BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi PLTN di Jepang Pasca Tsunami

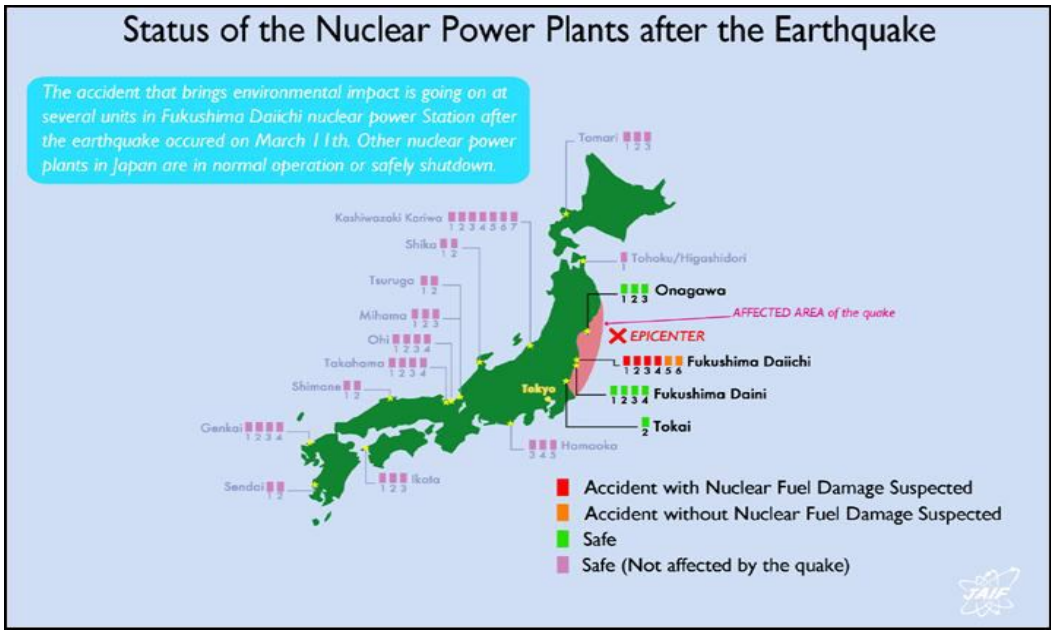
Krisis terjadi setelah gempa besar yang memaksa unit 1, 2 dan 3 yang sedang beroperasi menghentikan operasinya atau *shutdown* karena getaran gempa yang cukup besar secara otomatis. Dari sekitar 14 unit PLTN dibeberapa lokasi yang terkena dampak langsung gempa dan tsunami, PLTN Fukushima daiichi merupakan PLTN yang terkena dampak terparah khususnya tsunami. Sementara unit lainnya dalam satu komplek yang sama yaitu unit 4, 5 dan 6 tidak dalam keadaan beroperasi karena adanya inspeksi rutin dan aktifitas lainnya.

Shutdown otomatis akibat gempa juga terjadi pada unit PLTN di Fukushima daini (4 unit) dengan operator TEPCO, 3 unit di PLTN Onagawa dan 1 unit dalam keadaan tidak beroperasi di Higashidori dengan operator *Tohoku-electric power Company*. Kemudian 1 unit di PLTN daini Tokai dengan operator *Japan Atomic Power Company* (JAPC). Dalam waktu singkat setelah reaktor *shutdown*, reaksi fisi (pembelahan inti atom) dan reaksi berantai di dalam teras reaktor berhenti (http://www.tepco.co.jp/en/news/gallery/nuclear-e.html diakses pada 14/04/12 15:29 WIB). Kegagalan proses pendinginan reaktor dan tidak berfungsinya sistem pemindah panas sisa dari perluruhan panas produk fisi atau RHRS inilah merupakan awal terjadinya krisis nuklir Fukushima daiichi terjadi

akibat tidak adanya suplai listrik, baik akibat gempa maupun akibat tsunami yang terjadi. Peristiwa ini sering disebut *Station Black Out* atau keadaan dimana situasi semua suplai listrik AC tidak berfungsi (http://www.mext.go.jp/english/incident/1303962.htm diakses pada 14/04/12 15:29 WIB).

