

ANALISIS MEKANISME PENANGANAN BENCANA BENDA ANTARIKSA BERMUATAN NUKLIR DI INDONESIA

Oleh :

Dikjiratmi, Dewi Septi A, Deasy Tresnoningrum
Pusat Pengkajian dan Informasi Kedirgantaraan, LAPAN

ABSTRACT

Nuclear power has been on tough discussion since decades before. There are always controversy on using it. Nowadays, the discussion has wider field trough the fact that some faring countries uses it on their space mission resulted higher concern about its risk, both on human being and environment. Internationally, there are some international law regarding the use of nuclear power sources in outer space but Indonesia as a victim area of space debris hasn't has a mechanism to manage the possibility of nuclear space debris. This research objective is to analyze the mechanism in Indonesia using descriptive analysis method by referring it into the international and national regulations established before. It results on conclusion that Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), on behalf of Indonesia, should establish such mechanism with the involvement of Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Bapeten).

Kata Kunci: Space debris, nuclear, LAPAN, Bapeten

ABSTRAK

Penggunaan nuklir sebagai sumber tenaga telah menjadi polemik sejak selama beberapa dekade. Saat ini, penggunaannya telah meluas untuk misi antariksa. Penelitian ini bertujuan menganalisis mekanisme penanganan kemungkinan bencana akibat jatuhnya benda antariksa bermuatan nuklir di Indonesia dengan mengacu pada aturan internasional dan nasional yang telah ada. Hasilnya menunjukkan bahwa LAPAN hendaknya membangun mekanisme tersebut dengan bekerja sama dengan Bapeten.

Kata kunci : sampah antariksa, LAPAN, Bapeten

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beberapa dekade yang lalu, sebuah satelit bemuatan nuklir, yaitu Cosmos 954 milik Uni Soviet kembali memasuki (*re-entry*) bumi dan beberapa bagian dari satelit tersebut jatuh di daerah Yellowknife, Northwest Territories. Berdasarkan penyelidikan di lapangan terhadap benda antariksa yang jatuh tersebut diperoleh hasil bahwa satelit Cosmos tersebut mengandung 20 kg Uranium. Ini merupakan contoh salah satu benda antariksa bemuatan nuklir yang mengalami kegagalan fungsi operasional dan kembali memasuki atmosfer bumi. Kemungkinan penggunaan bahan-bahan bemuatan nuklir atau biasa disebut sebagai *nuclear power sources* dalam suatu peluncuran benda antariksa seperti satelit sangat mungkin dilakukan meskipun hal ini dilarang menurut aturan hukum internasional yaitu Pasal IV *Space Treaty* 1967.

Kegiatan keantariksaan yang semakin berkembang baik dari tingkat frekuensi peluncuran dan pengoperasian sistem satelit atau benda antariksa lainnya yang diluncurkan ke antariksa maupun dari para pelaku kegiatan keantariksaan tentunya menyebabkan peningkatan jumlah benda antariksa yang mengorbit di bumi. Meningkatnya jumlah benda antariksa yang beredar di antariksa baik yang masih aktif beroperasi maupun yang telah menjadi sampah antariksa menyebabkan tingginya kemungkinan bertabrakan antar benda antariksa yang masih aktif beroperasi, antar benda antariksa yang telah habis masa aktifnya, dan antara benda antariksa yang masih aktif dengan benda antariksa yang tidak aktif lagi atau dengan sampah antariksa.

Berbicara mengenai jumlah benda antariksa tentunya tidak terlepas dari sampah antariksa sebagai salah satu jenis benda antariksa yang telah habis masa beroperasinya dan benda antariksa yang berupa pecahan/serpihan/potongan/debu sebagai hasil tabrakan antar benda antariksa. Hal tersebut akan menjadi masalah lebih berat lagi jika jenis muatan suatu benda antariksa yang beroperasi di antariksa tersebut menggunakan sumber daya nuklir sebagai bahan bakar atau sebagai sumber tenaga dan bagian komponen dalam suatu benda antariksa, karena dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan antariksa dan lingkungan hidup di bumi akan semakin besar bila terjadi tabrakan antar benda antariksa atau kegagalan misi. Hingga saat ini peluncuran dengan menggunakan sumber energy nuklir maupun dengan muatan nuklirpun masih bersifat sangat rahasia dan tidak dapat diketahui karena tidak semua Negara memberikan informasi akan hal tersebut.

Berlandaskan pada kesadaran bersama masyarakat internasional bahwa penggunaan NPS dalam suatu kegiatan keantariksaan khususnya bagi suatu benda antariksa akan senantiasa disertai resiko atau potensi bahaya radiasi dan mengingat bahwa potensi bahaya ini dapat timbul pada saat dimulainya proses peluncuran dari bumi (sistem peluncuran dari darat, laut, dan udara) ke antariksa hingga penempatannya pada orbit bumi, dan pada saat operasionalisasi benda antariksa serta kemungkinan bilamana jatuh kembali ke permukaan bumi, maka *United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space* (UNCOPUOS) telah mengeluarkan sebuah panduan yang berupa Kerangka Kerja Keselamatan untuk Penggunaan Sumber Daya Nuklir di Antariksa (*Safety*

Framework for Nuclear Power Source Applications in Outer Space) bagi negara-negara dalam menyelenggarakan kegiatan keantariksaan nasionalnya masing-masing. Panduan ini tidak bersifat mengikat sebagai hukum internasional, namun panduan kerangka kerja keselamatan ini dapat menjadi acuan bagi negara-negara dalam menyelenggarakan kegiatan keantariksaan nasionalnya yang bertujuan memberikan panduan standar tingkat tinggi (*high level*) untuk keselamatan penggunaan nuklir bagi kegiatan peluncuran, operasionalisasi, dan pelayanan purnabakti penggunaan NPS di antariksa.

Mengacu pada posisi penempatan benda antariksa yang secara teknis lebih menguntungkan bilamana ditempatkan pada jalur ekuator/khatulistiwa dan pada kenyataannya bahwa jumlah benda antariksa yang ditempatkan di GSO atau GEO telah begitu banyak, serta di sisi lain mengingat adanya penggunaan sumber daya nuklir sebagai sumber daya bagi pelaksanaan kegiatan keantariksaan, maka hal ini perlu menjadi perhatian dalam kaitannya dengan resiko atau potensi bahaya yang dapat ditimbulkan dari kegiatan keantariksaan baik yang diselenggarakan oleh Indonesia maupun oleh negara-negara lain, bilamana benda antariksa tersebut jatuh di permukaan bumi. Bagaimana upaya penanganan yang harus dilakukan bilamana terjadi benda antariksa bermuatan nuklir jatuh ke permukaan bumi.

Indonesia sebagai negara yang secara geografis terletak di wilayah katulistiwa sepanjang 1/8 keliling bumi dari 91⁰BT hingga 141⁰ BT dan lebar dari 6⁰ LU hingga 11⁰ LS merupakan wilayah yang sangat strategis untuk penyelenggaraan kegiatan keantariksaan, sebab bilamana ditinjau dari aspek ekonomi, peluncuran wahana antariksa akan lebih menguntungkan bilamana dilakukan dari wilayah Indonesia yang terletak tepat di bawah garis khatulistiwa. Di samping keunggulan yang dimiliki Indonesia dari aspek wilayah, terdapat pula potensi bahaya yang dapat terjadi dengan posisi geografis Indonesia ini, yaitu potensi kemungkinan jatuhnya benda antariksa khususnya yang bermuatan nuklir di wilayah Indonesia sangat tinggi. Hingga saat ini di beberapa wilayah Indonesia telah beberapa kali kejatuhan benda antariksa, meskipun sampai sejauh ini tidak menimbulkan kerugian yang signifikan bagi warga negara Indonesia atau kerugian jiwa.

Sampai sejauh ini, secara internasional belum terdapat pedoman bagi mitigasi atau penanganan bencana akibat benda antariksa yang bermuatan nuklir, sedangkan *Safety Framework for Nuclear Power Source Applications in Outer Space* lebih menekankan pada upaya-upaya yang harus dilakukan negara-negara bilamana melakukan kegiatan keantariksaan dengan menggunakan bahan material bermuatan nuklir agar dapat terwujud keselamatan pelaksanaan kegiatan keantariksaan yang menggunakan sumber daya nuklir tersebut. Dengan demikian kerangka kerja tersebut lebih mengarah pada upaya preventif, artinya sebelum pelaksanaan kegiatan keantariksaan dilakukan. Sedangkan *Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*, lebih mengarah pada upaya-upaya mengurangi sampah antariksa yang dapat menimbulkan tabrakan di antariksa dan yang dapat jatuh ke permukaan bumi.

