

IMPLEMENTASI RENCANA KONTIJENSI NUKLIR REAKTOR RISET DALAM UPAYA KESIAPSIAGAAN NUKLIR

Dewi Apriliani*, I Dewa Ketut Kerta Widana¹

¹ Universitas Pertahanan, Bogor, Indonesia

Sejarah Artikel

Diterima: November 2019
Disetujui: Desember 2019
Dipublikasikan:
Desember 2019

Abstract

Indonesia has three nuclear research reactors, namely: RSG-GAS in Serpong, TRIGA2000 reactor in Bandung, and Kartini reactor in Yogyakarta. Besides being useful, nuclear reactor has inherent risk due to its radiation hazard. The research reactor nuclear contingency plan was prepared for nuclear preparedness. The study aimed to analyze the implementation of the research reactors' nuclear contingency plans. The study used an analytic descriptive qualitative methods. The results showed that the nuclear contingency plans of the three research reactors have different implementation range due to their different hazard risks. However, the nuclear emergency responses were the same, they were: sheltering, evacuation, provision of KI tablets, and prohibition of consumption of local food and contaminated river/ ground water. The research reactors' nuclear contingency plans have not discussed criteria used for taking nuclear emergency responses. The results also showed that the nuclear contingency plan of RSG-GAS in Serpong and the Kartini reactor in Yogyakarta have been implemented partially. While for the TRIGA2000 reactor nuclear contingency plan in Bandung has not been implemented yet. A legal umbrella is needed to implement the research reactor nuclear contingency plan. Thus, coordination and active role from all stakeholders are needed to be enhanced in order to be able to resolve the existing obstacles and challenges.

Kata Kunci

Rencana Kontijensi
Nuklir, Reaktor Riset,
Kesiapsiagaan Nuklir

Abstrak

Indonesia memiliki tiga reaktor riset nuklir yaitu: RSG-GAS di Serpong, reaktor TRIGA2000 di Bandung, dan reaktor Kartini di Yogyakarta. Selain bermanfaat, reaktor riset nuklir juga memiliki risiko bahaya radiasi. Rencana kontinjensi nuklir reaktor riset disusun dalam rangka kesiapsiagaan nuklir. Kajian bertujuan untuk menganalisis implementasi dari rencana kontinjensi nuklir reaktor riset yang telah disusun. Kajian menggunakan metode kualitatif deskriptif dan analitik. Hasil kajian menunjukkan bahwa rencana kontinjensi nuklir ketiga reaktor riset memiliki jangkauan implementasi yang berbeda disebabkan oleh perbedaan risiko ancaman bahaya masing-masing reaktor. Namun demikian, respons tanggap darurat nuklirnya sama, yaitu: *sheltering*, evakuasi, pemberian tablet KI, dan pelarangan konsumsi bahan pangan lokal dan air sungai/tanah yang terkontaminasi. Rencana kontinjensi nuklir reaktor riset belum dilengkapi kriteria kapan respons tanggap darurat nuklir harus dilaksanakan. Hasil kajian juga menunjukkan bahwa rencana kontinjensi nuklir RSG-GAS, Serpong dan reaktor Kartini, Yogyakarta baru diimplementasikan sebagian. Sedangkan rencana kontinjensi nuklir reaktor TRIGA2000, Bandung belum diimplementasikan. Diperlukan payung hukum agar dokumen rencana kontinjensi nuklir yang telah disusun dapat sepenuhnya diimplementasikan. Untuk itu, koordinasi dan peran aktif dari seluruh *stakeholders* perlu ditingkatkan agar dapat menyelesaikan kendala dan tantangan yang ada.

DOI:
10.331.72/jmb.v5i2.460

© 2019 Published by Program Studi Manajemen Bencana
Universitas Pertahanan, Bogor - Indonesia

*Corresponding Author:

Dewi Apriliani
Universitas Pertahanan, Bogor, Indonesia
Email: dewiapriliiani2631@gmail.com



PENDAHULUAN

Indonesia telah memanfaatkan tenaga nuklir di bidang kesehatan, industri, dan penelitian. Khusus untuk pemanfaatan di reaktor riset, sampai dengan saat ini Indonesia telah memiliki 3 (tiga) reaktor riset nuklir, yaitu:

1. Reaktor Kartini di Yogyakarta;
2. Reaktor Triga2000 di Bandung; dan
3. Reaktor Serba Guna – GA. Siwabessy (RSG – GAS) di Serpong (BAPETEN, 2016).

Reaktor riset dimanfaatkan untuk penelitian dan menghasilkan radioisotop. Akan tetapi, selain bermanfaat, reaktor riset nuklir juga memiliki risiko bahaya radiasi. Karenanya, untuk menjaga keselamatan pekerja reaktor dan juga masyarakat yang ada di sekitar reaktor, maka reaktor riset nuklir dirancang, dibangun dan dioperasikan dengan tunduk kepada peraturan perundangan terkait keselamatan dan keamanan instalasi nuklir yang berlaku baik secara nasional maupun internasional. Pengoperasian reaktor dengan selamat sesuai peraturan dan standar internasional adalah dalam rangka mencegah atau mengurangi dampak bahaya radiasi, atau dengan kata lain melakukan upaya pengelolaan risiko dengan baik untuk mencegah terjadinya keadaan darurat atau bencana.

Dalam ilmu manajemen bencana, bencana adalah gangguan serius pada berfungsinya komunitas atau masyarakat, yang menyebabkan kerugian manusia, materi, ekonomi atau lingkungan yang tersebar luas, serta melampaui kemampuan manusia atau komunitas tersebut dalam mengatasinya dengan menggunakan sumber daya yang dimilikinya (UN/ISDR, 2009). Sedangkan menurut Undang-Undang No. 24 tahun 2007, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Risiko bencana berkaitan dengan tiga faktor, yaitu ancaman (*hazards*), kerentanan (*vulnerability*) dan kapasitas (*capacity*) (Maarif, 2012). Menggunakan pendekatan ini pada risiko bencana di reaktor riset nuklir, maka ancaman bencana adalah setiap kejadian di reaktor riset yang dapat menyebabkan lepasan zat radioaktif ke lingkungan dan berdampak kepada masyarakat, kerentanan berkaitan dengan populasi masyarakat yang tinggal di sekitar reaktor riset, dan kapasitas berkaitan dengan kemampuan operator reaktor riset, pemerintah daerah, dan masyarakat dalam merespons kejadian di reaktor riset.

Siklus manajemen bencana terdiri dari tiga komponen yaitu prabencana, saat bencana dan pasca bencana. Manajemen bencana meliputi mitigasi, kesiapsiagaan, tanggap darurat, dan pemulihan. Kesiapsiagaan melibatkan pembekalan orang-orang yang mungkin terkena dampak bencana atau yang mungkin dapat membantu dalam merespons bencana dengan alat-alat untuk

meningkatkan peluang bertahan hidup dan meminimalkan kerugian (Coppola, 2011). Salah satu aspek penting dalam kesiapsiagaan adalah Perencanaan Kontinjensi (*Contingency Planning*). Pembelajaran dari konsep penanggulangan bencana di masa lalu, di mana penanggulangan bencana difokuskan pada respons ternyata tidak mampu menunjukkan hasil yang memuaskan, maka persiapan-persiapan untuk menunjang operasional penyelenggaraan penanggulangan bencana harus disiapkan sebelumnya dalam bentuk rencana kedaruratan atau kontinjensi (Maarif, 2012). Proses perencanaan tersebut melibatkan sekelompok orang atau organisasi yang bekerja sama secara berkelanjutan untuk merumuskan dan menyepakati tujuan-tujuan bersama, mendefinisikan tanggung jawab dan tindakan-tindakan yang harus diambil oleh masing-masing pihak. Perencanaan kontinjensi dapat meningkatkan kesiapsagaan dan merupakan prasyarat bagi tanggap darurat yang cepat dan efektif. Perencanaan kontinjensi akan membangun kapasitas sebuah organisasi dan menjadi dasar bagi rencana operasi dan tanggap darurat (BNPB, 2011).

Sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan kapasitas dan mencegah berkembangnya suatu kejadian di reaktor riset menjadi bencana, maka para *stakeholders* penanggulangan kedaruratan nuklir di Serpong, Bandung dan Yogyakarta menyusun rencana kontinjensi nuklir penanganan tanggap darurat di reaktor riset nuklir. Kontinjensi adalah suatu keadaan atau situasi yang diperkirakan akan segera terjadi, tetapi mungkin juga tidak terjadi. Rencana kontinjensi adalah suatu proses perencanaan ke depan, dalam situasi terdapat potensi terjadi bencana, dimana skenario dan tujuan disepakati bersama, tindakan teknis dan manajerial ditetapkan bersama, dan sistem tanggapan dan pengerahan potensi disetujui bersama untuk mencegah, atau menanggulangi secara lebih baik dalam situasi darurat (BNPB, 2011).

Penyusunan rencana kontinjensi nuklir ketiga reaktor riset melibatkan seluruh *stakeholders* di kawasan nuklir RSG-GAS, reaktor Triga2000 dan reaktor Kartini. Penyusunan rencana kontinjensi nuklir tersebut diawali melalui fasilitasi dari Direktorat Kesiapsiagaan, BNPB pada tahun 2013, yaitu dalam rangka penyusunan rencana kontinjensi menghadapi ancaman kedaruratan nuklir Setu Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten (RSG-GAS). Selanjutnya, di tahun 2014, 2015 dan 2016, Direktorat Keteknikan dan Kesiapsiagaan Nuklir, BAPETEN memfasilitasi penyusunan rencana kontinjensi menghadapi ancaman bencana nuklir di kota Bandung provinsi Jawa Barat (Reaktor TRIGA2000) dan penyusunan rencana kontinjensi nuklir reaktor Kartini di Yogyakarta. Rencana kontinjensi nuklir yang telah disusun membahas rencana aksi dan respons antara operator reaktor riset dengan para *stakeholders* dari seluruh organisasi tanggap darurat di tingkat kabupaten, kota, provinsi dan pusat.

Kajian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi dari rencana kontinjensi nuklir ketiga reaktor riset yang telah disusun dan membandingkan implementasi diantara ketiganya. Melalui analisis di bagian pembahasan diperoleh informasi mengenai tantangan dan kendala bagi

implementasi rencana kontinjensi nuklir, yang selanjutnya perlu dicarikan solusi bersama oleh para *stakeholders* agar tujuan penyusunan rencana kontinjensi nuklir reaktor riset dapat tercapai.

METODE

Kajian dilakukan dengan metode kualitatif yang bersifat deskriptif dan analitik. Data primer diperoleh Penulis melalui observasi langsung terhadap praktik-praktik pengoperasian reaktor riset nuklir di BATAN dan pengawasan tenaga nuklir di BAPETEN. Data sekunder adalah peraturan perundang-undangan, standar internasional, pedoman lembaga serta literatur lain yang mendukung kajian. Tahapan kajian meliputi pengumpulan literatur dan informasi pendukung, analisis, diskusi dan pembahasan, serta penyusunan laporan.

Sebagai tahap awal kajian ketiga dokumen rencana kontinjensi nuklir reaktor riset dianalisis. Kajian dilanjutkan dengan studi literatur terhadap standar internasional yang berlaku untuk menganalisis kesesuaian konsep penanganan tanggap darurat nuklir ketiga reaktor riset dengan konsep penanganan tanggap darurat nuklir berdasarkan standar internasional (IAEA). Selanjutnya, Penulis melakukan analisis terhadap implementasi ketiga rencana kontinjensi nuklir reaktor riset yang telah disusun.

Pokok-pokok yang dibahas pada kajian ini adalah rencana penanganan tanggap darurat nuklir ketiga reaktor riset yang dijelaskan di dalam dokumen rencana kontinjensi nuklir reaktor riset, analisis kesesuaian rencana kontinjensi nuklir dengan standar IAEA, dan analisis implementasi rencana kontinjensi nuklir ketiga reaktor riset.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Di reaktor nuklir, setiap potensi risiko kecelakaan dan prosedur tanggap darurat menggunakan fitur/sistem keselamatan reaktor telah dijelaskan di dalam Laporan Analisis Keselamatan (LAK) reaktor. Diperkirakan sangat kecil kemungkinan kecelakaan yang terjadi di reaktor akan berdampak sampai ke masyarakat. Hal ini karena hampir semua potensi risiko kecelakaan sudah diidentifikasi dan dapat ditangani oleh fitur/sistem keselamatan reaktor. Salah satu penerapan sistem keselamatan reaktor adalah adanya sistem pertahanan berlapis. Sistem pertahanan berlapis adalah suatu sistem penghalang terlepasnya zat radioaktif dari reaktor ke lingkungan, yaitu mulai dari mencegah terjadinya kecelakaan (preventif), mengendalikan dan melindungi reaktor jika terjadi kecelakaan (proteksi) dan terakhir meminimalkan dampak yang dapat diakibatkan oleh kecelakaan (mitigasi) (IAEA, 1996).

Meskipun secara teknologi reaktor telah dirancang dengan aman dan selamat, kesiapan untuk menghadapi skenario terburuk akibat kecelakaan terparah di reaktor nuklir tetap harus dimiliki. Jenis-jenis kecelakaan yang sudah diidentifikasi dan diantisipasi oleh sistem keselamatan

reaktor digolongkan ke dalam kecelakaan dasar desain atau DBA (*Design Basis Accident*). Sistem keselamatan reaktor dapat bekerja untuk menangani jenis kecelakaan DBA. Kejadian terparah yang dapat menyebabkan terlepasnya zat radioaktif sampai ke luar kawasan reaktor dimungkinkan berasal dari kecelakaan di luar dasar desain atau BDBA (*Beyond Design Basis Accident*). Sistem keselamatan reaktor diperkirakan tidak dapat bekerja untuk menangani kecelakaan BDBA. Ketiga reaktor riset menggunakan BDBA sebagai penentu kejadian dan pengembangan skenario dalam penyusunan rencana kontinjensi nuklir, hal ini merupakan kesepakatan tim penyusun yang berasal dari berbagai instansi terkait.

