu aspek penting dalam menjamin keberlangsungan dan kepercayaan masyarakat terhadap pemanfaatan tenaga nuklir tujuan damai.

Daftar Referensi

- Everton, C., Bayer, S., & Carlson, J. (2010, 11–15 Juli 2010). *Developments in the IAEA's nuclear security series and physical protection guidance document INFCIRC/225* [Presentasi makalah]. Annual Meeting of the Institute of Nuclear Materials Management, Baltimore, Maryland. <https://www.dfat.gov.au/sites/default/files/developments-in-the-iaea-INFCIRC225.pdf>
- Findlay, T. (2010). *The future of nuclear energy to 2030 and its implications for safety, security and nonproliferation, Part 3-Nuclear Security*. The Centre for International Governance Innovation (CIGI). https://www.cigionline.org/static/documents/part_3.pdf
- Herbach, J. D. (2014). Strengthening the international legal framework for nuclear security: Means and methods to facilitate compliance and enhance transparency. *International Conference on Nuclear Security: Enhancing Global Efforts. Proceedings of the International Conference*. IAEA. <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/22224552>
- International Atomic Energy Agency. (2004). Code of conduct on the safety and security of radioactive sources. *Non-serial Publications IAEA/CODEOC/2004*. <https://www.iaea.org/publications/6956/code-of-conduct-on-the-safety-and-security-of-radioactive-sources>
- International Atomic Energy Agency. (2005). Guidance on the import and export of radioactive sources. *Non-serial Publications IAEA/CODEOC/IMP-EXP/2005*. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Imp-Exp_web.pdf
- International Atomic Energy Agency. (2006). Amendment to the convention on the physical protection of nuclear material. *IAEA International Law Series No. 2*. <https://www.iaea.org/publications/7598/amendment-to-the-convention-on-the-physical-protection-of-nuclear-material>
- International Atomic Energy Agency. (2011a). The international legal framework for nuclear security. *IAEA International Law Series No.*

4. <https://www.iaea.org/publications/8565/the-international-legal-framework-for-nuclear-security>
- International Atomic Energy Agency. (2011b). Nuclear security recommendations on physical protection of nuclear material and facilities (INFCIRC/225/Revision 5). *IAEA Nuclear Security Series No. 13*. <https://www.iaea.org/publications/8629/nuclear-security-recommendations-on-physical-protection-of-nuclear-material-and-nuclear-facilities-infcirc225revision-5>
- International Atomic Energy Agency. (2011c). Nuclear security recommendations on radioactive material and associated facilities. *IAEA Nuclear Security Series No. 14*. <https://www.iaea.org/publications/8616/nuclear-security-recommendations-on-radioactive-material-and-associated-facilities>
- International Atomic Energy Agency. (2011d). Nuclear security recommendations on nuclear and other radioactive material out of regulatory control. *IAEA Nuclear Security Series No 15*. <https://www.iaea.org/publications/8622/nuclear-security-recommendations-on-nuclear-and-other-radioactive-material-out-of-regulatory-control>
- International Atomic Energy Agency. (2013). Objective and essential elements of a state's nuclear security regime. *IAEA Nuclear Security Series No. 20*. <https://www.iaea.org/publications/10353/objective-and-essential-elements-of-a-states-nuclear-security-regime>
- International Atomic Energy Agency. (2014). Radiation protection and safety of radiation sources: International basic safety standards. *IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3*. <https://www.iaea.org/publications/8930/radiation-protection-and-safety-of-radiation-sources-international-basic-safety-standards>
- International Atomic Energy Agency. (2015). Milestones in the development of a national infrastructure for nuclear power. *IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-3.1 (rev. 1)*. <https://www.iaea.org/publications/10873/milestones-in-the-development-of-a-national-infrastructure-for-nuclear-power>
- International Atomic Energy Agency. (2019). Security during the lifetime of a nuclear facility. *IAEA Nuclear Security Series No. 35-G*. <https://www.iaea.org/publications/12363/security-during-the-lifetime-of-a-nuclear-facility>
- Nacht, M., Frank, M., & Prussin, S. (2021). *Nuclear security: The nexus among science, technology and policy*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-75085-5>

- Stoiber, C., Baer, A., Pelzer, N., & Tonhauser, W. (2003). *Handbook on nuclear law*. IAEA. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1160_web.pdf
- Stoiber, C., Cherf, A., Tonhauser, W., & Carmona, M. (2010). *Handbook on nuclear law: Implementing legislation*. IAEA. <https://www.iaea.org/publications/8374/handbook-on-nuclear-law-implementing-legislation>