Indonesia secara nasional hingga saat ini belum memiliki pedoman penanganan bencana benda antariksa khususnya yang bermuatan nuklir. Dalam Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran (UU Ketenaganukliran) tidak mengatur mengenai penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir. Dalam UU

Ketenaganukliran terdapat pengaturan mengenai tanggung jawab yang dibebankan kepada pengusaha instalasi nuklir atas kerugian nuklir yang diderita oleh pihak ketiga yang disebabkan oleh kecelakaan nuklir yang terjadi dalam instalasi nuklir tersebut. Dengan demikian, di Indonesia belum terdapat pengaturan secara khusus mengenai mekanisme penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Penelitian dilakukan dengan maksud Mengkaji dan merumuskan usulan mekanisme penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir di Indonesia sesuai dengan prinsip-prinsip dan guidelines internasional serta aturan nasional

1.2.2 Tujuan

Terumuskannya usulan mekanisme penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir di Indonesia sesuai dengan prinsip-prinsip dan guidelines internasional serta aturan nasional

1.3 Permasalahan

Berdasarkan uraian di Bagian 1.1. penggunaan energi nuklir diperlukan sebagai sumber energi misi antariksa namun memiliki potensi resiko jatuh ke permukaan bumi. Dalam hal ini tercakup aspek penanganan benda jatuh antariksa dan penanganan muatan nuklir yang terdapat dalam benda jatuh tersebut. Penelitian ini mengkaji prinsip dan pedoman internasional dalam penanganan benda jatuh antariksa bermuatan nuklir yang diharapkan bisa menjadi kajian awal dalam menyiapkan penyusunan mekanisme penanganan benda jatuh antariksa bermuatan nuklir.

1.4 Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif analisis, yakni dengan mendeskripsikan seluruh bahan dan data yang diperoleh selama penelitian baik dari bahan pustaka maupun data yang diperoleh dari hasil diskusi. Kemudian analisis dilakukan untuk memperoleh kesimpulan dari permasalahan yang ada dan mencari solusi alternatif untuk mekanisme bencana benda antariksa bermuatan nuklir bila terjadi nanti.

2. DATA DAN PEMBAHASAN

2.1 Energi Nuklir dan Pemanfaatannya Sebagai Sumber Tenaga Misi Antariksa

Dampak lingkungan dan semakin berkurangnya sumber energi minyak bumi memaksa kita untuk mencari dan mengembangkan sumber energi baru. Salah satu alternatif sumber energi baru yang potensial datang dari energi nuklir. Meski dampak dan bahaya yang ditimbulkan amat besar, tidak dapat dipungkiri bahwa energi nuklir adalah salah satu alternatif sumber energi yang layak diperhitungkan. Di sisi lain, eksplorasi antariksa memerlukan sumber tenaga (*power*) untuk setiap tahapannya, untuk peluncuran

awal wahana antariksa dan manuver selanjutnya, untuk sistem instrumentasi dan komunikasi, untuk elemen pemanas atau pendingin, untuk pencahayaan untuk eksperimen, dan untuk banyak hal lainnya, khususnya dalam misi berawak. Sampai saat ini, peluncuran lebih banyak menggunakan sumber tenaga dari roket kimia. Sangat menarik bahwa semestinya semua tenaga bisa disuplai dari matahari yang tersedia dengan bebas. Namun, dalam banyak kasus, misi antariksa bisa saja dilaksanakan di area yang gelap dan tidak memungkinkan membawa solar panel yang berukuran besar.

Di sejumlah Negara maju pemanfaatan energy nuklir tersebut menjadi alasan kuat mengapa mereka mengembangkan dan menggunakan energy nuklir tersebut. Dalam suatu system satelit yang terdiri dari beberapa komponen utama seperti buster, TTC, sensor, dan beberapa kamera yang memerlukan daya listrik besar untuk dapat menerima sinyal dan mencitrakan sinyal kembali ke bumi dengan periode waktu putar bumi yang cukup lama yang tidak memungkinkan hanya menggunakan daya energi dari matahari saja. Sehingga diperlukan daya energi yang lebih besar, dan alasan yang lain bagi Negara maju dimana mereka saling berlomba-lomba untuk mengeksplorasi wahana luar angkasa yang lebih jauh yang tidak memungkinkan diperolehnya sumber energy dari matahari. Nuklir sebagai sumber tenaga telah digunakan pada hampir semua misi yang berhasil mendarat di bulan dan Mars (Apollo, Viking, Pathfinder, MER Spirit & Opportunity) dan di semua misi ke Jupiter dan untuk satelit pertahanan (*power, vulnerability, drag*).

Pemilihan penggunaan nuklir memungkinkan pelaksanaan misi antariksa yang lebih mendalam dan lebih efisien. Dalam peta peluang melibatkan waktu dan variasi muatan, sumber tenaga nuklir lebih unggul daripada sumber tenaga kimia. Prospek menggunakan nuklir di antariksa ditentukan oleh keuntungan yang lebih dibandingkan menggunakan sumber tenaga konvensional. Antara lain: independen terhadap jarak dan orientasi dengan matahari, lebih ringkas, parameter massa dan ukuran lebih baik, kapabilitas penyediaan tenaga lebih besar dua hingga tiga kali dibandingkan sumber tenaga konvensional, resisten terhadap sabuk radiasi bumi (earth's radiation belt), peluang kombinasi sumber tenaga nuklir dengan elektrik memberi efisiensi terbesar dalam membangun sistem propulsi.

Di masa depan, misi antariksa akan memerlukan sumber tenaga yang besar. Penggunaan energi nuklir dapat dengan dramatis mengubah kemampuan wahana antar planet. Jika dibandingkan dengan sistem propulsi kimia misalnya, sistem propulsi nuklir memberikan kemajuan yang signifikan. Pertama, propulsi nuklir menyediakan tingkat akselerasi/kecepatan yang lebih baik sehingga memungkinkan membawa muatan yang lebih besar atau penggunaan wahana peluncuran yang lebih murah. Kedua, memungkinkan penggunaan straight trajectory dengan program penerbangan yang simpel tanpa manuver gravitasi dengan mengurangi jumlah penerbangan.

Manfaat dan keuntungan penggunaan nuklir sebagai sumber tenaga dalam misi antariksa tentu saja disertai dengan risiko terhadap keselamatan manusia dan lingkungan, khususnya bumi, akibat kemungkinan radiasi nuklir, dan lebih besar lagi adalah kemungkinan terjadinya kesalahan dan kecelakaan dalam penggunaan nuklir tersebut sehingga menimbulkan bencana yang merugikan bagi manusia dan lingkungan.

2.2. Pengelolaan Benda Bermuatan Nuklir Sesuai Guideline IAEA

IAEA (*International Atomic Energy Agency*) sebagai organisasi internasional yang sekaligus merupakan pusat kerjasama internasional di bidang nuklir telah menetapkan standard keselamatan untuk melindungi kesehatan dan meminimalkan bahaya bagi kehidupan dan properti dalam rangka meningkatkan keamanan, keselamatan, dan penggunaan nuklir untuk maksud damai. Salah satu standard yang ditetapkan IAEA adalah pedoman implementasi keamanan sumber radioaktif yang ditujukan sebagai pedoman negara-negara menyusun kebijakan keamanan terhadap sumber radioaktif. Dalam pedoman tersebut dimuat rekomendasi ukuran yang digunakan dalam upaya pencegahan, deteksi, dan respon terhadap kegiatan yang melibatkan bahan radioaktif.

Pedoman di atas bisa dikatakan merupakan aturan preventif terhadap pengelolaan material nuklir yang di Indonesia telah diterjemahkan ke dalam aturan perundang-undangan mengenai ketenaga nukliran. Di sisi lain, adanya risiko terjadinya kesalahan atau kecelakaan dalam pengelolaan material nuklir (kedaruratan nuklir) memerlukan upaya tanggap darurat yang tepat untuk meminimalkan potensi bahaya radiasi dan menanggulangi kedaruratan sehingga tidak meluas, atau secara garis besar untuk meminimalkan potensi kerugian terhadap manusia dan lingkungan. Sesuai dengan Article 5(a)(ii) *the Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency (the 'Assistance Convention')*, salah satu fungsi IAEA adalah mengumpulkan dan mendiseminasikan pada negara pihak dan negara anggota mengenai metodologi, teknik, hasil yang tercapai terkait respon terhadap hal kedaruratan. Pada Maret 2002, IAEA telah menyetujui *Safety Requirements Publication, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency*, diterbitkan sebagai Safety Standards Series No. GS-R-2.

Dalam Arrangements tersebut, dimuat secara komprehensif mengenai persiapan untuk mengantisipasi terjadinya kedaruratan radiologi, yakni konsep dasar (tipe kedaruratan, bahaya radiasi terhadap lingkungan, jenis ancaman, wilayah dan ruang lingkup), persyaratan umum (tanggung jawab dasar dan penilaian jenis ancaman), persyaratan fungsional (identifikasi, fase awal, informasi publik, respon medis, mitigasi konsekuensi non-radiologi, dan tindakan lain), persyaratan untuk infrastruktur, dan konsep operasional.

Pendekatan yang digunakan untuk mengembangkan kemampuan merespon kedaruratan nuklir atau radiologi menurut guideline IAEA hendaknya melihat pada konsep dasarnya terlebih dahulu, yakni apakah terjadi kedaruratan nuklir atau kedaruratan radiologi. Kedaruratan nuklir dikategorikan sebagai ancaman kategori I, II, atau III, tergantung ancaman on-site dan off-sitenya. Kedaruratan nuklir mungkin terjadi pada fasilitas beradiasi tinggi (misalnya dalam industri), reaktor nuklir (*research reactors, ship reactors* dan *power reactors*), fasilitas penyimpanan material radioaktif dalam jumlah besar, *fuel cycle facilities*, fasilitas industri, fasilitas penelitian atau medis. Kedaruratan radiologi dikategorikan sebagai ancaman kategori IV. Ancaman ini mungkin terjadi di semua negara, terdiri dari sumber yang tak terkontrol (terabaikan, hilang, dicuri, atau ditemukan), penyalahgunaan sumber industri dan medis, paparan atau kontaminasi dari

sumber yang tidak diketahui, *Re-entry of a satellite containing radioactive material*, paparan serius, *malicious threats and/or acts*, kedaruratan pengangkutan.