Dampak bencana juga berhasil memaksa puluhan pembangkit listrik dan jaringan distribusi lsitrik tersebut menghentikan operasinya. Akibatnya penduduk yang seharusnya mendapatkan servis energi listrik dari pembangkit tersebut mengalami kesulitan pasokan listrik yang berakibat pada pemadaman bergilir dibeberapa provinsi diantaranya Tokyo. Pembangkit listrik yang berhenti beroperasi tersebut termasuk diantaranya pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN), pembangkit tenaga air dan juga pembangkit tenaga bahan bakar fosil. Beberapa perusahaan listrik yang mendapatkan dampak langsung berhentinya operasi pembangkit mereka diantaranya, perusahaan *Tohoku Electric Power Company*, *Tokyo Electric Power Company* (TEPCO) dan *Japan Atomic Power Company* (JAPC**).** Seperti digambarkan pada Gambar 4.1, beberapa unit PLTN terkena langsung dampak gempa dan tsunami dan langsung berhenti atau *shutdown*, tetapi PLTN yang tidak mendapatkan dampak langsung dari gempa dan tsunami atau level getaran gempanya tidak membahayakan, tetap tidak terganggu operasinya.

Gambar 4.1
Dampak Gempa-Tsunami terhadap Kondisi PLTN Jepang.



(Sumber *Japan Atomic Industrial Forum* (JAIF), 2011)

Dari 54 PLTN yang ada dan beroperasi di Jepang, sekitar 14 unit PLTN diantaranya yang terkena dampak langsung dari bencana gempa dan tsunami secara otomatis berhenti beroperasi. Selain beberapa PLTN yang *shutdown*, puluhan pembangkit listrik yang dimiliki TEPCO baik tenaga air maupun bahan bakar fosil berhenti beroperasi diantaranya PLTA (lebih dari 20 pembangkit) dan pembangkit listrik bahan bakar fosil (15 pembangkit) dan saat ini sebagian dari pembangkit ini telah bisa diperbaiki dan beroperasi kembali. TEPCO sebagai perusahaan *utility* yang memperoleh dampak paling parah dalam supplai listrik mereka akibat berhentinya pembangkit-pembangkit listrik tersebut, telah melaporkan tidak dapat kebutuhan listrik banyak rumah pada saat minggu

pertama dan berangsur turun dengan adanya suplai listrik tambahan dan pengaturan jadwal pemadaman.

4.2 Langkah-langkah yang dilakukan oleh *International Fact Finding Expert Mission of The Fukushima* 22 Mei – 1 Juni 2011

Dalam merespon kecelakaan yang terjadi pada beberapa PLTN di Jepang, khususnya PLTN Fukushima Daiichi, *International Fact Finding Expert Mission* ini melakukan beberapa langkah untuk kemudian dijadikan sebagai kesimpulan dan pelajaran yang bisa di peroleh dari kecelakaan tersebut.

1.) Persiapan Sarana dan Prasarana dalam melaksanakan misi (23 Mei 2011). Seluruh tim melakukan pengecekan terhadap kebutuhan peralatan selama melakukan investigasi nya di Jepang.

2.) Investigasi awal terhadap kondisi dan situasi PLTN Fukushima (24 Mei 2011). Seluruh anggota tim melakukan investigasi awal untuk memastikan kondisi PLTN bahwa lokasi tersebut masih layak untuk ditelusuri dengan memperhatikan standar prosedur yang telah disepakati.

3.) Pertemuan dengan Menteri-menteri Jepang terkait (25 Mei 2011)

Anggota tim melakukan dialog dengan 3 (tiga) kementerian yaitu, Kementerian Luar Negeri, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Olahraga, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.

4.) Melakukan *Review* terhadap kerusakan PLTN Fukushima dan PLTN Tokai (26 Mei 2011). Seluruh anggota tim melakukan *review* terhadap operasionalisasi PLTN untuk memastikan bahwa PLTN tersebut masih bisa dikendalikan.

5.) Penelitian ke lokasi PLTN (27 Mei 2011). Tim melakukan inspeksi nya dimulai pada 27 Mei 2011 dan berakhir pada 29 Mei 2011. Kemudian selanjutnya akan dibahas mengenai hasil inspeksi dan investigasi yang akan dijadikan sebagai rekomendasi bagi Pemerintah Jepang dan pihak Tepco. Inspeksi ini meliputi tentang, penilaian keselamatan, sistem dan kontrol, dampak kerusakan gempa dan tsunami, manajemen bencana serta aspek radiologi.