Rencana Kontinjensi Nuklir Reaktor Riset RSG-GAS

RSG-GAS, atau dikenal sebagai reaktor nuklir Serpong, dibangun pada tahun 1983 dengan daya reaktor sebesar 30 MegaWatt. Berdasarkan kajian potensi bahaya dan Peraturan Kepala BAPETEN No.1 Tahun 2010 tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir, RSG-GAS termasuk ke dalam fasilitas dengan kategori bahaya radiologi tingkat II, yang artinya suatu fasilitas (seperti reaktor riset dan reaktor nuklir untuk penggerak kapal) yang kejadian di dalam fasilitas dimungkinkan berpotensi memberikan kenaikan dosis radiasi bagi masyarakat di luar fasilitas sehingga perlu dilakukan tindakan penanggulangan darurat di luar fasilitas (IAEA, 2015). Peta tata letak RSG-GAS dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tata Letak RSG-GAS (BNPB, BAPETEN, 2013)

Berdasarkan hasil analisis tim penyusun rencana kontinjensi nuklir dari BATAN (yang tertuang di dalam LAK RSG-GAS), serta merupakan kesepakatan bersama seluruh anggota tim penyusun rencana kontinjensi nuklir RSG-GAS maka ditetapkan bahwa kecelakaan dipicu oleh kegagalan fungsi pada sistem operasi RSG akibat melelehnya 5 (lima) elemen bahan bakar nuklir

yang ada di teras reaktor. Pelelehan disebabkan karena teras reaktor yang berisi bahan bakar nuklir tidak dialiri air pendingin sehingga terjadi peningkatan temperatur teras yang mengakibatkan pelelehan bahan bakar dan material-material struktur teras reaktor. Sistem keselamatan untuk menghentikan operasi reaktor secara otomatis (*system scram*) gagal, sehingga menyebabkan kecelakaan dan terlepasnya zat radioaktif dari teras reaktor ke cerobong dan selanjutnya ke lingkungan. Berdasarkan hasil analisis potensi bahayanya, diperkirakan lepasan zat radioaktif ke lingkungan dapat mencapai hingga radius 5 km dari reaktor (pada kenyataannya harus dibuktikan dengan hasil pengukuran tingkat radiasi lingkungan).

Berdasarkan hasil analisis tersebut, fokus penanganan tanggap darurat adalah: *sheltering* (tinggal di dalam rumah atau bangunan tertutup sampai menunggu perintah evakuasi), evakuasi dan pelarangan konsumsi air sungai/tanah serta bahan pangan lokal yang berada di dalam zona radius 5 km dari reaktor. Aspek-aspek terdampak meliputi penduduk (*sheltering* atau evakuasi penduduk), jalur transportasi darat (pengalihan trayek/jalur transportasi untuk menghindari lepasan zat radioaktif) dan lingkungan (kontaminasi lingkungan).

Dalam rangka koordinasi penanganan darurat, di dalam rencana kontinjensi nuklir dibentuk sektor-sektor penanggap penanganan darurat sebagaimana yang berlaku di penanganan bencana pada umumnya, seperti: sektor manajemen dan pengendalian (keposkoan), sektor evakuasi, sektor sosial dan logistik, sektor keamanan, dan sektor kesehatan. Sebagai kekhususan *hazard* radiasi nuklir, dibentuk pula sektor nuklir. Dokumen rencana kontinjensi nuklir RSG-GAS mengusulkan masa tanggap darurat ditetapkan selama 14 (empat belas) hari melalui Surat Keputusan dari Walikota Tangerang Selatan/Gubernur Banten. Penjelasan dari masing-masing sektor penanggap penanganan darurat di jelaskan di bawah ini.

Sektor Nuklir

Sasaran utama adalah melakukan evakuasi seluruh pekerja Kawasan Nuklir Serpong (selain pekerja tanggap darurat), memberikan rekomendasi *sheltering/* evakuasi/ pelarangan konsumsi air sungai/tanah dan bahan pangan lokal kepada BPBD, memberikan tablet KI kepada seluruh pekerja di Kawasan Nuklir Serpong, monitoring reaktor dan penanganan reaktor untuk kembali ke kondisi normal, serta melakukan pengukuran tingkat radiasi lingkungan di sekitar reaktor.

Sektor Keposkoan

Sasaran utama adalah terbentuknya Posko untuk manajemen dan pengendalian serta koordinasi penanganan darurat nuklir, termasuk *media center*, memfasilitasi *Incident Command*, *data center*, dan terlaksananya penanganan tanggap darurat nuklir dengan lancar. Kegiatan sektor keposkoan antara lain:

1. Aktivasi Posko oleh BPBD Kota, BPBD Provinsi, BATAN dan BAPETEN. Aktivasi dilakukan setelah ada notifikasi kedaruratan dari BATAN dan rekomendasi aktivasi Posko dari BAPETEN terkait adanya kondisi darurat nuklir yang berpotensi berdampak ke masyarakat;
2. Penyiapan tim tanggap darurat oleh BPBD Kota, BPBD Provinsi, BATAN, BAPETEN, Kodim, Polres, SAR, Orari, LSM, relawan, Dishub dan Satpol PP;
3. Koordinasi kegiatan sektoral oleh BPBD Provinsi, BATAN dan BAPETEN selama masa tanggap darurat;
4. Media center, termasuk menerima dan menyampaikan informasi terkait perkembangan situasi terkini oleh BPBD Provinsi, Biro Humas, BATAN, BAPETEN, Orari, Humas, Media Masa dan Inforkom;
5. Pengendalian data dan informasi oleh Biro Humas, Kominfo dan PUSDALOP;
6. Membuat perencanaan operasi oleh BPBD Provinsi (IC), BATAN dan BAPETEN; dan
7. Koordinasi penerimaan dan pendistribusian bantuan oleh BPBD Kota, BPBD Provinsi, Kodim, Polres dan Dinas Sosial.

Sektor Evakuasi

Sasaran utama adalah mempersiapkan sarana dan prasarana evakuasi (jalur evakuasi, tempat evakuasi dan kendaraan evakuasi), mendata jumlah orang yang dievakuasi dan mengarahkan/memindahkan orang yang dievakuasi ke tempat pengungsian terdekat, yaitu:

1. Ruang tertutup Sekolah Korea Nanyang (11,7 Km dari RSG-GAS);
2. Lapangan Terbang Pondok Cabe (13,5 Km dari RSG-GAS);
3. Ruang tertutup Kantor Kecamatan Cisauk (6,2 Km dari RSG-GAS);
4. Ruang tertutup Arhanud Serpong (14,1 Km dari RSG-GAS);
5. Ruang tertutup Yon Kaveleri 9 Serpong (14,1 Km dari RSG-GAS);
6. Puskintan (17,8 Km dari RSG-GAS);
7. Ruang tertutup Kantor Kecamatan Serpong Utara (15,2 Km dari RSG-GAS);
8. Ruang tertutup Kantor Kecamatan Pamulang (9,9 Km dari RSG-GAS); dan
9. Ruang Tertutup Kecamatan Ciputat (9,8 Km dari RSG-GAS).

Sektor Sosial dan Logistik

Sasaran utama adalah pengungsi mendapatkan tempat pengungsian yang layak, mendapatkan layanan pangan, sandang yang dibutuhkan dan perhatian khusus kepada kelompok rentan (bayi, balita, anak-anak, perempuan hamil dan lansia).

Sektor Keamanan

Sasaran utama adalah memastikan tempat kejadian perkara (TKP reaktor) aman dan menjamin terciptanya kondisi aman dan tertib selama berlangsungnya penanganan tanggap

darurat nuklir dan pelaksanaan evakuasi. Pengamanan meliputi wilayah yang ditinggalkan warga untuk mengungsi dan di lokasi pengungsian.