Untuk memahami tentang kedaruratan nuklir dan penanggulangannya, perlu diketahui terlebih dahulu mengenai kategori penanggulangan keadaan darurat nuklir. Dalam keputusan Kepala BAPETEN nomor : 05-P/Ka-BAPETEN/I-03 tanggal 20 Januari 2003 diatur mengenai kategori penanggulangan keadaan darurat nuklir berdasarkan potensi bahaya fasilitas sesuai dengan guideline IAEA. Kategori tersebut ditampilkan pada Tabel 1 sebagai berikut :

TABEL 2-2 : KATEGORI PENANGGULANGAN KEADAAN DARURAT NUKLIR BERDASARKAN POTENSI BAHAYA FASILITAS

Kategori	Potensi Bahaya	Fasilitas
I	Fasilitas dengan potensi bahaya sangat besar yang dapat menghasilkan pelepasan radioaktif yang berdampak terhadap kesehatan deterministik serius daerah lepas kawasan	<ul style="list-style-type: none"> Reaktor dengan daya lebih besar 100MWth (PLTN,riset,kapal) Fasilitas penyimpanan bahan bakar bekas kolam yang besar sama dengan teras reaktor untuk daya yang lebih besar atau sama dengan 3000 MWth Inventori bahan radioaktif dengan batas katagori I (daur ulang bahan bakar bekas)
II	Fasilitas dengan potensi bahaya yang menghasilkan pelepasan radioaktif dengan dosis di atas nilai yang diizinkan tetapi tidak berdampak terhadap kesehatan deterministik serius daerah lepas kawasan	<ul style="list-style-type: none"> Reaktor dengan daya lebih besar atau sama dengan 2 MWth tetapi lebih kecil atau sama dengan 100 MWth (PLTN, riset kapal) Fasilitas penyimpanan bahan bakar bekas kolam yang besar sama dengan teras reaktor untuk daya lebih besar dari 10 MWth dan lebih kecil dari 3000 MWth Inventori bahan radioaktif dengan batas kategori II
III	Fasilitas dengan potensi bahaya tidak berdampak terhadap daerah lepas kawasan tetapi berpotensi terhadap kesehatan deterministik pada daerah lepas kawasan	<ul style="list-style-type: none"> Reaktor dengan daya lebih kecil 2 MWth Fasilitas penyimpanan bahan bakar bekas kering Fasilitas Iradiator, akselerator, radioterapi, produksi radioisotope Laboratorium penelitian Fabrikasi bahan bakar
IV	Potensi bahaya pada daerah yang terbatas, termasuk transportasi, hilang dan pencurian bahan radioaktif	<ul style="list-style-type: none"> Pertambangan Uranium, fasilitas konversi Tranportasi segala jenis bungkusan Hilang, pencurian dan lain-lain Kontaminasi yang terjadi bersama jatuhnya satelit dengan tenaga reaktor nuklir
V	Daerah yang potensi bahaya terhadap bahan makanan akibat kecelakaan yang terjadi di luar negara	<ul style="list-style-type: none"> Kontaminasi dari daerah perbatasan Negara lain Impor bahan-bahan terkontaminasi

Kedaruratan nuklir bisa disebabkan atau melibatkan beberapa tipe bencana termasuk bencana alam (misalnya badai), teknologi, atau kegiatan kriminal. Karenanya, respon terhadap kedaruratan nuklir harus dikoordinasikan dengan tetap mengacu pada rencana respon kedaruratan konvensional. Perencanaan dan persiapan kedaruratan hendaknya diintegrasikan dengan perencanaan respon bencana untuk semua tipe dan secara penuh melibatkan institusi lokal dan nasional yang bertanggung jawab dalam kedaruratan konvensional.

2.3 Pengelolaan Benda Bermuatan Nuklir Di Antariksa Sesuai Safety Framework For NPS

Pada tahun 2009 IAEA bersama dengan Subkomite Ilmiah dan Teknik UNCOPUOS telah menyepakati Safety Framework for NPS Applications in Outer Space. Safety framework ini memadukan kepakaran subkomite Ilmiah dan Teknik UNCOPUOS dalam penggunaan NPS di antariksa dengan prosedur baku IAEA dalam mengembangkan standard keselamatan penggunaan nuklir di permukaan bumi. Fokus dari Safety framework ini adalah perlindungan masyarakat dan lingkungan bumi dari potensi bencana terkait peluncuran, operasional, dan fase end-of-service aplikasi NPS. Secara singkat, safety framework ini bertujuan meningkatkan keselamatan penggunaan aplikasi NPS di antariksa. Safety framework itu sendiri diharapkan bisa menjadi pedoman pengembangan safety framework nasional dan internasional. Implementasinya tidak hanya akan menjamin rasa aman masyarakat terhadap penggunaan NPS di antariksa, namun juga diharapkan dapat memfasilitasi kerjasama bilateral dan multilateral dalam misi antariksa yang menggunakan NPS. Pedoman dalam framework itu sendiri dibagi menjadi 3, yakni untuk pemerintah, manajemen, dan pedoman teknis.

Secara umum, semua proses dalam aplikasi NPS harus mencakup upaya menghitung kemungkinan kecelakaan yang mungkin terjadi, termasuk di dalamnya potensi terlepasnya material radioaktif ke lingkungan bumi. Terkait hal tersebut, diperlukan kemampuan: membangun dan mengimplementasikan rencana cadangan untuk menghadang kemungkinan kecelakaan yang bisa memicu bencana radiasi; menentukan apakah telah terjadi pelepasan radioaktif; mengkarakterisasikan lokasi dan asal pelepasan material radioaktif; mengkarakterisasikan wilayah yang terkontaminasi; merekomendasikan standard perlindungan untuk membatasi paparan pada masyarakat; menyiapkan informasi terkait kecelakaan pada pemerintah bersangkutan, organisasi internasional, dan entitas non-pemerintah serta masyarakat umum.

Selain dalam safety framework di atas, secara mendasar penggunaan nuklir dalam misi antariksa diatur dalam Principles Relevant to the Use of Nuclear Power Sources In Outer Space, 1992 khususnya Principle 4. *Safety assessment*

"A launching State [...] shall, prior to the launch, through cooperative arrangements, where relevant, with those which have designed, constructed or manufactured the nuclear power sources, or will operate the space object, or from whose territory or facility such an object will be launched, ensure that a thorough and comprehensive safety assessment is conducted. This assessment shall cover as well all relevant phases of the mission and shall deal with all systems involved, including the means of launching, the space platform,

the nuclear power source and its equipment and the means of control and communication between ground and space."

Sesuai dengan prinsip tersebut, negara peluncur yang mendesain, membangun, atau akan mengoperasikan, atau digunakan wilayahnya untuk peluncuran, harus menjamin pelaksanaan standard keamanan yang menyeluruh yang mencakup semua fase dari misi yang dilaksanakan dan semua sistem yang terlibat, termasuk alat peluncur, platform antariksa, sumber tenaga nuklir dan peralatannya, alat pengendali dan alat komunikasi.

2.4 Pengelolaan Nuklir Di Indonesia

Pengelolaan nuklir di Indonesia diatur dalam Undang-undang no 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran yang merupakan revisi terhadap Undang-undang Nomor 31 Tahun 1964 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Tenaga Atom. Dalam undang-undang ini wewenang pelaksanaan dan pengawasan dipisahkan dalam dua lembaga yang berbeda untuk menghindari tumpang tindih kegiatan pemanfaatan dan pengawasan dan sekaligus mengoptimalkan pengawasan yang ditujukan untuk lebih meningkatkan keselamatan nuklir. Dua lembaga yang dimaksud adalah BATAN dan BAPETEN yang memiliki tugas dan fungsi yang berbeda.

Undang-undang ini belum mengatur mengenai penggunaan nuklir di antariksa serta dampak dan risiko yang mungkin ditimbulkan. Standard keamanan, prosedur apabila terjadi kecelakaan, dan sanksi hanya ditujukan untuk proses dan kecelakaan yang mungkin terjadi dalam suatu reactor nuklir, belum mencakup prosedur atau mekanisme penanganan apabila terjadi kecelakaan yang melibatkan jatuhnya benda antariksa negara lain yang bermuatan nuklir.

2.5 Mekanisme Penanggulangan Bencana Di Indonesia

Indonesia sebagai negara yang rentan terhadap berbagai macam bencana tentu saja harus memiliki regulasi yang jelas mengenai lembaga penanggungjawab dan mekanisme atau prosedur baku penanganan bencana, mulai dari sisi mitigasi hingga tahap pemulihan.