6.) Penyusunan Laporan Akhir (30 Mei 2011). Melakukan penyusunan Laporan Akhir yang berisi rekomendasi, pelajaran yang bisa diambil serta beberapa aspek teknis dalam temuan-temuan mereka (http://www.iaea.org/newscenter/news/2011/japanmission.html diakses pada 18/06/2012 23:42 WIB).

Dengan terbentuknya *Tim International Fact Finding* ini, diharapkan mampu bisa meminimalisir dampak kecelakaan nuklir Fukushima serta memberikan rekomendasi terkait penggunaan energi nuklir bagi seluruh negara yang mengembangkan nuklir baik sebagai energi atau kepentingan lainnya. Tim *International Fact Finding* memulai investigasinya pada 27 Mei 2011 sampai 2

Mei 2011. Dalam hal ini, IAEA melakukan beberapa fungsi menurut teori tentang Fungsi Organisasi Internasional oleh Jacobson, adalah sebagai berikut:

1.) *Fungsi informatif* . dalam hal ini IAEA mengirimkan para pakarnya untuk mengumpulkan fakta di tempat yang terjadi kecelakaan nuklir, misalnya Chernobyl dan Fukushima.

2.) *Fungsi normatif* dari Organisasi internasional meliputi standar tujuan dan deklarasi organisasi tersebut. Dalam hal ini tidak terikat oleh legalisasi instrumen melainkan ketetapannya dipengaruhi keadaan lingkungan domestik dan politik internasional. Dalam kasus Fukushima, IAEA melakukan tugasnya untuk memastikan penggunaan dan pemanfaatan energi nuklir untuk tujuan damai di Jepang terkait dengan kecelakaan yang menimpa PLTN Fukushima.

3.) *Fungsi rule-creating.* IAEA memiliki kebijakan untuk membuat peraturan tentang standar keamanan reaktor PLTN yang dibangun di suatu Negara. Dalam kasus di PLTN Fukushima, IAEA dan beberapa organisasi internasional terkait, membuat kajian kebijakan akan tetapi saat ini masih dalam tahap penyelesaian. Pada intinya IAEA menekankan penggunaan nuklir hanya untuk keperluan penelitian, suplai energi, dan pengembangan di bidang pertanian, dan kesehatan.

4.) *Fungsi operasional* dari organisasi internasional meliputi pemanfaatan dan pengoperasian segala sumber daya di organisasi internasional tersebut.

IAEA mengirimkan pakar-pakarnya ke PLTN Fukushima untuk membantu menanggulangi kecelakaan di Jepang untuk kemudian hasil investigasinya akan disampaikan dalam forum internasional nuklir termasuk didalamnya negara-negara yang memiliki atau berencana memiliki tenaga nuklir.

4.3 Kendala yang dihadapi *International Fact Finding Expert Mission fo The Fukushima*

Dalam melaksanakan misinya, Tim yang terdiri dari 18 ahli nuklir dari 10 negara ini tidak mengalami kendala yang berarti, hanya saja pada awalnya, sempat ada penolakan Jepang karena Jepang tidak ingin ada warga negara uar yang menjadi korban, namun atas dasar tugas dan wewenang IAEA sebagai organisasi yang mengawasi penggunaan nuklir damai, IAEA membentuk tim *Fact Finding* ini. Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan perwakilan *International Fact Finding Expert Mission*, mengatakan bahwa ada beberapa hal yang menjadi kendala dalam melakukan investigasi mulai 24 Mei – 2 Juni 2011.

Pertama, lokasi Fukushima yang masih rusak parah membuat beberapa Tim ini harus berjalan kaki untuk menuju lokasi PLTN, mengingat radiasi yang tinggi. Hal ini sedikit menhambat ketika tim harus terjun langsung di lokasi PLTN untuk menginvestigasi beberapa kerusakan-kerusakan. Hal tersebut juga berkaitan dengan, standar keselamatan yang wajib dipatuhi oleh seluruh anggota Tim, dalam hal dampak radiologi, melalui : pemakaian baju yang sesuai standar

IAEA, pengecekkan radiologis perorangan,dll. *Kedua,* kebutuhan logistik yang terbatas dan harus menunggu distribusi dari luar Jepang terutama yang belum terkena radiasi untuk setiap hari, karena dikhawatrikan beberapa sumber mineral, sayur-sayuran, dan bahan makanan terindikasi radiasi.