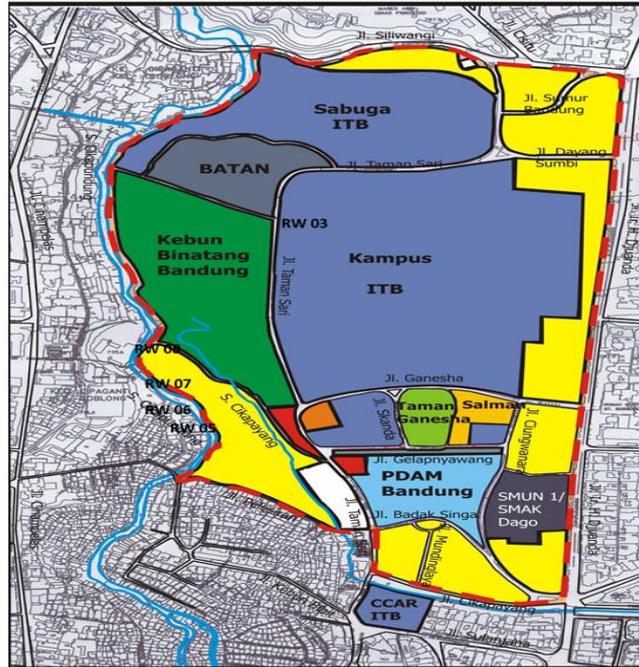
Sektor Kesehatan

Sasaran utama adalah terlaksananya layanan kesehatan bagi masyarakat dan pekerja reaktor yang mengungsi, pekerja tanggap darurat yang melakukan operasi penanganan tanggap darurat nuklir, terlaksananya penanganan medis lanjutan bagi masyarakat, pekerja reaktor dan pekerja tanggap darurat yang mengalami cedera/luka akibat kedaruratan nuklir, terlaksananya penanganan medis lanjutan bagi korban yang terpapar radiasi dan/atau terkontaminasi zat radioaktif, serta terlaksananya rujukan medis yang optimal. Kegiatan sektor kesehatan antara lain:

1. Pengerahan sumberdaya tanggap darurat medis, seperti: mobilisasi personil, peralatan, perlengkapan, obat-obatan dan ambulan oleh BPBD, Dinkes, Kemenkes, Rumah Sakit Umum Daerah, Rumah Sakit Swasta, Puskesmas, RSUP Fatmawati, PTKMR-BATAN, Instalasi Kesehatan BATAN Serpong, Instansi terkait, dan PMI;
2. Distribusi tablet Kalium Iodida (KI) kepada masyarakat terdampak oleh Dinkes/Kemenkes. Penyediaan tablet KI bagi masyarakat yang berpotensi terdampak belum mendapatkan solusi di dalam pembahasan rencana kontinjensi nuklir RSG-GAS. Sebagai catatan di dalam rencana kontinjensi ini, tablet KI akan disediakan oleh Kemenkes setelah ada justifikasi tertulis dari legalisasi rencana kontinjensi nuklir (BNPB, BAPETEN, 2013).

Rencana Kontinjensi Nuklir TRIGA2000

Pada mulanya Reaktor TRIGA Mark II Bandung dirancang dan dibangun dengan daya 250 kiloWatt. Pada tahun 1971 daya reaktor ditingkatkan menjadi 1000 kiloWatt. Kemudian mulai awal tahun 1996 reaktor tidak dioperasikan dan dibongkar dalam rangka program peningkatan keselamatan dan daya reaktor. Operasi pertama reaktor pada bulan Mei 2000, selanjutnya nama reaktor diubah menjadi Reaktor TRIGA2000 Bandung (BAPETEN, 2014). Setelah peningkatan daya, reaktor TRIGA2000 termasuk ke dalam fasilitas dengan kategori bahaya radiologi tingkat II, yaitu tingkat kategori bahaya yang sama dengan RSG-GAS tetapi memiliki potensi dampak bahaya yang lebih kecil karena daya reaktornya lebih kecil dari RSG-GAS. Peta tata letak reaktor TRIGA2000 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tata Letak Reaktor TRIGA2000 (BAPETEN, 2014)

Tim penyusun rencana kontinjensi nuklir TRIGA2000 menyepakati bahwa pemicu kecelakaan disebabkan oleh kegagalan fungsi sistem pengoperasian reaktor akibat terjatuhnya bahan bakar nuklir dengan fraksi bakar 40% dari *crane* di lantai ruang reaktor. Diskenariokan pada saat yang bersamaan reaktor mengalami kerusakan pada sistem ventilasi sehingga menyebabkan terlepasnya zat radioaktif dari kelongsong bahan bakar nuklir ke cerobong reaktor dan selanjutnya ke lingkungan. Berdasarkan analisis potensi bahaya, kejadian tersebut akan mengakibatkan lepasan radioaktif dan dampak radiologi ke lingkungan di sekitar reaktor dengan pembagian daerah ancaman sebagai berikut (pada kenyataannya harus dibuktikan dengan hasil pengukuran tingkat radiasi lingkungan):

1. Ancaman Kecil daerah radius 500 m sampai dengan 1 km dari reaktor;
2. Ancaman Sedang daerah radius 200 m sampai dengan 500 m dari reaktor; dan
3. Ancaman Besar daerah radius titik reaktor sampai dengan 200 m dari reaktor.

Aspek-aspek terdampak meliputi penduduk (*sheltering/* evakuasi penduduk), jalur transportasi darat (pengalihan trayek/jalur transportasi untuk menghindari lepasan zat radioaktif) dan lingkungan (kontaminasi lingkungan).

Sama halnya dengan penanganan tanggap darurat di RSG-GAS, dalam rangka penanganan darurat dibentuk sektor-sektor penanggap penanganan darurat sebagaimana yang berlaku untuk penanganan bencana pada umumnya dengan penambahan sektor nuklir. Dokumen rencana kontinjensi nuklir TRIGA2000 mengusulkan masa tanggap darurat ditetapkan selama 7 (tujuh) hari

melalui Surat Keputusan dari Gubernur Jawa Barat. Penjelasan dari masing-masing sektor penanggung penanganan darurat di jelaskan di bawah ini.

Sektor Nuklir

Sasaran utama adalah: evakuasi personil dari dalam kawasan nuklir Bandung, melakukan himbauan *sheltering* kepada masyarakat di wilayah terdampak, Pemberian tablet KI kepada seluruh petugas tanggap darurat dan personil Kawasan Nuklir Bandung, penanganan reaktor agar kembali ke kondisi operasi normal dan monitoring reaktor untuk memastikan paparan radiasi tidak bertambah parah, melakukan pengukuran tingkat radiasi lingkungan, dan melaksanakan dekontaminasi terhadap pekerja, masyarakat, petugas tanggap darurat, kendaraan, fasilitas, dan peralatan yang digunakan selama operasi penanggulangan kedaruratan nuklir. Kegiatan sektor nuklir antara lain:

1. BATAN melakukan evakuasi seluruh personil dari dalam Kawasan Nuklir Bandung, melakukan pengukuran tingkat radiasi lingkungan dan kajian radiologi, memberikan pengarahan terkait risiko bahaya radiasi dan situasi yang mungkin dihadapi di lokasi reaktor kepada petugas tanggap darurat yang datang membantu dari luar reaktor, dan diseminasi informasi nuklir kepada pemangku kepentingan terkait segera setelah ada notifikasi keadaan darurat nuklir;
2. Zeni Tempur 3 Kodam Siliwangi TNI membantu evakuasi setelah ada instruksi dari komandan insiden;
3. Kompi Nubika TNI-AD mengukur tingkat kontaminasi, melakukan dekontaminasi fasilitas, personil, peralatan, dan kendaraan;
4. BAPETEN melaksanakan fungsi pengawas keselamatan dan membantu sarana keselamatan selama penanggulangan kedaruratan nuklir; dan
5. BMKG menyediakan data meteorologi, khususnya arah angin untuk menentukan jalur dan lokasi evakuasi serta pos-pos sektoral penanggung darurat.