2.5.1 Undang-Undang Penanggulangan Bencana

Pola penanggulangan bencana mendapatkan dimensi baru dengan dikeluarkannya Undang-Undang No. 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana yang diikuti beberapa aturan pelaksana terkait, yaitu Peraturan Presiden No. 08 tahun 2008 tentang Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Peraturan Pemerintah (PP) No. 21 tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana, PP No. 22 tahun 2008 tentang Pendanaan dan Pengelolaan Bantuan Bencana, dan PP No. 23 tahun 2008 tentang Peran Serta Lembaga Internasional dan Lembaga Asing non Pemerintah Dalam Penanggulangan Bencana. Dimensi baru dari rangkaian peraturan terkait dengan bencana tersebut adalah: Penanggulangan bencana sebagai sebuah upaya menyeluruh dan proaktif dimulai dari pengurangan risiko bencana, tanggap darurat, dan rehabilitasi dan rekonstruksi, penanggulangan bencana sebagai upaya yang dilakukan bersama oleh para pemangku kepentingan dengan peran dan fungsi yang saling melengkapi, dan penanggulangan

bencana sebagai bagian dari proses pembangunan sehingga mewujudkan ketahanan (*resilience*) terhadap bencana.

Definisi bencana alam menurut Pasal 1 angka 2 UU Penanggulangan Bencana adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor. Bencana non-alam menurut Pasal 1 angka 3 adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa nonalam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi, dan wabah penyakit. Sedangkan bencana sosial menurut Pasal 1 angka 4 adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antarkelompok atau antarkomunitas masyarakat, dan teror.

Lembaga yang mempunyai tugas, fungsi, dan wewenang dalam hal ini berada pada Badan Nasional Penanggulangan Bencana dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah. Dalam melakukan serangkaian upaya penanggulangan bencana, pemerintah melibatkan peran lembaga usaha dan lembaga internasional yang dapat bermitra dengan pemerintah dan/atau melakukan upaya penanggulangan bencana secara mandiri dalam membantu dan melakukan penyelamatan bagi masyarakat yang terkena bencana.

Penyelenggaraan penanggulangan bencana sesuai dengan pasal 31 dilaksanakan berdasarkan empat (4) aspek, yaitu: (a) sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat; (b) kelestarian lingkungan hidup; (c) kemanfaatan dan efektivitas; dan (d) lingkup luas wilayah yang dilakukan pula melalui tiga (3) tahap yang terdiri dari: (a) prabencana; (b) saat tanggap darurat; dan (c) pascabencana.

Penyelenggaraan penanggulangan pra bencana dilakukan didasarkan atas dua situasi, yaitu: (a) dalam situasi tidak terjadi bencana dan (b) dalam situasi terdapat potensi terjadinya bencana. Penyelenggaraan penanggulangan bencana dalam situasi tidak terjadi bencana meliputi perencanaan penanggulangan bencana, pengurangan risiko bencana, pencegahan, pemaduan dalam perencanaan pembangunan, persyaratan analisis risiko bencana, pelaksanaan dan penegakan rencana tata ruang, pendidikan dan pelatihan, dan persyaratan standar teknis penanggulangan bencana.

Penyelenggaraan penanggulangan bencana dalam situasi terdapat potensi terjadi bencana meliputi kesiapsiagaan, peringatan dini, dan mitigasi bencana.

Penyelenggaraan penanggulangan bencana pada saat tanggap darurat meliputi pengkajian secara cepat dan tepat terhadap lokasi, kerusakan, dan sumber daya, penentuan status keadaan darurat bencana, penyelamatan dan evakuasi masyarakat terkena bencana, pemenuhan kebutuhan dasar, perlindungan terhadap kelompok rentan, dan pemulihan dengan segera prasarana dan sarana vital.

Penyelenggaraan penanggulangan bencana pada tahap pascabencana meliputi rehabilitasi dan rekonstruksi.

Dalam hal pendanaan dan pengelolaan bantuan bencana menjadi tanggung jawab bersama antara Pemerintah Pusat dan Daerah serta mendorong partisipasi masyarakat dalam penyediaan dana yang bersumber dari masyarakat. Pengelolaan sumber daya bantuan bencana meliputi perencanaan, penggunaan, pemeliharaan, pemantauan, dan pengevaluasian terhadap barang, jasa, dan/atau uang bantuan nasional maupun internasional yang dilakukan oleh Pemerintah Pusat dan Daerah, Badan Nasional Penanggulangan Bencana dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah.

Dalam naskah akademik undang-undang tersebut, salah satu mekanisme yang dikaji adalah **Penatalaksanaan ancaman bencana**. Mekanisme ini mengharuskan pemerintah dan masyarakat untuk mengenalpasti, mengkaji, dan memantau ancaman-ancaman unsur-unsur, agen-agen, dan karakteristik-karakteristik yang menjadi ancaman masyarakat dan wilayah tertentu. Oleh karena ancaman bencana bersifat dinamis seiring dengan ruang dan waktu, maka hal ini harus dilaksanakan secara sadar, sistematis dan berkala. Salah satu mekanisme yang dapat dipertimbangkan adalah adanya keharusan untuk memuat unsur ancaman bencana dalam proses dan keluaran perencanaan pembangunan yang dilaksanakan secara berkala. Cara yang lain adalah dengan memerintahkan semua pihak yang merencanakan atau melaksanakan pendirian bangunan, prasarana, penambangan lingkungan, penggunaan sumberdaya alam dan pariwisata, untuk melaksanakan suatu *Analisis Risiko Bencana* sebagai prasyarat seperti halnya mereka diharuskan untuk melaksanakan Analisis Dampak Lingkungan.

Mengacu pada UU Penanggulangan Bencana tersebut, maka dalam menyusun mekanisme penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir ini tentunya harus memperhatikan pula ruang lingkup pengaturan, diantaranya meliputi lembaga yang mempunyai tugas untuk melakukan penanganan bencana, sebagai spin off dari pemerintah pusat dan pemerintah daerah dan beberapa aspek penyelenggaraan penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir serta tahap penyelenggaraan penanganan bencana yang meliputi pra bencana, saat bencana, dan pasca bencana dengan mengutamakan hak serta kepentingan masyarakat. Dalam hal ini pula perlu dibuka pelibatan organisasi masyarakat, lembaga usaha dan lembaga internasional secara fisik dan pendanaan. Hal terakhir adalah bila mekanisme penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir ini akan dilegalisasi dalam sebuah undang-undang maka dapat ditambahkan mengenai ketentuan sanksi. Bila tidak dalam bentuk undang-undang, maka tidak diperlukan ketentuan mengenai sanksi.

2.5.2 Satuan Tanggap Darurat Bapeten

Munculnya kedaruratan yang dapat terjadi di manapun dan kapanpun sangat membutuhkan tindakan tanggap darurat (respon) yang tepat, cepat dan efisien. Pemerintah Republik Indonesia telah mengeluarkan 3 (tiga) buah Keputusan Presiden terkait hal tersebut yaitu Keputusan Presiden Nomor 81 Tahun 1993 tentang Pengesahan *Convention On Early Notification of a Nuclear Accident*, Keputusan Presiden Nomor 82 Tahun 1993 tentang Pengesahan *Convention on Assistance on the Case of a Nuclear or Radiological Emergency*, dan Keputusan Presiden Nomor 106 Tahun 2001 tentang Pengesahan *Convention on Nuclear Safety*. Ketiga Keputusan Presiden tersebut bertujuan untuk mencegah dan menanggulangi kecelakaan nuklir secara dini serta memperkecil akibat yang ditimbulkannya. Tujuan ini sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Pasal 16

Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran yang menyatakan bahwa "setiap kegiatan yang berkaitan dengan pemanfaatan tenaga nuklir wajib memperhatikan keselamatan, keamanan, dan ketentraman, kesehatan pekerja dan anggota masyarakat serta perlindungan terhadap lingkungan hidup".

Untuk menjamin kecepatan, ketepatan dan efisiensi tanggap darurat tersebut maka BAPETEN perlu membentuk Satuan Tanggap Darurat (STD) yang terdiri dari personil BAPETEN dengan tugas dan kewenangan, dilengkapi Prosedur Tanggap Darurat. Fungsi tanggap darurat ditujukan untuk melaksanakan pengawasan kedaruratan dan untuk keperluan koordinasi, pemberian rekomendasi atau saran tindakan penanggulangan kedaruratan untuk keselamatan masyarakat dan lingkungan. Fungsi STD sebagai pengawas dilaksanakan dalam hal pengusaha instalasi mampu melakukan penanggulangan kedaruratan yang terjadi di fasilitas yang menjadi tanggungjawabnya (*on-site*) atau saat terjadi eskalasi kedaruratan yang berdampak sampai keluar kawasan/daerah (Kedaruratan Umum). Fungsi STD dapat mengkoordinasikan atau memimpin tindakan penanggulangan dalam hal terjadinyaditemukannya *Orphan Source*, *nuclear sattelite Re-entry*, ledakan yang melibatkan 'Bom Kotor' (*Radiological Dispersal Device*) atau peledak nuklir, dan/atau lepasan zat radioaktif lintas batas dari negara lain, dan kapal laut bertenaga nuklir (*marine or sub marine*).

Penanggulangan meliputi tindakan investigasi, survei dan monitoring radiologi terhadap masyarakat dan lingkungan, analisa radiologi, mitigasi, *recovery*, dekontaminasi dan pengamanan sumber radiasi.

Ruang lingkup tugas STD meliputi: menerima dan mencatat laporan atau informasi kedaruratan; autentikasi dan verifikasi isi laporan atau informasi kedaruratan; melakukan verifikasi dan pengukuran kondisi lapangan dengan cara monitoring radiologi, analisa eskalasi dampak, analisa radiologi; melakukan pengawasan pelaksanaan penanggulangan dan investigasi penyebab dan dampak kedaruratan; meminta atau memberikan informasi, *warning message* dan laporan ke IAEA; dan meminta bantuan ke IAEA apabila diperlukan.