Ketiga, sistem Informasi dan Komunikasi dari Jepang ke beberapa instansi beberapa kali mengalami masalah, namun hal ini tidak berlangsung lama, karena Pemerintah Jepang yang sangat tanggap menyediakan beberapa perangkat yang mendukung kerja Tim ini. Akan tetapi kendala-kendala tersebut bisa diatasi dengan baik karena ada kerja sama dengan pemerintah Jepang yang sangat kooperatif membantu tim di luar hal-hal teknis.

4.4 Hasil investigasi *International Fact Finding Expert Mission fo The Fukushima*

Dari hasil investigasi yang telah dilakukan, sesuai dengan salah satu tujuan organisasi Internasional (Jacobson) yakni *role-creating* dan *role supervisory*, Tim Pencari Fakta IAEA menemukan beberapa fakta serta data yang diuraikan oleh peneliti berdasarkan sumber melalui *Pre-eliminary Summary* dan *Resume* data yang dipaparkan oleh Badan Atom Nasional (Indonesia) melalui *Centre for Reactor Technology and Nuclear Safety*. Dalam kecelakaan nuklir Fukushima, fakta yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1.) Regulasi yang mengatur persyaratan desain Fukushima Daiichi untuk pencegahan terhadap dampak tsunami sudah dihilangkan sejak tahun 2006, meskipun sejarah gempa sebelum gempa Iwate (Tohoku) memperlihatkan resiko gempa dengan kemungkinan disertai tsunami. Dengan demikian, persyaratan desain bangunan PLTN Fukushima Daiichi masih menggunakan regulasi lama yaitu ketinggian tembok penahan tsunami 5,7 meter (tsunami akibat gempa Iwate setinggi 14-15 meter).

2.) Rak penyimpan bahan bakar bekas pada reaktor Fukushima Daiichi unit 4 berisi 783 perangkat bahan bakar (sumber: posko penanggulangan kecelakaan nuklir Jepang tgl 14 Maret 2011). Panas yang terus meningkat menyebabkan permukaan air berkurang Jika bahan bakar tidak lagi ditutupi oleh air atau suhu mencapai titik didih, bahan bakar dapat menjadi terbuka dan membuat risiko pelepasan radioaktif.

3.) Kenaikan temperatur bahan bakar, tekanan gas di dalam batang bahan bakar meningkat dan akhirnya dapat menyebabkan selongsong membengkak atau pecah. Jika panas dari satu perangkat bahan bakar yang terbakar tidak hilang, api bisa menyebar ke lain pasangan bahan bakar yang akan terbakar di kolam tersebut.

4.) Pada saat terjadi kecelakaan, pada kolam penyimpan bahan bakar bekas kehilangan pendingin, operator memiliki waktu 100 jam (sekitar 4 hari) hingga terjadi pendidihan, tanpa memperhitungkan berapa lama bahan

bakar bekas berada di kolam penyimpan, dan tanpa adanya sirkulasi pendingin.

5.) Ledakan disebabkan oleh akumulasi gas hidrogen di bangunan penyokong reaktor. Ledakan ini tidak ada hubungannya dengan aktivitas bahan bakar di reaktor dan bukan merupakan ledakan yang disebabkan oleh reaksi fisi.

Gambar 4.2

Ledakan terjadi pada salah satu unit 1 PLTN Fukushima Dai-ni



Sumber : ISTECS, 2011 : 61.

6.) Radiasi dalam tataan cukup rendah sehingga tidak mempengaruhi kesehatan masyarakat diluar radius 10 kilometer.

7.) Di dalam PLTN Fukushima daichi, terdapat kesalahan desain pembangunan PLTN, pertama peletakan mesin *diesel* yang lebih rendah dibawah permukaan laut, posisi ini lebih rendah dibanding letak

reaktornya, sehingga saat terjadi tsunami, *diesel* tersebut terendam air tsunami yang menyebabkan mesin diesel mati dan tidak bisa bekerja untuk mendinginkan teras reactor yang terjadi peluruhan bahan bakar radioaktif.