Sektor Keposkoan

Sasaran utama adalah terbentuknya Posko untuk manajemen dan pengendalian serta koordinasi penanganan darurat, termasuk *media center*, memfasilitasi *Incident Command, data center*, di area Sasana Budaya Ganesha, dan terlaksananya penanganan tanggap darurat nuklir dengan lancar. Kegiatan sektor keposkoan antara lain:

1. Aktivasi Posko oleh BPBD Provinsi setelah adanya notifikasi kedaruratan nuklir yang berdampak sampai dengan ke masyarakat dari BATAN serta rekomendasi dari BAPETEN;
2. Penyiapan tim tanggap darurat oleh Kepala BPBD Provinsi, Kepala BATAN, PangDam, Kapolda Jawa Barat, KaPolrestabes Bandung, Dandim 0618/BS Bandung, Walikota Bandung, Kepala Dishub, Kepala Damkar PB, Kepala Satpol PP, Satlak PBP, Muspika Terdampak (Kapolsek, Camat, Danramil) dan lurah terdampak;

3. Koordinasi kegiatan sektoral oleh BPBD Provinsi dan BATAN selama masa tanggap darurat;
4. Media center, termasuk menerima dan menyampaikan informasi tentang perkembangan situasi terkini oleh Satlak PBP/BPBD Provinsi, Biro Humas Provinsi Jabar, Diskominfo Kota Bandung, BATAN;
5. Pengendalian data dan informasi oleh Biro Humas Provinsi Jabar, Diskominfo Kota Bandung, BATAN;
6. Membuat perencanaan operasi: monitoring tingkat radiasi lingkungan, identifikasi wilayah terdampak, mobilisasi korban, mobilisasi pengungsi yang dikoordinasi oleh Satlak PBP/BPBD Provinsi (IC), Komandan Pengendalian Operasi (Dandimtabes Bandung, KaPolrestabes Bandung, Satlak PBP), BATAN, BAPETEN, Dishub, Dinas Kesehatan dan Camat terdampak; dan
7. Koordinasi penerimaan dan pendistribusian bantuan oleh BPBD Provinsi, Kabupaten/Kota, Kodim, Polres, dan Dinas Sosial.

Sektor Evakuasi

Sasaran utama adalah pengendalian pelaksanaan evakuasi secara efektif dan efisien sehingga tercapai: evakuasi korban dengan selamat, identifikasi korban meninggal (jika ada), dan koordinasi dengan sektor nuklir di dalam kegiatan penyelamatan korban yang terpapar dan/atau terkontaminasi zat radioaktif. Lokasi pengungsian terdekat yang dipilih adalah Sasana Budaya Ganesha yang berlokasi di utara kawasan nuklir Bandung.

Sektor Sosial dan logistik

Sasaran utama adalah memastikan kebutuhan dasar penduduk yang mengungsi terpenuhi. Kebutuhan dasar tersebut antara lain tempat berlindung, makan dan minum serta perlengkapannya, MCK, pasokan air bersih, dan penerangan serta perhatian khusus bagi kelompok rentan antara lain: bayi, balita, anak-anak, perempuan hamil dan jompo (lansia).

Sektor Keamanan

Sasaran utama adalah mengamankan lokasi kejadian (reaktor) dari gangguan keamanan, menjaga ketertiban masyarakat dan mengatur kelancaran arus lalu lintas sehingga tercipta kondisi aman dan tertib selama kegiatan penanggulangan kedaruratan nuklir, serta pelaksanaan evakuasi personil dari dalam kawasan reaktor dan masyarakat terdampak di sekitar reaktor dari tempat berbahaya ke tempat yang lebih aman dan selamat.

Sektor Kesehatan

Sasaran utama adalah terselenggaranya layanan kesehatan pada saat bencana bagi masyarakat, personil dari dalam kawasan reaktor dan pekerja tanggap darurat yang melakukan

operasi penanggulangan kedaruratan nuklir, terlaksananya penanganan medis lanjutan bagi masyarakat dan personil yang mengalami cedera/luka akibat kedaruratan nuklir, terlaksananya penanganan medis lanjutan bagi korban yang terpapar radiasi, terlaksananya rujukan kesehatan yang optimal, terlaksananya penanganan dampak psikologis bagi penduduk yang terdampak, dan pemantauan jangka panjang terhadap dampak radiasi (*surveillance epidemiology*) serta analisis dampak kesehatan lingkungan (ADKL) di daerah terdampak. Penyediaan tablet KI belum mendapatkan solusi di dalam pembahasan. Sebagai catatan di dalam dokumen renkon nuklir, penyediaan tablet KI akan disediakan oleh Dinas kesehatan setelah ada justifikasi tertulis dari legalisasi rencana kontinjensi nuklir (BAPETEN, 2014).

Rencana Kontinjensi Nuklir Reaktor Kartini

Reaktor Kartini terletak di Kawasan Nuklir Yogyakarta, berada di kelurahan Caturtunggal, kecamatan Depok, kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi reaktor Kartini dekat kawasan pendidikan, tempat pemukiman serta pertokoan di sepanjang jalan Babarsari sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tata Letak Reaktor Kartini (BAPETEN, 2016)

Reaktor Kartini dirancang dengan memanfaatkan teras reaktor 250 KiloWatt bekas reaktor TRIGA Mark-II Bandung dan tangki reaktor bekas reaktor IRT-2000 Serpong. Pembangunan fisik selesai pada akhir tahun 1978. Pada 1 Maret 1979 dicapai operasi reaktor pada daya nominal 50 kiloWatt. Reaktor diresmikan oleh Presiden Republik Indonesia pada tanggal 20 Agustus 1987 (BAPETEN, 2016). Berdasarkan kajian potensi bahayanya reaktor Kartini termasuk ke dalam fasilitas dengan kategori bahaya radiologi tingkat III, yaitu fasilitas yang kejadian di dalam fasilitas diprediksi tidak akan berpotensi memberikan kenaikan dosis radiasi bagi masyarakat di luar

fasilitas akan tetapi berpotensi menyebabkan efek radiasi akut pada daerah terbatas di dalam fasilitas (IAEA, 2015).

Tim penyusun rencana kontinjensi nuklir reaktor Kartini menyepakati bahwa pemicu kecelakaan disebabkan oleh kejadian eksternal yaitu kegagalan sistem keamanan reaktor akibat adanya peran orang dalam (*insider*) sehingga terjadi sabotase dan pengeboman di teras reaktor. Pengeboman menyebabkan seluruh bahan bakar pecah sehingga zat radioaktif terlepas dari teras reaktor. Besarnya aktivitas radionuklida yang keluar dari teras reaktor menuju cerobong reaktor dihitung dengan memperhitungkan fraksi/komposisi radionuklida yang terlepas dari bahan bakar nuklir ke udara ruang reaktor, selanjutnya ke cerobong reaktor dan kemudian ke lingkungan.

Berbeda dengan kedua reaktor riset sebelumnya yang berpotensi memiliki dampak sampai ke masyarakat di luar kawasan reaktor, kecelakaan terparah di reaktor Kartini diprediksi tidak akan berpotensi menyebabkan dampak sampai ke masyarakat. Namun demikian, untuk meningkatkan kewaspadaan dan kesiapsiagaan serta merupakan kesepakatan dari seluruh anggota tim penyusun rencana kontinjensi nuklir, disepakati bahwa kedaruratan nuklir akan berdampak sampai dengan radius 200 m dari reaktor, dengan daerah yang berpotensi paling terdampak diperkirakan sampai dengan radius 100 m dari reaktor (pada kenyataannya harus dibuktikan dengan hasil pengukuran tingkat radiasi lingkungan). Tindakan perlindungan yang dilakukan adalah *sheltering* seluruh personil di Kawasan Nuklir Yogyakarta di dalam gedung BATAN, evakuasi personil dari Kawasan Nuklir Yogyakarta, dan pemberian tablet KI. Tindakan lain yang dilakukan adalah melakukan penanganan reaktor agar kembali kepada kondisi operasi normal, pemantauan lingkungan, serta dekontaminasi korban dan peralatan yang terkontaminasi zat radioaktif.