Dalam melaksanakan tugasnya STD dapat berkoordinasi dengan organisasi penanggulangan kedaruratan tingkat fasilitas/pemegang izin atau tingkat wilayah sampai nasional (OTDNN) sesuai dengan kondisi kedaruratan. Dalam penanggulangan kedaruratan tingkat wilayah atau nasional, STD merupakan bagian dari OTDNN. Dalam hal ini, STD melaksanakan pengawasan tindakan penanggulangan kedaruratan dan memberikan rekomendasi atau saran tindakan penanggulangan kedaruratan kepada Ketua OTDNN. Koordinasi dalam kedaruratan wilayah atau nasional sebagaimana dimaksud di atas dilaksanakan sesuai dengan pedoman OTDNN. Mekanisme pelaksanaan tugas tanggap darurat secara rinci diatur lebih lanjut dalam Instruksi Kerja Tanggap Darurat BAPETEN.

Indonesia telah memiliki organisasi tanggap darurat nuklir nasional yang terdiri dari 12 (dua belas) instansi, yakni Bapeten, POLRI-PUSLABFOR, Direktorat Zeni-AD, Gegana Brimob, TNI-KOPASSUS, BIN, BATAN, Bapeten, BMKG, Departemen Pertanian, Departemen Kesehatan, Departemen Perhubungan, dan Dewan Pertahanan Nasional (Wantanas).

2.6 Penanganan Benda Jatuh Antariksa Nasional

Untuk penanganan benda jatuh antariksa dalam draft prosedur operasi baku penanganan benda jatuh antariksa (Rachman dan Djamaluddin, 2010) akan melibatkan tiga instansi utama: Kepolisian, LAPAN, dan BNPB.

Mitigasi bencana yang dilakukan meliputi Tahap Penanganan awal kejadian benda jatuh, Tahap Peninjauan lapangan dan penanggulangan bencana, serta Tahap Tindak lanjut akhir.

Tahap Penanganan awal kejadian benda jatuh

Pengamanan benda di lokasi kejadian

- a. Masyarakat yang menemukan/mengetahui adanya benda jatuh antariksa memberitahukan kepada kepolisian terdekat.
- b. Kepolisian setempat mengamankan lokasi benda jatuh antariksa untuk penyelidikan oleh instansi yang berwenang dalam rangka kajian potensi bahaya dan kepentingan ilmu pengetahuan.
- c. Kepolisian setempat segera menginformasikan ke LAPAN bahwa telah ditemukan benda jatuh antariksa.

Analisis orbit peristiwa benda jatuh

- a. Peneliti benda jatuh antariksa LAPAN menganalisis informasi benda jatuh antariksa yang diperoleh dari kepolisian atau sumber lain.
- b. Informasi potensi benda antariksa yang akan jatuh ditindaklanjuti dengan melakukan pemantauan benda jatuh sesuai **SOP Pemantauan benda jatuh antariksa**.
- c. Informasi benda jatuh antariksa yang ditemukan/diduga jatuh di wilayah Indonesia ditindaklanjuti dengan melakukan identifikasi benda jatuh sesuai **SOP Identifikasi benda jatuh antariksa**.

Tindak lanjut hasil pemantauan benda jatuh

Jika benda diperkirakan akan jatuh di wilayah Indonesia apalagi diindikasikan mengandung muatan berbahaya maka LAPAN berkoordinasi dengan BNPB untuk melakukan tindakan peringatan dini.

Tindak lanjut hasil identifikasi benda jatuh

- a. Jika benda ditemukan/diduga jatuh di wilayah Indonesia maka LAPAN berkoordinasi dengan BNPB untuk melakukan tindakan mitigasi bencana.
- b. Kepala LAPAN menugaskan TRC (Tim Reaksi Cepat) Benda Jatuh untuk menangani masalah.
- c. Jika benda jatuh diindikasikan mengandung muatan berbahaya maka Tim Teknis berkoordinasi dengan BAPETEN untuk pengujian radiasi atau instansi terkait untuk bahan berbahaya lainnya.
- d. Jika benda jatuh diduga adalah meteorit maka Tim Teknis berkoordinasi dengan Geologi ITB atau instansi terkait lainnya untuk analisis materinya.

Tahap Peninjauan lapangan dan Penanggulangan bencana

Persiapan peninjauan lapangan TRC Benda Jatuh

- a. TRC Benda Jatuh menyelesaikan segala keperluan administrasi terkait dengan keberangkatan dan peralatan yang dibutuhkan di lapangan.
- b. Setiap anggota TRC Benda Jatuh memastikan kelengkapan peralatan yang dibutuhkan di lapangan.

Peninjauan lapangan Tim Teknis

- a. Tim Teknis mengadakan pertemuan awal dengan Kepolisian setempat untuk melakukan koordinasi.
- b. Tim Teknis melakukan analisis insitu dan memastikan peristiwanya adalah kejadian benda jatuh antariksa atau bukan.
- c. Jika dipastikan peristiwanya adalah jatuhnya sampah antariksa dan nyata adanya kerusakan di lokasi kejadian maka Tim Teknis memanggil Tim Hukum ke lokasi kejadian.
- d. Jika indikasi menunjukkan bahwa peristiwa yang terjadi adalah jatuhnya meteorit maka Tim Teknis mempersiapkan sampel meteorit (atau yang diduga meteorit) yang akan dibawa ke Geologi ITB atau instansi terkait lainnya.

Peninjauan lapangan Tim Hukum

- a. Bersama Tim Teknis, Tim Hukum mengadakan pertemuan dengan pihak Kepolisian dan BNPB/BPBD untuk melakukan koordinasi.
- b. Tim Hukum melakukan analisis dampak benda jatuh antariksa sesuai dengan SOP Aspek hukum sampah antariksa.

Rapat evaluasi dan tindak lanjut

TRC Benda Jatuh bersama dengan Kepolisian dan BNPB/BPBD melaksanakan rapat evaluasi dan tindak lanjut. Bila tindak lanjut terkait hukum internasional, koordinasi dilakukan bersama Kementerian Luar Negeri.

Tim Hukum melakukan langkah-langkah hukum yang diperlukan sesuai dengan SOP Aspek hukum sampah antariksa.

Laporan perkembangan di lokasi kejadian

TRC Benda Jatuh membuat laporan kepada Kepala LAPAN setiap perkembangan kejadian di lokasi, upaya yang telah dilakukan, dan tindak lanjutnya.

2.7 Ketentuan Hukum Internasional mengenai Tanggung Jawab Negara atas Benda Antariksa Jatuh Sebagai Bagian Kerangka Kerja Mekanisme Penanganan Bencana Benda Antariksa Bermuatan Nuklir.

2.7.1 Space Treaty 1967

Ketentuan *Space Treaty* 1967 yang terkait dengan kerangka kerja penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir adalah Pasal V yang menyatakan bahwa negara pihak perjanjian ini wajib memberikan pertolongan dalam bentuk apapun demi

keselamatan astronot sebagai duta dari umat manusia di antariksa yang mengalami kecelakaan, keadaan yang berbahaya, atau pendaratan darurat di wilayahnya atau di laut bebas. Negara pihak harus segera memberitahukan pula kepada negara pihak perjanjian lainnya atau kepada Sekretaris Jenderal PBB bila menemukan fenomena di antariksa yang dapat menimbulkan bahaya bagi kehidupan atau kesehatan dari astronot, Pasal VI yang menyatakan bahwa negara pihak perjanjian bertanggungjawab secara internasional terhadap kegiatan nasionalnya di antariksa baik kegiatan tersebut dilakukan oleh institusi pemerintah maupun organisasi non pemerintah, dan Pasal VIII yang menyatakan bahwa negara pihak perjanjian yang mendaftarkan benda antariksa yang diluncurkan ke antariksa wajib melakukan control dan memiliki yurisdiksi atas benda antariksa yang diluncurkan termasuk personil di dalamnya.

2.7.2 Rescue Agreement 1968

Ketentuan yang tertuang dalam *Rescue Agreement* 1968 pada dasarnya memuat ketentuan yang mengatur mengenai standar operasional bagi negara pihak perjanjian bila mengetahui informasi atau menemukan adanya astronot yang membutuhkan pertolongan atau bantuan akibat terjadinya kecelakaan, kondisi yang membahayakan, atau pendaratan darurat suatu benda antariksa. *Rescue Agreement* 1968 merupakan salah satu ketentuan hukum internasional yang penting dalam kerangka kerja penanganan bencana benda antariksa. Dalam hal ini, ketentuan tersebut berada pada sisi penanganan benda antariksanya beserta personil di dalamnya. Di samping penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir yang dilakukan terhadap masyarakat yang terkena dampak atau mengalami kerugian akibat jatuhnya benda antariksa, maka ketentuan ini mengatur mengenai pengembalian benda antariksa atau komponennya yang jatuh di permukaan bumi di wilayah teritorial suatu negara pihak atau di laut bebas, maka harus memberitahukan pada *launching authority* (negara atau organisasi internasional antar pemerintah yang bertanggung jawab atas suatu peluncuran) dan Sekretaris Jenderal PBB dan mengembalikan pada *launching authority*. Hal tersebut diatur dalam Pasal 5 *Rescue Agreement* 1968. Sedangkan bila suatu negara pihak mengetahui informasi atau menemukan adanya personil dari suatu wahana antariksa yang berada di laut bebas atau berada di bawah yurisdiksi suatu negara, mengalami kecelakaan, dalam keadaan bahaya, atau pendaratan darurat, maka negara pihak tersebut wajib melakukan pertolongan atau SAR (*search and rescue operations*) bagi astronot serta mengembalikan secara aman dan cepat kepada *launching authority*. Ketentuan tersebut diatur dalam Pasal 1-4.