8.) Dalam kasus Fukushima tidak sampai terjadi bahan bakar yang meleleh, ambles kedalam tanah dan terbang keluar – seperti yang terjadi pada kasus Chernobyl – yang menyebabkan radiasi tinggi, yang terjadi hanya kebocoran radiasi akibat shutdownnya reaksi, dan keterlambatan suplai air pendingin (*Preliminary Summary*, 2011 : 3).

Berkaitan dengan aspek fisik reaktor yang berhubungan dengan operasional reaktor dan juga aspek pencegahan gempa dan tsunami. *International Fact Finding* juga menganjurkan bahwa desain bangunan tahan gempa dan juga desain pencegahan tsunami didesain berdasarkan data terbaru dan juga perkiraan potensi yang akan terjadi. Ada dua jenis desain pada PLTN, yakni:

1. Desain *inherent safety*: aspek desain yang dibuat ketika terjadi *abnormality* di dalam teras terjadi, maka proses reaksi akan berlahan turun dan berhenti pada akhirnya (tidak melakukan proses fisi). Salah satu contohnya adalah *negative void coolant reactivity* atau ketiadaan pendingin menyebabkan reaktivitas negatif. Keadaan kekurangan air pendingin diteras akan menyebabkan proses reaksi fisi atau kondisi kritikalitas berkurang dan produksi neutron berkurang dan dengan sendirinya lambat laun reaksi akan berhenti akan berhenti.

2. Desain *Pasif safety* : Desain ini berkaitan dengan mekanisme kerja yang ada di dalam sistem reactor yang otomatis berjalan dengan sendirinya tanpa adanya intervensi dari operator, meskipun dalam tahap tertentu setelah pasif sistem ini berjalan, bisa juga dimatikan oleh operator. *Pasif safety* ini digunakan untuk meminimasi mekanisme operasional menggunakan operator yang bertujuan untuk meminimasi *human error*. Seperti ketika gempa terjadi dan diperkirakan levelnya akan berakibat fatal atau merusak bagian vital tertentu reaktor, maka secara otomatis tanpa intervensi operator, reaktor akan melakukan upaya *shutdown* sendiri atau menghentikan operasinya sendiri (Permana dalam Istiyanto, 2011 : 81).

Desain dasar PLTN Fukushima daiichi, terlihat secara umum masih di dalam desain keselamatan, kecuali pada beberapa unit 2, 3 dan 5 untuk arah horizontal (timur-barat). Untuk PLTN Fukushima daini dari data getaran tanah yang terekam masih dibawah desain dasar *seismic* PLTN. Untuk pencegahan tsunami, Tepco mendesain ketinggian penghalang tsunami berdasarkan evaluasi dari Masyarakat Teknik Sipil Jepang (*Japan Society Civil Engineerings* / JSCE). Ketinggian penghalang tsunami untuk Fukushima daiichi 5.7 m dan untuk daini 5.1 m diambil berdasarkan evaluasi keselamatan tsunami JSCE. Berdasarkan standar keselamatan reaktor, beberapa tahapan penanganan keselamatan reaktor IAEA, manajemen bencana dan mitigasi telah dilaksanakan dengan tujuan meminimasi efek berbahaya bagi masyarakat dan mengurangi kerusakan atau

bencana lebih parah disebabkan dari tidak berfungsingnya atau rusaknya fasilitas yang ada.

Penanganan kondisi darurat nuklir juga bisa dilakukan berdasarkan keadaan operasional fasilitas baik untuk *triger* pemberitahuan adanya abnormalitas sampai pada keputusan evakuasi. Upaya penstabilan reaktor untuk mendinginkan sisa panas akibat peluruhan produk fisi terus dilakukan oleh sistem pendingin teras (*core*) darurat atau *Emergency Cooling Core System* (ECCS) yang terdiri dari beberapa buah 2-3 buah generator daruart tersebut dan dapat beroperasi hampir satu jam, dan kemudian diikuti oleh beberapa baterai tambahan yang bisa meneruskan upaya pendinginan tersebut dan memindahkan panas, akan tetapi semua peralatan darurat tersebut hancur dan tersapu oleh tsunami yang akhirnya terjadi yang dinamakan keadaan "*station blackout*", dimana tidak ada lagi suplai listrik yang dapat digunakan (http://www.japc.co.jp/tohoku/index.html diakses 16/07/12 22.00 WIB).