Aspek-aspek yang paling terdampak meliputi penduduk (*sheltering* penduduk di sekitar reaktor), jalur transportasi darat (pengalihan trayek/jalur transportasi untuk menghindari lepasan zat radioaktif) dan lingkungan (kontaminasi lingkungan). Penanganan tanggap darurat nuklir reaktor Kartini difokuskan pada koordinasi pengaturan bantuan dari organisasi tanggap darurat luar reaktor (seperti: Pemadam kebakaran, ambulans gawat darurat, Kepolisian wilayah dan BPBD) kepada organisasi tanggap darurat reaktor. Tujuan pengaturan ini untuk menjaga keselamatan pekerja tanggap darurat dari luar reaktor yang pada umumnya “awam” dengan bahaya radiasi dan tindakan proteksi radiasi. Dokumen rencana kontinjensi nuklir reaktor Kartini mengusulkan masa tanggap darurat ditetapkan selama 7 (tujuh) hari melalui Surat Keputusan dari Bupati Sleman. Penjelasan dari masing-masing sektor penanggung penanganan darurat di jelaskan di bawah ini.

Sektor Nuklir

Sasaran utama adalah evakuasi seluruh personil dari dalam Kawasan Nuklir Yogyakarta, memberikan himbauan kepada masyarakat agar tetap tinggal didalam rumah (*sheltering*), memberikan tablet KI kepada seluruh personil kawasan nuklir Yogyakarta dan pekerja tanggap

darurat, penanganan reaktor agar kembali kepada kondisi operasi normal dan monitoring reaktor untuk memastikan paparan radiasi tidak bertambah parah, melakukan pengukuran tingkat radiasi lingkungan, sterilisasi kemungkinan keberadaan bom lanjutan (*secondary bomb*), sterilisasi serpihan zat radioaktif yang berasal dari bahan bakar nuklir, serta melaksanakan dekontaminasi terhadap pekerja tanggap darurat, seluruh personil kawasan reaktor (termasuk pengunjung), kendaraan, fasilitas, dan peralatan yang terkontaminasi zat radioaktif.

Sektor Keposkoan

Sasaran utama adalah terwujudnya koordinasi selama masa tanggap darurat di dalam penanganan kedaruratan nuklir reaktor Kartini, manajemen penanganan korban, koordinasi antara Posko di Pusdalops dan Posko Lapangan. Kegiatan sektor Keposkoan antara lain:

1. Berkoordinasi dengan tim ahli BATAN atau operator reaktor di dalam penanganan kedaruratan nuklir;
2. Mengkoordinasikan antar SKPD, TNI/Polri dan unsur organisasi relawan PB dan FPRB terkait pemberian bantuan di dalam penanganan kedaruratan nuklir di reaktor Kartini;
3. Berkoordinasi dengan BPBD DIY dan BPBD Kabupaten Sleman terkait prediksi eskalasi kedaruratan dan kebutuhan yang diperlukan di dalam penanganannya; dan
4. Mengkoordinasikan Posko Lapangan (disepakati yaitu di Kampus UPN Veteran Babarsari) dan Posko Koordinasi (BPBD Kabupaten Sleman).

Sektor Evakuasi

Sasaran utama adalah terkendalinya pelaksanaan evakuasi secara efektif dan efisien dari dalam Kawasan Nuklir Yogyakarta ke lokasi yang lebih aman dan selamat yang telah ditentukan, sehingga tercapai: evakuasi korban dengan selamat, identifikasi korban meninggal (jika ada), dan koordinasi dengan sektor nuklir di dalam kegiatan penyelamatan korban yang terpapar dan/atau terkontaminasi zat radioaktif. Lokasi pengungsian yang disepakati adalah UPN Babarsari yang berlokasi di selatan Kawasan Nuklir Yogyakarta.

Sektor Sosial/ Logistik

Sasaran utama adalah memastikan kebutuhan dasar masyarakat yang mengungsi terpenuhi. Kebutuhan dasar tersebut antara lain tempat berlindung, makan dan minum serta perlengkapannya, MCK, pasokan air bersih, penerangan dan lain sebagainya.

Sektor Keamanan

Sasaran utama adalah mengamankan reaktor dari gangguan keamanan, menjaga ketertiban masyarakat dan mengatur kelancaran arus lalu lintas sehingga tercipta kondisi aman dan tertib di dalam penanggulangan kedaruratan nuklir.

Sektor Kesehatan

Sasaran utama adalah memberikan layanan kesehatan baik fisik maupun psikologis kepada pekerja dan masyarakat terdampak, baik yang berada di lokasi kejadian, di pengungsian maupun yang mengalami cedera/luka yang berada di rumah sakit, serta layanan kesehatan kepada pekerja tanggap darurat. Khusus untuk korban yang terkontaminasi zat radioaktif akan dilayani di rumah sakit rujukan yang memiliki kemampuan dekontaminasi (BAPETEN, 2016).

Analisis Rencana Kontinjensi Nuklir Reaktor Riset

Berdasarkan peraturan perundangan, penanganan tanggap darurat/ bencana nuklir di Indonesia mengacu kepada mekanisme Penanggulangan Bencana di BPBD/ BNPB sebagaimana amanat Undang-Undang No. 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, pasal 5, yaitu: Pemerintah dan pemerintah daerah menjadi penanggung jawab dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana. Bencana nuklir adalah salah satu jenis bencana yang dikategorikan ke dalam bencana non alam menurut penjelasan yang ada di dalam Undang-Undang No. 24 tahun 2007, yaitu dapat berupa kegagalan teknologi, ledakan nuklir atau pencemaran lingkungan.

Peraturan Pemerintah No. 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana menjelaskan lebih rinci penyelenggaraan Penanggulangan Bencana mulai dari pra bencana, tanggap darurat, dan pasca bencana. Peraturan Pemerintah No. 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir Bab V Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir Pasal 65-93 menjelaskan lebih rinci terkait kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir di Indonesia khususnya terkait pembagian peran dan tanggung jawab di antara operator reaktor nuklir, BPBD, BNPB dan BAPETEN.

Dokumen rencana kontinjensi nuklir reaktor riset menjelaskan lebih rinci peran dan tanggung jawab setiap *stakeholders* baik di tingkat operator reaktor, pemerintah daerah maupun pemerintah pusat. Berdasarkan pembahasan ketiga rencana kontinjensi nuklir di atas diperoleh hasil bahwa rencana penanganan tanggap darurat nuklir ketiga reaktor riset memiliki jangkuan implementasi yang berbeda. Perbedaan tersebut dilatarbelakangi adanya perbedaan risiko ancaman antara satu reaktor dengan yang lainnya yang menyebabkan perbedaan jangkuan potensi dampak berbahaya. RSG-GAS Serpong memiliki potensi dampak berbahaya sampai dengan radius 5 Km dari reaktor, reaktor TRIGA2000 Bandung memiliki potensi dampak berbahaya sampai dengan radius 1 Km dari reaktor, dan reaktor Kartini Yogyakarta memiliki potensi dampak berbahaya sampai dengan radius 200 m dari reaktor. Namun demikian, secara prinsip respons tanggap darurat nuklirnya sama, yaitu:

1. *Sheltering* seluruh personil yang berada di kawasan reaktor (termasuk tamu/pengunjung) dan masyarakat berpotensi terdampak. *Sheltering* dilakukan dengan menutup ventilasi

rumah/gedung untuk meminimalkan debu radioaktif masuk ke dalam ruangan. Menurut IAEA (2013) *sheltering* tidak efektif dilakukan untuk jangka waktu lebih dari satu hari;

2. Evakuasi seluruh personil yang berada di kawasan reaktor (termasuk tamu/pengunjung) dan masyarakat berpotensi terdampak. Evakuasi menggunakan kendaraan tertutup untuk meminimalkan kontaminasi debu radioaktif. Jalur evakuasi dan lokasi evakuasi harus berlawanan arah dengan arah angin. Tata cara untuk meminimalkan kontaminasi debu radioaktif digunakan selama pelaksanaan evakuasi, misalnya menggunakan masker dan pakaian yang menutupi seluruh tubuh;
3. Pemberian antidot tablet KI sesegera mungkin kepada seluruh personil yang berada di kawasan reaktor (termasuk tamu/pengunjung) dan masyarakat yang berpotensi terdampak, yaitu dalam waktu 6 (enam) jam setelah dinyatakan ada lepasan Iodin radioaktif. Menurut IAEA (2005) efektivitas tablet KI menurun seiring dengan penundaan waktu pemberiannya. WHO (1999) memberikan rekomendasi dosis tablet KI sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.
4. Pelarangan konsumsi bahan pangan lokal dan air sungai/tanah yang terkontaminasi.

Rencana respons tanggap darurat nuklir yang dijelaskan di dalam ketiga dokumen rencana kontinjensi nuklir reaktor riset telah sesuai dengan standar IAEA No. GSR Part 7 (2015). Akan tetapi, ketiga dokumen rencana tersebut belum dilengkapi dengan kriteria kapan respons tanggap darurat nuklir tersebut dilaksanakan. Standar IAEA memberikan rekomendasi kapan respons tanggap darurat nuklir dilakukan, yaitu berdasarkan hasil monitoring tingkat radiasi lingkungan sebagai berikut:

1. Evakuasi, *sheltering* dan pemberian tablet KI dilakukan jika laju dosis radiasi lingkungan melebihi nilai 1000 mikroSievert/jam; dan
2. Pelarangan konsumsi bahan pangan lokal dilakukan jika laju dosis radiasi lingkungan melebihi nilai 1 mikroSievert/jam (IAEA, 2012).

Hasil kajian menunjukkan bahwa ketiga rencana kontinjensi nuklir tidak menjelaskan dosis pemberian tablet KI untuk masyarakat yang berpotensi terdampak sebagaimana dijelaskan di dalam panduan WHO (1999).

Implementasi Rencana Kontinjensi Nuklir dalam Upaya Kesiapsiagaan

Rencana kontinjensi nuklir disusun sebagai salah satu upaya kesiapsiagaan pada masa pra bencana. Idealnya rencana ini disusun oleh pemerintah daerah (melalui koordinasi BPBD) sesuai amanat Undang Undang No. 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, pasal 5. Namun demikian, penanggulangan bencana juga merupakan tanggung jawab semua pihak, baik lembaga pemerintah yang memiliki tugas dan fungsi di bidang tersebut, dunia usaha, masyarakat, akademisi, dan media (BNPB, 2019). Penyusunan dokumen rencana kontinjensi nuklir reaktor riset

pertama kali diinisiasi melalui fasilitasi Direktorat Kesiapsiagaan, BNPB di tahun 2013. Kemudian dilanjutkan melalui fasilitasi Direktorat Keteknikan dan Kesiapsiagaan Nuklir, BAPETEN di tahun 2014 sampai dengan 2016, sehingga dihasilkan 3 dokumen rencana kontinjensi nuklir reaktor riset. Meskipun telah selesai disusun, akan tetapi terdapat beberapa kendala dalam implementasinya.

Implementasi rencana kontinjensi nuklir yang telah disusun dilaksanakan melalui latihan penanganan tanggap darurat nuklir dan kaji ulang dokumen rencana kontinjensi secara berkala berdasarkan umpan balik yang diperoleh dari hasil evaluasi pelaksanaan latihan penanganan tanggap darurat nuklir. Dari ketiga rencana kontinjensi nuklir, dua sudah diujicobakan dalam latihan, yaitu:

1. Rencana kontinjensi nuklir reaktor Kartini telah dilatihkan pada tahun 2016 melalui fasilitasi BPBD D.I Yogyakarta, BPBD Sleman dan BATAN Yogyakarta (Berita BAPETEN, 2016; dan TribunJogja.com, 2016); dan
2. Rencana kontinjensi nuklir RSG-GAS telah dilatihkan pada tahun 2016 melalui fasilitasi BAPETEN, BATAN dan BPBD Tangerang Selatan (Berita BATAN, 2016 dan Berita BAPETEN, 2016).

Rencana kontinjensi nuklir reaktor TRIGA2000, Bandung belum pernah dilatihkan. Ashley, *et al.* (2017) mengemukakan sangat sedikit fasilitas nuklir yang menyebabkan kecelakaan dengan dampak sampai ke masyarakat. Akan tetapi, jika sampai kejadian maka dampaknya bisa sangat signifikan bagi masyarakat di sekitar fasilitas. Dengan demikian, kemampuan responder dalam merespons keadaan darurat nuklir mengandalkan pada kemampuan yang diperoleh dari latihan, bukan berdasarkan pada jam terbang atau kemampuan dalam merespons bencana nuklir yang sebenarnya. Dengan demikian pelaksanaan latihan penanganan tanggap darurat nuklir secara reguler sangat penting untuk dilakukan. Gyenes dan Wood di dalam OECD (2018) mengemukakan bahwa pelatihan dan latihan kedaruratan diperlukan demi keberhasilan tanggap darurat. Pekerja dan masyarakat sekitar perlu dilibatkan sejak tahap perencanaan, misalnya melalui sosialisasi atau diseminasi prosedur evakuasi dan *sheltering*.

Melalui kegiatan evaluasi latihan penanganan tanggap darurat nuklir akan diperoleh umpan balik bagi perbaikan dan pemutakhiran rencana kontinjensi nuklir yang telah disusun. Menurut OECD (2018) rencana tanggap darurat harus dikaji ulang dan diuji secara berkala untuk memastikan para *stakeholders* mempertimbangkan konsekuensi dari dampak bahaya. Namun demikian, kaji ulang terhadap dokumen rencana kontinjensi nuklir reaktor riset yang telah disusun belum pernah dilakukan. Hal ini merupakan tantangan yang perlu dikoordinasikan dan dicarikan solusi bersama diantara para *stakeholders* demi tercapainya tujuan tanggap darurat nuklir yang efektif dan efisien.

Tantangan lain dalam implementasi rencana kontinjensi nuklir reaktor riset yaitu berkaitan dengan penyediaan tablet KI untuk masyarakat yang berpotensi terdampak. Operator reaktor menyediakan tablet KI hanya untuk personil di dalam kawasan reaktor dan untuk pekerja tanggap darurat dari luar reaktor yang membantu tindakan tanggap darurat di reaktor. Dalam dokumen rencana kontinjensi nuklir disebutkan bahwa penyediaan tablet KI untuk masyarakat dalam radius berpotensi terdampak akan diusulkan melalui Kementerian Kesehatan atau Dinas Kesehatan. Akan tetapi pengadaannya membutuhkan justifikasi tertulis yaitu melalui legalisasi rencana kontinjensi nuklir. Untuk itu, diperlukan peran aktif dari seluruh *stakeholders*, khususnya pemerintah daerah yang memiliki potensi ancaman bencana nuklir, untuk dapat memberikan payung hukum bagi rencana kontinjensi nuklir yang telah disusun, misalnya melalui pengesahan oleh kepala daerah (Bupati/Walikota/Gubernur).