Dalam hal ini mengacu pada ketentuan *Rescue Agreement* 1968 tersebut, maka tentunya dalam kaitannya dengan kerangka kerja penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir yang mempunyai kemungkinan jatuh di wilayah Indonesia, harus dilakukan proses identifikasi benda antariksa agar dapat dikembalikan pada *launching authority* atau negara yang bertanggung jawab terhadap peluncuran benda antariksa.

2.7.3 Liability Convention 1972

Dalam kaitannya dengan kerangka kerja mekanisme penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir perlu diperhatikan pula ketentuan hukum internasional, yaitu *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects*, 1972

(*Liability Convention* 1972). Ketentuan ini perlu menjadi perhatian sebab dalam kaitannya dengan benda antariksa bermuatan nuklir yang jatuh di wilayah Indonesia seiring dengan dilakukan upaya penanganan di lapangan terhadap akibat yang ditimbulkan dari benda antariksa bermuatan nuklir tersebut bagi masyarakat atau wilayah yang terkena dampak, Pemerintah Indonesia perlu pula mengupayakan mekanisme pertanggungjawaban yang ditujukan kepada negara peluncur atau negara yang memiliki benda antariksa tersebut yang telah jatuh di wilayah Indonesia dan menimbulkan dampak yang merugikan masyarakat atau wilayah yang kejatuhan benda antariksa tersebut.

Ketentuan hukum yang tertuang dalam *Liability Convention* 1972 memuat beberapa hal yang dapat menjadi landasan hukum bagi setiap negara yang melakukan aktivitas keantariksaan dan menimbulkan kerugian bagi pihak ketiga akibat aktivitasnya tersebut sekaligus pula ketentuan hukum tersebut menjadi landasan hukum bagi setiap negara yang mengalami kerugian agar dapat mengajukan tuntutan hukum kepada negara peluncur atau negara pemilik benda antariksa tersebut.

Mengacu pada ketentuan *Liability Convention* 1972 tersebut yang menjadi fokus utama adalah bilamana terjadi jatuhnya benda antariksa baik bermuatan nuklir maupun tidak yang terjadi dalam suatu wilayah negara tertentu dan lebih-lebih menimbulkan kerugian bagi rakyat atau masyarakat di wilayah tersebut, tentunya tidak akan luput dari adanya suatu tanggung jawab yang dibebankan kepada negara atau organisasi internasional antar pemerintah yang meluncurkan benda antariksa tersebut. Tanggung jawab yang dibebankan kepada negara atau organisasi internasional antar pemerintah tersebut didasarkan atas fakta yang ada melalui serangkaian investigasi yang dilakukan oleh pemerintah yang wilayahnya kejatuhan benda antariksa bermuatan nuklir.

Di samping tanggung jawab yang dibebankan pada negara peluncur sesuai dengan ketentuan *Liability Convention* 1972 tersebut, tentunya masih terdapat tanggung jawab yang dibebankan kepada pemerintah yang berdaulat atas wilayah atau teritorial tempat terjadi jatuhnya benda antariksa bermuatan nuklir tersebut. Tanggung jawab ini tidak diatur dalam *Liability Convention* 1972, namun tanggung jawab yang dibebankan kepada negara yang wilayahnya kejatuhan benda antariksa bermuatan nuklir ini didasarkan atas konsep tanggung jawab negara sesuai dengan kedaulatan yang dimilikinya atas wilayah dan orang-orang (rakyat) yang berada di bawah yurisdiksinya yang mengalami kerugian akibat kejatuhan benda antariksa.

2.7.4 Registration Convention 1975

Ketentuan yang tertuang dalam *Registration Convention* 1975 merupakan ketentuan yang mengatur mengenai kewajiban bagi negara atau organisasi internasional antar pemerintah yang meluncurkan suatu benda antariksa melakukan pendaftaran atas benda antariksa yang diluncurkan ke antariksa secara nasional maupun internasional kepada Sekretaris Jenderal PBB. Di samping itu, ketentuan pendaftaran ini harus memuat hal-hal apa yang didaftarkan.

Dalam kaitannya dengan kerangka kerja penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir, maka ketentuan ini menjadi pendukung dalam proses identifikasi benda

antariksa agar dapat dimintai pertanggungjawaban bila menimbulkan kerugian bagi negara tempat jatuhnya benda antariksa sekaligus untuk mendukung proses pengembalian benda antariksa beserta komponennya dan astronot yang berada dalam suatu wahana antariksa.

3. PEMBAHASAN

3.1 Analisis

Bentuk tanggung jawab pemerintah atas wilayah dan rakyatnya diwujudkan dalam upaya pemerintah melakukan serangkaian tindakan dalam upaya penanganan jatuhnya benda antariksa secara langsung di lapangan berdasarkan suatu pedoman kerangka kerja atau mekanisme penanganan bencana akibat jatuhnya benda antariksa. Di sisi lain, pemerintah berupaya sesegera mungkin melakukan identifikasi terhadap benda antariksa agar dapat diketahui negara peluncurnya, sehingga dapat mengajukan tuntutan pertanggungjawaban atau klaim kompensasi atas kerugian yang terjadi di negaranya kepada negara peluncur atau organisasi internasional antar pemerintah. Klaim kompensasi dapat berupa sejumlah uang sesuai dengan taksiran kerugian yang dialami sekaligus dapat meminta kepada negara peluncur untuk bersama-sama berupaya melakukan penanganan bencana baik terhadap korban maupun terhadap benda antariksa bermuatan nuklir tersebut atau bilamana negara korban memiliki keterbatasan kemampuan dalam melakukan upaya penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir, maka dapat meminta bantuan negara lain.

Indonesia seperti telah diketahui merupakan negara yang mempunyai resiko besar sebagai *victim area* sebab wilayah Indonesia terletak pada jalur khatulistiwa yang secara teknis lebih mempunyai keuntungan dalam penempatan benda antariksa, namun sesungguhnya wilayah negara manapun di dunia ini mempunyai potensi resiko kejatuhan benda antariksa bermuatan nuklir. Sebab saat ini kegiatan antariksa semakin meningkat, salah satunya ditandai dengan peningkatan jumlah peluncuran wahana antariksa dan jumlah wahana antariksa yang masih beroperasi serta yang tidak beroperasi (sampah antariksa). Khusus untuk sampah satelit ini, pihak Badan Penerbangan dan Antariksa Amerika Serikat (NASA) telah mengeluarkan katalog untuk setiap satelit bekas yang berada di sekeliling Bumi. Katalog tersebut memuat daftar pemilik satelit dan potensi bahayanya saat memasuki atmosfer bumi. Namun, katalog tersebut hanya berisi daftar sampah yang berukuran di atas 10 meter.

Di samping itu, oleh karena padatnya jumlah benda antariksa pada sekitar jalur khatulistiwa, maka penempatan benda antariksa tidak hanya di koordinat tersebut, namun penempatan benda antariksa juga berada di koordinat lain sebab didukung dengan kemampuan teknologi antariksa yang semakin maju. Mengingat posisi wilayah Indonesia yang demikian, maka potensi resiko kejatuhan benda antariksa bermuatan nuklir akan lebih besar. Oleh karenanya, dalam penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir di Indonesia harus dilakukan secara bersinergi antara penanganan di lapangan atau di tempat terjadi jatuhnya benda antariksa bermuatan nuklir dengan penanganan secara diplomatis, yaitu mengacu pada ketentuan *Liability Convention* 1972 perlu mengajukan klaim kompensasi sebagai pertanggungjawaban negara peluncur atas benda antariksa

bermuatan nuklir miliknya yang jatuh di wilayah kedaulatan negara lain atau dalam yurisdiksi negara lain.

Indonesia sebagai salah satu negara yang telah meratifikasi ketentuan *Liability Convention* 1972 dengan Keputusan Presiden Nomor 9 Tahun 1999, maka Indonesia harus mengacu pada ketentuan yang tertuang dalam *Liability Convention* 1972 dalam rangka penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir dari aspek pertanggungjawaban negara peluncur yang telah meluncurkan benda antariksa bermuatan nuklirnya yang menimbulkan kerugian bagi Indonesia. Sebagai bagian dari upaya menyusun mekanisme penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir di Indonesia ini perlu diperhatikan beberapa hal pokok sebagai berikut : (i) Penentuan kelembagaan yang terkait dengan penerima informasi benda antariksa bermuatan nuklir yang jatuh di wilayah Indonesia, (ii) penentuan kelembagaan yang melakukan identifikasi benda antariksa bermuatan nuklir di lapangan/tempat terjadi jatuhnya benda antariksa bermuatan nuklir tersebut, (iii) Penentuan kelembagaan yang mempunyai kewenangan dalam melakukan diplomasi dengan negara peluncur dalam rangka mengajukan klaim kompensasi.