Dalam konteks *energy security,* yang mempunyai dua dimensi yaitu dimensi keindependenan suatu negara untuk memenuhi kebutuhan energinya yang berasal dari sumber daya energi domestik, dan dimensi interdependensi global dimana pemenuhan energi setiap negara tak lepas dari pasokan energi dunia yang berasal dari, khususnya, negara-negara pengekspor yang kaya akan sumber minyak dan gas. Dalam hal ini, Jepang memenuhi kebutuhan energi nya dengan tenaga nuklir, namun setelah kerusakan PLTN melanda Jepang, maka

Jepang juga melakukan upaya untuk memenuhi energinya dengan kerjasama dengan negara-negara pengekspor minyak dan gas guna memenuhi energinya.

4.5 Rekomendasi *International Fact Finding Expert Mission fo The Fukushima* untuk Pemerintah Jepang dan Internasional

Setelah melakukan investigasi dan memaparkan beberapa temuan-temuan dalam misi tersebut, *International Fact Finding Expert Mission fo The Fukushima* memberikan beberapa rekomendasi serta masukan dalam kesimpulan-kesimpulan selama melakukan misinya untuk memulihkan PLTN Fukushima dan tujuan IAEA untuk mengevaluasi seluruh PLTN di dunia. Di bawah ini ada 15 kesimpulan sebagai rekomendasi dari IAEA yang diwakili oleh *International Fact Finding Expert Mission fo The Fukushima*, antara lain:

1.) *The IAEA Fundamental Safety Principles* atau Prinsip Dasar Keselamatan IAEA memberikan dasar yang kuat dalam kaitannya dengan keadaan dari PLTN Fukushima dan mencakup semua bidang pelajaran atas kecelakaan yang terjadi.
2.) Mengingat keadaan ekstrim dari kecelakaan ini, pengelolaan lokal dari kecelakaan itu telah dilakukan sebaik mungkin dan mengikuti Prinsip Dasar.
3.) Adapun ketentuan pertahanan yang cukup mendalam untuk bahaya tsunami. Secara khusus, adalah sebagai berikut:

a.) Meskipun bahaya tsunami meningkatkan evaluasi tapak dan desain dari PLTN Fukushima Dai-ichi dianggap baik, sebagaimana yang telah dijelaskan selama pertemuan dan ketinggian tsunami meningkat menjadi 5,7 m (tanpa mengubah dokumen lisensi) setelah tahun 2002, bahaya tsunami telah diabaikan;

b.) Demikian, mengingat bahwa dalam kenyataan *'dry site'* tidak disediakan untuk pengoperasian PLTN, upaya perlindungan tambahan yang diambil sebagai hasil dari evaluasi yang dilakukan setelah tahun 2002 tidak mencukupi untuk mengatasi tsunami dan semua fenomena berbahaya yang;

c.) Apalagi, mereka upaya perlindungan tambahan yang tidak diperiksa dan disetujui oleh pihak otoritas;

d.) Karena kesalahan *structures, systems and components* (struktur, sistem dan komponen) (SSCs) , ketika mengalami banjir yang semakin besar, Pondasi tidak mampu menahan konsekuensi dari ketinggian tsunami yang diperkirakan, menyebabkan masuknya gelombang ke dalam area pondasi, dan

e.) Ketentuan manajemen kecelakaan tidak cukup untuk mengatasi kegagalan pondasi ganda.

Gambar 4.3

Lokasi PLTN Fukushima Daichi (*Final Mission Report*, 2011)



4.) Secara khusus, jika terdapat suatu bahaya eksternal, maka model *Probabilistic Safety Assessment* (PSA) telah tersedia, ini akan menjadi alat yang efektif dalam melakukan penilaian. Perencanaan jangka pendek di PLTN Fukushima Dai-ichi perlu direncanakan dan dilaksanakan secepatnya untuk kondisi tapak saat ini sebelum keadaan stabil di semua unit tercapai. Sampai saat itu langkah-langkah prioritas tinggi terhadap bahaya eksternal perlu diidentifikasi menggunakan metode sederhana untuk perencanaan yang tepat waktu. Setelah keadaan aman stabil, rencana jangka panjang perlu dipersiapkan yang dapat mencakup perbaikan fisik untuk *systems and*

components (SSCs) serta langkah-langkah darurat di dalam dan di luar lokasi.