Hasil kajian menunjukkan bahwa dokumen rencana kontinjensi nuklir RSG-GAS, Serpong dan reaktor Kartini, Yogyakarta baru diimplementasikan sebagian melalui pelaksanaan latihan penanganan tanggap darurat nuklir, akan tetapi hasil evaluasi pelaksanaan latihan belum dijadikan masukan dan umpan balik dalam kaji ulang dokumen rencana kontinjensi nuklir RSG-GAS, Serpong dan reaktor Kartini, Yogyakarta. Sedangkan untuk rencana kontinjensi nuklir reaktor TRIGA2000, Bandung belum pernah diimplementasikan melalui penyelenggaraan latihan penanganan tanggap darurat nuklir reaktor riset.

Rencana kontinjensi nuklir reaktor riset adalah dasar bagi penyusunan rencana operasi pada saat operasi tanggap darurat nuklir. Dengan adanya pembagian tugas dan kewenangan yang telah ditetapkan di dalam rencana kontinjensi serta diuji di dalam latihan penanganan tanggap darurat nuklir, maka penanganan tanggap darurat nuklir dapat dilaksanakan dengan cepat, tepat dan efektif. Gyenes dan Wood di dalam OECD (2018) mengemukakan bahwa manajemen bencana menghadapi kegagalan teknologi dapat berhasil jika ketiga elemen, yaitu: kesiapsiagaan, tanggap darurat dan pemulihan telah dicakup sejak awal fase perencanaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa rencana kontinjensi nuklir ketiga reaktor riset memiliki jangkauan implementasi yang berbeda. Perbedaan tersebut dilatarbelakangi oleh perbedaan risiko ancaman bahaya masing-masing reaktor yang menyebabkan perbedaan jangkauan potensi dampak berbahaya. Secara prinsip respons tanggap darurat nuklir ketiga reaktor riset nuklir adalah sama, yaitu: *sheltering*, evakuasi, pemberian tablet KI, dan pelarangan konsumsi bahan pangan lokal dan air sungai/tanah yang terkontaminasi. Rencana respons tersebut telah sesuai dengan standar IAEA No. GSR Part 7 (2015), akan tetapi belum dilengkapi dengan kriteria kapan respons tanggap darurat nuklir tersebut harus

dilaksanakan. Dokumen rencana kontinjensi nuklir reaktor riset yang telah disusun belum sepenuhnya diimplementasikan oleh para *stakeholders*. Rencana kontinjensi nuklir RSG-GAS, Serpong dan reaktor Kartini, Yogyakarta baru diimplementasikan sebagian. Sedangkan rencana kontinjensi nuklir reaktor TRIGA2000, Bandung belum diimplementasikan.

Diperlukan payung hukum bagi rencana kontinjensi nuklir reaktor riset agar dokumen rencana kontinjensi nuklir yang telah disusun dapat sepenuhnya diimplementasikan. Untuk itu koordinasi dan peran aktif dari seluruh *stakeholders* penanganan tanggap darurat nuklir perlu ditingkatkan untuk dapat melegalisasikan dokumen rencana kontinjensi nuklir yang telah disusun melalui pengesahan oleh kepala daerah masing-masing.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashley, S.F., Vaughan, G.J., Nuttall, W.J., Thomas, P.J. (2017). "Considerations in relation to off-site emergency procedures and response for nuclear accidents". *Journal Process Safety and Environmental Protection*, Vol II (2).
- BAPETEN, BNPB. (2013), "*Rencana kontinjensi dalam menghadapi ancaman kedaruratan nuklir Setu kota Tangerang Selatan, provinsi Banten*". Jakarta.
- BAPETEN. (2014). *Rencana Kontinjensi dalam menghadapi ancaman bencana kecelakaan nuklir di kota Bandung provinsi Jawa Barat*. Jakarta.
- BAPETEN. (2016). *Rencana kontinjensi reaktor Kartini*. Jakarta.
- BAPETEN. (2016). *Pengawasan Pemanfaatan Tenaga Nuklir di Indonesia: Laporan Tahunan 2016*. Jakarta.
- Berita BATAN. (2016). Retrieved from <http://www.batan.go.id/index.php/id/kedeputan/pendayagunaan-teknologi-nuklir/reaktor-serba-guna/2807-kesiapsiagaan-tanggap-darurat-nuklir-diuji-melalui-latihan-kedaruratan-nuklir>, diakses pada 28 September 2018.
- Berita BAPETEN, I-CoNSEP, "Penanganan Kedaruratan pada Kejadian Bencana di Kawasan Nuklir Yogyakarta" tanggal 11 September 2016. Retrieved from <https://www.bapeten.go.id/?p=37243>, diakses pada 28 September 2019.
- Berita BAPETEN, "Gladi Lapang Nasional Penanggulangan Kedaruratan Nuklir" tanggal 10 November 2016. Retrieved from <https://www.bapeten.go.id/?p=40552>, diakses pada 28 September 2018.
- BNPB. (2011). *Panduan Perencanaan Kontinjensi Menghadapi Bencana*. Jakarta.
- BNPB. Retrieved from <https://bnpb.go.id>, diakses pada 4 Oktober 2019.
- Copolla, Damon P. (2011). *Introduction to International Disaster Management*. Elsevier Inc.
- IAEA. (1996). *INSAG-10: Defence in Depth in Nuclear Safety*. Vienna.
- IAEA. (2005). *EPR-Medical: Generic procedures for medical response during a nuclear or radiological emergency*. Vienna.

- IAEA. (2007). *GSG-2.1: Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency*. Vienna.
- IAEA. (2012). *GSG-2: Criteria for Use in Preparedness and Response for Nuclear or Radiological Emergency*. Vienna.
- IAEA. (2013). *EPR-NPP Public Protective Actions: Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor*. Vienna.
- IAEA. (2015). *GSR part 7: Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency*. Vienna.
- Maarif, Syamsul. (2012). *Pikiran dan Gagasan Penanggulangan Bencana di Indonesia*. Jakarta: BNPB.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2018). *Towards an All-Hazards Approach to Emergency Preparedness and Response: Lessons Learnt from Non-Nuclear Events*. NEA No. 7308.
- Peraturan Pemerintah No. 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana.
- Peraturan Pemerintah No. 29 Tahun 2008 tentang perizinan pemanfaatan sumber radiasi pengion dan bahan nuklir.
- Peraturan Pemerintah No. 33 Tahun 2007 tentang keselamatan radiasi pengion dan keamanan sumber radiasi.
- Peraturan Pemerintah No. 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir.
- Tribunjogja.com, "REALTIME NEWS: BPBD DIY dan Batan Akan Simulasikan Penanganan Bencana Nuklir". Retrieved from <http://jogja.tribunnews.com/2016/08/31/realtime-news-bpbd-diy-dan-batan-akan-simulasikan-penanganan-bencana-nuklir>, diakses pada 28 September 2019.
- UNISDR. (2017). "Terminology on Disaster Risk Reduction" Retrieved from <https://www.unisdr.org/we/inform/terminology> United Nations, Disaster, diakses pada 13 Agustus 2019.
- Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana
- WHO. (1999). *Guidelines for Iodine Prophylaxis Following Nuclear Accidents*. Geneva.