Beberapa hal pokok tersebut perlu menjadi perhatian mengingat semakin hari resiko yang akan dialami Indonesia akan semakin besar dengan semakin meningkatnya aktivitas antariksa dan penggunaan sumber daya nuklir sebagai bahan bakar suatu benda antariksa dan hal tersebut perlu segera ditetapkan oleh Pemerintah dalam suatu peraturan perundang-undangan, misalnya yaitu Peraturan Presiden.

Dalam kaitannya dengan penentuan kelembagaan yang terkait dengan penerima informasi benda antariksa bermuatan nuklir yang jatuh di wilayah Indonesia, hal ini penting untuk ditetapkan karena keberadaan kelembagaan ini merupakan base atau dasar perolehan informasi setiap benda antariksa bermuatan nuklir yang akan memasuki bumi, sehingga pihak-pihak yang telah ditetapkan pemerintah untuk melakukan penanganan bencana dapat segera mengetahui lokasi yang akan kejatuhan benda antariksa bermuatan nuklir tersebut atau dapat melakukan antisipasi bilamana benda antariksa bermuatan nuklir tersebut akan memasuki bumi. Kelembagaan yang mempunyai kompetensi sesuai dengan tugas pokok dan fungsi (tupoksi) instansi dalam hal ini adalah LAPAN yang membawahi kedeputian bidang sains, pengkajian, dan informasi kedirgantaraan. Dalam hal ini LAPAN juga harus mempunyai daftar benda antariksa khususnya yang bermuatan nuklir yang sedang atau sudah tidak beroperasi di antariksa serta selalu melakukan pemutakhiran data eksistensi benda antariksa ini.

Di samping lembaga (LAPAN) yang dapat memantau keberadaan benda antariksa bermuatan nuklir yang mengorbit bumi dan mempunyai potensi atau akan jatuh ke permukaan bumi, dalam kaitannya dengan ini perlu dipikirkan prosedur pelaporan dari masyarakat yang mengalami kejatuhan benda antariksa tersebut. Hal ini dapat dilaporkan melalui RT kemudian dilaporkan kepada Kepolisian. Selanjutnya pihak kepolisian bekerjasama dengan LAPAN dan BAPETEN melakukan tindakan yang harus dilakukan selanjutnya.

Hal pokok yang kedua adalah perlu menentukan lembaga yang akan melakukan identifikasi benda antariksa bermuatan nuklir di lapangan/tempat terjadi jatuhnya benda

antarksa bermuatan nuklir tersebut. Beberapa instansi yang mempunyai kompetensi sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya adalah Kepolisian Negara Republik Indonesia, LAPAN, dan BAPETEN. Dalam hal ini kegiatan identifikasi benda antarksa bermuatan nuklir merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui identitas negara peluncur yang tertera dalam benda antarksa bermuatan nuklir tersebut sekaligus melindungi dan menyelamatkan masyarakat atau aset-aset yang ada di sekitar tempat jatuhnya benda antarksa dan astronot bilamana ada dalam benda antarksa tersebut.

Ketiga instansi tersebut dianggap tepat sebab salah satu misi yang tertuang dalam Visi dan Misi Kepolisian Negara Republik Indonesia (POLRI) adalah memberikan perlindungan, pengayoman, dan pelayanan kepada masyarakat sehingga masyarakat bebas dari gangguan fisik maupun psikis. Melalui visi POLRI tersebut, maka POLRI dapat mengemban tugas untuk mendukung upaya pengamanan lokasi jatuhnya benda antarksa bermuatan nuklir, memberikan perlindungan dan menyelamatkan warga masyarakat sekitar lokasi dengan mengacu pada pedoman/standar operasional mekanisme penanganan bencana benda antarksa bermuatan nuklir, dan memfasilitasi atau membantu pihak LAPAN dan BAPETEN dalam melakukan upaya identifikasi benda antarksa bermuatan nuklir.

Sedangkan LAPAN sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya sebagai lembaga pemerintah non kementerian yang khusus membidangi masalah kedirgantaraan mempunyai kompetensi lebih dengan segala kegiatan yang terkait dengan pemanfaatan teknologi kedirgantaraan. Selanjutnya adalah BAPETEN yang merupakan lembaga yang bertugas melaksanakan pengawasan terhadap segala kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia melalui peraturan perundangan, perizinan, dan inspeksi sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Berdasarkan tugas pokok dan fungsi serta visi yang dimiliki oleh ketiga instansi tersebut, maka ketiganya dapat saling bekerjasama dalam pelaksanaan identifikasi benda antarksa bermuatan nuklir di lapangan/tempat terjadi jatuhnya benda antarksa bermuatan nuklir.

Hal ketiga yang perlu dilakukan pemerintah adalah menentukan dan menetapkan lembaga yang mempunyai kewenangan dalam melakukan diplomasi dengan negara peluncur dalam rangka mengajukan klaim kompensasi. Dalam hal ini instansi yang mempunyai kompetensi untuk melaksanakan tugas tersebut adalah Kementerian Luar Negeri sesuai dengan tugas dan fungsinya dan LAPAN sebagai lembaga yang khusus membidangi kedirgantaraan. Sesuai dengan tugas dan fungsi yang diemban oleh Kementerian Luar Negeri tersebut, maka Kementerian Luar Negeri merupakan ujung tombak dalam hubungan luar negeri Indonesia dengan negara lain maupun di fora internasional dalam mengajukan klaim dan berdiplomasi dalam menyelesaikan masalah terkait jatuhnya benda antarksa bermuatan nuklir di wilayah Indonesia. Kementerian Luar Negeri mempunyai peran dalam mengupayakan keberhasilan upaya pemerintah untuk dapat memperoleh kompensasi akibat kerugian yang timbul dari jatuhnya benda antarksa bermuatan nuklir tersebut. Dalam hal ini pula Kementerian Luar Negeri bekerjasama dengan LAPAN sebagai lembaga pemerintah yang secara umum mempunyai peran dalam mengkoordinasikan program-program kedirgantaraan antar instansi dan mengarahkan

kebijakan-kebijakan yang berkaitan dengan masalah-masalah kedirgantaraan dan secara khusus dalam hal ini yang secara intensif terlibat dalam proses penanganan jatuhnya benda antariksa bermuatan nuklir.

Hal yang perlu diperhatikan pula sesuai dengan *Liability Convention* 1972 adalah prosedur klaim kompensasi. Secara internasional klaim kompensasi yang diajukan oleh Pemerintah Indonesia kepada negara peluncur sesuai ketentuan yang tertuang dalam *Liability Convention* 1972, yaitu pada dasarnya penyelesaian masalah diupayakan di luar pengadilan atau melalui negosiasi damai. Dalam hal ini sesuai ketentuan tersebut, maka klaim yang diajukan kepada negara peluncur harus dilakukan melalui saluran diplomatik yang artinya bahwa negara-negara yang berpekara ini mempunyai hubungan diplomatik satu sama lain. Jika salah satu negara tidak mempunyai hubungan diplomatik, maka negara tersebut dapat meminta bantuan negara lain untuk mengajukan klaim atau mewakili kepentingan negara yang dimintai tuntutan kompensasi. Klaim dapat pula diajukan melalui Sekretaris Jenderal PBB bila keduanya merupakan anggota PBB. Bila penyelesaian tuntutan klaim tidak memperoleh jalan keluar atau solusi, maka dapat dibentuk Komisi Klaim untuk melakukan upaya mediasi yang terdiri dari tiga anggota negara, yaitu: satu ditunjuk oleh negara yang mengajukan klaim, satu ditunjuk oleh negara peluncur, dan yang ketiga sebagai Ketua ditunjuk oleh kedua pihak secara bersama.

Liability Convention 1972 menghendaki penyelesaian sengketa diantara para pihak, yaitu negara yang mengajukan klaim dan negara peluncur diupayakan diselesaikan secara damai atau melalui negosiasi damai. Di dalam ketentuan tersebut tidak secara eksplisit mengatur mengenai upaya hukum melalui pengadilan atau *international court of justice*. Oleh karenanya, penyelesaian sengketa pada khususnya diupayakan diselesaikan melalui negosiasi damai terlebih dahulu.

Dalam upaya mengajukan klaim ini pemerintah dapat mengkoordinasikan beberapa instansi yang terkait untuk menentukan besarnya kerugian yang diderita oleh negara, dan upaya hukum yang dilakukan secara internasional, serta lembaga-lembaga yang akan mewakili negara dalam melakukan upaya klaim kompensasi.

3.2 Usulan Mekanisme Penanganan Benda Jatuh Antariksa Bermuatan Nuklir di Indonesia

Dalam menangani benda jatuh antariksa, harus diutamakan asas kehati-hatian, yakni diperlakukan sebagai benda berbahaya yang mengandung radioaktif sampai dapat dibuktikan sebaliknya. Seperti telah dipaparkan pada pembahasan sebelumnya, bahwa di Indonesia terdapat undang-undang yang mengatur mengenai mekanisme penanggulangan bencana. Di dalam UU tersebut memuat pengaturan mengenai penanggung jawab operasional penanggulangan bencana dan bagaimana pedoman atau standar operasional dalam melakukan upaya penanggulangan bencana yang akan, sedang, dan telah dihadapi masyarakat, serta adanya pelibatan lembaga usaha dan lembaga internasional untuk membantu melakukan penyelamatan bagi masyarakat yang terkena bencana termasuk mendukung pendanaannya. Keberadaan draf usulan mekanisme penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir ini tentunya akan menjadi komplemen atau pelengkap dari UU Penanggulangan Bencana yang telah ada.