5.) Melakukan *update* mengenai persyaratan, peraturan, dan pedoman harus dilakukan mengacu pada pengalaman dan data yang diperoleh selama Gempa dan Tsunami di Jepang Timur, apakah sudah memenuhi persyaratan dan juga menggunakan kriteria dan metode yang direkomendasikan oleh Standar Keselamatan IAEA yang relevan untuk secara komprehensif mengatasi gempa bumi dan tsunami dan banjir eksternal. Secara umum, semua peristiwa eksternal berkorelasi. Dokumen-dokumen peraturan nasional harus menyertakan *database* persyaratan yang kompatibel dengan yang ditentukan oleh Standar Keselamatan IAEA.

6.) Jepang memiliki kesiapan darurat yang terorganisir dengan baik dan sistem respon seperti yang ditunjukkan oleh penanganan kecelakaan Fukushima. Namun demikian, prosedur organisasi yang rumit dapat mengakibatkan keterlambatan dalam mendesak pengambilan keputusan.

7.) Mendedikasikan dan mengabdikan pejabat dan pekerja, dan sistem yang terorganisasi dengan baik dan fleksibel memungkinkan untuk mencapai respon yang efektif bahkan dalam situasi yang tidak terduga dan mencegah dampak yang lebih besar atas kecelakaan yaitu pada kesehatan masyarakat dan para pekerja.

8.) Menindaklanjuti program secara tepat pada publik dan pemantauan kesehatan akan bermanfaat.

9.) Menciptakan kontrol yang efektif dari penyebaran radiasi pada area yang terkena dampak langsung dari bencana.

10.) Persyaratan Keselamatan IAEA dan Panduan harus ditinjau untuk memastikan bahwa persyaratan dalam mendesain dan melakukan manajemen kecelakaan parah untuk desain multi-tapak.

11.) Perlu untuk mempertimbangkan keselarasan periodik mengenai peraturan nasional dan melakukan bimbingan pada standar internasional untuk dimasukkan khususnya pelajaran baru dari pengalaman global dampak bahaya eksternal.

12.) *The Safety Review Services* tersedia pada Pusat Keselamatan Seismik Internasional IAEA atau *International Seismic Safety Centre* (ISSC) akan berguna dalam membantu pembangunan Jepang dalam bidang berikut:

   a) Penilaian bahaya eksternal;

   b) Pengawasan untuk infratruktur pada PLTN yang difungsikan kembali setelah *shutdown*, dan

   c) Kesiap siagaan sebelum gempa atau *Pre-earthquake preparedness*.

13.) Melakukan misi tindak lanjut, termasuk melakukan *Emergency Preparedness Review* (EPREV) atau Tinjauan Kesiapsiagaan Darurat untuk

melihat secara rinci pada pelajaran yang bisa dipetik dari tanggap darurat atas suatu bencana.

14.) Sebuah misi tindak lanjut harus dilakukan untuk mencari pelajaran dari pendekatan yang efektif digunakan untuk memberikan perlindungan radiasi skala besar dalam menanggapi kecelakaan Fukushima.

15.) Melaksanakan misi tindak lanjut kepada *Integrated Regulatory Review Service* (IRRS) untuk melakukan tindakan yang bisa dipelajari dari kecelakaan Fukushima dan kesimpulan di atas untuk membantu dalam pengembangan lebih lanjut dari sistem peraturan nuklir Jepang (*Final Fukushima Mission Report*, 2011 : 13-15).