Dalam materi penyusunan mekanisme tersebut harus ditetapkan instansi pelaksana yang bertugas melaksanakan tanggung jawab dan kewenangan masing-masing yang diberikan kepadanya sesuai dengan yang telah ditetapkan dan pelibatan lembaga usaha nasional dan internasional dalam melakukan dukungan penyelamatan masyarakat, serta pendanaan. Dengan adanya alas hukum yang jelas, mekanisme penanganan bencana tersebut mempunyai kekuatan mengikat secara hukum dan mempunyai kepastian hukum.

Penyelenggaraan mekanisme penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir pada intinya meliputi beberapa tahap, yaitu: Tahap Pra Bencana, Tahap Tanggap Darurat, dan Tahap Pasca Bencana

Penyelenggaraan penanganan pada Tahap Pra Bencana dapat didasarkannya pada dua situasi, yaitu: situasi saat tidak terjadi bencana, situasi saat adanya potensi bencana, Penyelenggaraan penanganan pada saat tidak terjadi bencana terdapat beberapa hal yang dilakukan, antara lain perencanaan penanggulangan bencana, pengurangan resiko bencana, pencegahan, pendidikan dan pelatihan, persyaratan standar teknis penanggulangan bencana, pengaturan bantuan dari pihak luar, pemantauan dengan fasilitas TT&C mengenai peredaran *space object* dan *space debris* dan yang mempunyai potensi akan *re-entry* ke bumi, penyampaian informasi dan status hasil pemantauan TT&C pada kementerian/LPNK yang telah ditetapkan untuk persiapan langkah-langkah selanjutnya.

Beberapa kegiatan yang perlu dilakukan dalam hal ini antara lain Peneliti benda jatuh antariksa LAPAN menganalisis informasi benda jatuh antariksa yang diperoleh dari kepolisian atau sumber lain, Informasi potensi benda antariksa yang akan jatuh ditindaklanjuti dengan melakukan pemantauan benda jatuh sesuai SOP Pemantauan benda jatuh antariksa, Informasi benda jatuh antariksa yang ditemukan/diduga jatuh di wilayah Indonesia ditindaklanjuti dengan melakukan identifikasi benda jatuh sesuai SOP Identifikasi benda jatuh antariksa.

Penyelenggaraan penanganan pada saat adanya potensi bencana terdapat beberapa hal yang harus dilakukan, antara lain kesiapsiagaan oleh kementerian terkait, peringatan dini, mitigasi bencana, pengaliran pembiayaan untuk menghadapi tahap tanggap darurat.

Penyelenggaraan penanganan bencana pada saat tanggap darurat meliputi pengkajian secara cepat dan tepat terhadap lokasi, kerusakan, dan sumber daya (terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan, antara lain masyarakat yang menemukan/mengetahui adanya benda jatuh antariksa memberitahukan kepada kepolisian terdekat, kepolisian setempat mengamankan lokasi benda jatuh antariksa untuk penyelidikan oleh instansi yang berwenang dalam rangka kajian potensi bahaya dan kepentingan ilmu pengetahuan, Kepolisian segera mengamankan lokasi agar steril dan menunggu konfirmasi Bapeten selaku otoritas nuklir, Tim teknis LAPAN yang telah dibentuk menuju lokasi dan melakukan identifikasi terhadap kondisi benda jatuh antariksa dan komponennya atau kemungkinan adanya personil/astronot dalam benda antariksa, dengan ciri fisik yang masih ada pada objek tersebut dilakukan identifikasi objek tersebut dari jenis dan kepemilikannya, apabila objek tersebut memiliki kandungan berbahaya seperti zat radioaktif untuk segera ditangani oleh pihak-pihak yang berkompeten. Jika benda jatuh diindikasikan mengandung muatan berbahaya maka Tim Teknis berkoordinasi dengan

BAPETEN untuk pengujian radiasi atau instansi terkait untuk bahan berbahaya lainnya, jika benda jatuh diduga adalah meteorit maka Tim Teknis berkoordinasi dengan Geologi ITB atau instansi terkait lainnya untuk analisis materinya), penentuan status keadaan darurat bencana, peringatan dini oleh LAPAN, BAPETEN, BATAN, dan BNPB serta manajemen informasi publik dan media, penyelamatan dan evakuasi masyarakat terkena bencana oleh BNPB sebagai focal point dan penyelamatan dan evakuasi bila ada personil/astronot dalam benda jatuh antariksa, serta penyediaan sarana layanan medis dan telekomunikasi, pemenuhan kebutuhan dasar, perlindungan terhadap kelompok rentan, pemulihan dengan segera prasarana dan sarana vital.

Penyelenggaraan penanganan bencana pada tahap pasca bencana, meliputi rehabilitasi/pemulihan, tim LAPAN, BNPB, dan Pemda setempat menghitung jumlah kerugian yang ditimbulkan, LAPAN memberitahukan melalui Kementerian Luar Negeri kepada negara peluncur, Sekjen PBB tentang adanya benda jatuh, LAPAN bersama Kementerian Luar Negeri, Kementerian Hukum dan HAM, dan BNPB bertindak mewakili Indonesia dalam menyelesaikan penuntutan ganti kerugian kepada negara peluncur, pengembalian benda antariksa yang jatuh beserta komponennya dan pengembalian personil/astronot benda antariksa, Pemerintah melakukan upaya rekonstruksi dan pemulihan lingkungan yang rusak.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Indonesia dengan luas wilayah yang membentang hampir sepertiga wilayah ekuator, memiliki probabilitas sebagai *victim area* yang sangat tinggi dari masuknya benda-benda antariksa baik yang bermuatan nuklir maupun tidak. Kemungkinan paling besar terjadi adalah pada saat kegagalan peluncuran satelit untuk misi antar planet. Hal tersebut menegaskan kewajiban bagi pemerintah untuk menyadari segala kemungkinan yang akan terjadi dan mengupayakan suatu mekanisme tanggap darurat yang akan dilakukan manakala kejadian tersebut benar-benar terjadi. Mekanisme tersebut mengacu pada sistem penanggulangan bencana secara umum dan mengadopsi sistem yang berkembang di negara lain. Mekanisme tersebut hendaknya melibatkan seluruh *stakeholder* terkait, dan dalam mekanisme ini LAPAN sebagai institusi litbang keantariksaan harus menjadi salah satu pelaku utamanya. Dalam mekanisme tersebut juga dilibatkan Satuan Tanggap Darurat Bapeten yang merupakan unit kerja terdepan dalam penanggulangan kecelakaan nuklir yang juga telah memiliki standard dan mekanisme kerja yang jelas. Di sisi lain, setiap peristiwa jatuhnya benda antariksa di wilayah Indonesia harus diperlakukan dengan asas kehati-hatian, artinya diperlakukan sebagai benda bermuatan nuklir sampai terbukti sebaliknya. Mekanisme yang diusulkan masih bersifat umum dan bisa dikembangkan sesuai situasi yang terjadi.

4.2 Saran

LAPAN sebagai lembaga keantariksaan Indonesia hendaknya bisa menyusun suatu mekanisme baku penanganan jatuhnya benda antariksa bermuatan nuklir di Indonesia dengan melibatkan seluruh *stakeholders* terkait. Mekanisme tersebut hendaknya mengacu pada peraturan internasional dan nasional yang terkait yang telah ada. Sesuai dengan hirarki peraturan perundang-undangan, maka nantinya setelah melalui proses penyempurnaan materi draft usulan mekanisme penanganan bencana benda antariksa bermuatan nuklir dalam suatu tim antar kementerian, maka draf usulan yang menjadi pedoman (*guidelines*) bagi instansi-instansi pelaksana dapat dibentuk dalam suatu peraturan perundang-undangan yang kedudukannya berada di bawah undang-undang, misalnya Peraturan Presiden.

DAFTAR RUJUKAN

- IAEA, "Safety Standards Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency", Safety Guide No. GS-G2.1.
- Lokan, K.H., "Cosmos 954 – A Case Study", Australian Radiation Laboratory
- Serraler and R. Jehn, 2005, "Classification of Geosynchronous Objects", European Space Operations Centre, European Space Agency, Darmstadt, Germany.
- Summerer, Leopold, 2008, ENSaF – "Steps towards a European Space Nuclear Safety Framework"
- UNCOPUOS Scientific and Technical Subcommittee and the IAEA, 2009, "Safety Framework for Nuclear Power Source Applications in Outer Space"
- UNDANG-UNDANG NEGARA REPUBLIK INDONESIA NOMOR 10 TAHUN 1997
TENTANG KETENAGANUKLIRAN
- UNDANG-UNDANG NEGARA REPUBLIK INDONESIA NOMOR 24 TAHUN 2007
TENTANG PENANGGULANGAN BENCANA
- UNOOSA. 2010, "Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space", Vienna
- , <http://www.fesa.wa.gov.au/internet/default.aspx?MenuID=297>
- , <http://www.publicsafety.gc.ca/pol/em/cbrnstr-eng.aspx>
- , <http://www.scribd.com/doc/34480882/Solar-Power-Satellite-Sps-Sebagai-Alternatif-Sumber-Energi-Listrik>