Selain beberapa rekomendasi di atas, dalam *report*-nya, Tim Ahli Fukushima juga memberika beberapa pelajaran yang bisa diambil dari kejadian di PLTN Fukushima. Hal ini bertujuan agar seluruh negara yang memiliki nuklir, baik untuk kebutuhan energi ataupun untuk kepentingan militer, agar secepat mungkin melakukan tinjauan ulang terhadap pengembangan nuklir negara-negara tersebut, mulai dari desain tapak sampai dengan peningkatan kesiagaan terhadap bencana terutama ancaman dari alam. Berikut terdapat 16 hal yang bisa dijadikan pelajaran bagi negara-negara nuklir, sebagai berikut :

1.) Perlu untuk memastikan bahwa dalam mempertimbangkan bahaya alam eksternal:

a.) Dalam menentukan tapak dan desain PLTN harus mencakup perlindungan yang memadai terhadap kombinasi dan kejadian eksternal kompleks dan ini harus dipertimbangkan dalam analisis keselamatan bangunan - khususnya hal-hal yang dapat menyebabkan banjir dan mungkin memiliki dampak jangka panjang;

b.) Memperhatikan tata letak bangunan yang harus didasarkan pada pengelolaan '*dry site concept*', bila memungkinkan, sebagai tindakan pertahanan mendalam terhadap area banjir serta pemisahan fisik dan berbagai sistem keselamatan kritis;

c.) Penyebab kegagalan umum harus sangat dipertimbangkan untuk unit ganda dan beberapa situs, dan untuk pemulihan unit independen, sertab harus memanfaatkan semua sumber daya yang telah disediakan;

d.) Perubahan dalam bahaya eksternal atau pemahaman terkait bencana harus secara berkala ditinjau untuk dampaknya pada konfigurasi bangunan saat ini, dan

e.) Sistem peringatan tsunami aktif harus ditetapkan untuk melakukan tindakan tanggap oleh operator

2.) Untuk situasi yang parah, seperti kehilangan total pada tenaga diluar unit atau hilangnya semua *heat sink* atau rekayasa sistem keamanan, sumber alternatif sederhana untuk fungsi-fungsi ini termasuk peralatan yang

diperlukan (seperti listrik, tekanan udara dan pasokan air) harus disediakan untuk manajemen kecelakaan parah.

3.) Seperti ketentuan yang telah diidentifikasi dalam Pelajaran 2, harus berada di tempat yang aman dan operator pabrik harus dilatih untuk menggunakannya.

4.) Area Nuklir harus memiliki konstruksi yang memadai di lokasi yang terdeteksi gempa kuat, berventilasi dan dilengkapi dengan baik untuk *Emergency Response Centres*, dengan kemampuan sama dengan yang disediakan di Fukushima Dai-ni dan Dai-ichi, situs tersebut juga aman terhadap eksternal lainnya bahaya seperti banjir.

5.) *Emergency Response Centres* harus menyediakan parameter keamanan yang praktis terkait berdasarkan peralatan dan parameter untuk mengetahui tingkat dingin, status penahanan, level tekanan, dll, dan memiliki jaringan yang cukup aman untuk mengontrol komunikasi unit-unit dan tempat-tempat lain di dalam atau di luar area.

6.) Pedoman Pengelolaan Kecelakaan Parah atau *Severe Accident Management Guidelines* dan prosedur terkait harus mempertimbangkan ketersediaan peralatan, daya pencahayaan, dan kondisi yang kurang nyaman termasuk negara yang mempunyai bangunan dan area radiasi tinggi.

7.) Kejadian eksternal memiliki potensi mempengaruhi beberapa unit di pabrik pada saat yang sama. Hal ini memerlukan sumber daya yang cukup besar

misalnya, orang yang berpengalaman terlatih, peralatan, perlengkapan dan dukungan eksternal.

8.) Risiko dan implikasi dari ledakan hidrogen harus ditinjau kembali dan sistem mitigasi yang diperlukan harus dilaksanakan.

9.) Terutama dalam kaitannya dalam mencegah hilangnya fungsionalitas keamanan, kekokohan pertahanan mendalam terhadap kesalahan penyebab kecelakaan harus didasarkan pada penyediaan peralatan yang memadai untuk fungsi-fungsi penting keamanan.

10.) Pertimbangan yang lebih besar harus diberikan untuk menyediakan sistem perangkat keras, komunikasi dan sumber peralatan pemantauan untuk memberikan informasi penting untuk respon on-site dan off-site, terutama untuk kecelakaan parah.

11.) Penggunaan Persyaratan Keselamatan IAEA dan panduan terkait pada kategori ancaman, klasifikasi kejadian dan penanggulangan, serta *Operational Intervention Levels*, bisa membuat kesiapan bahaya diluar area dan tanggap darurat lebih efektif dalam keadaan tertentu.

12.) Penggunaan jangka panjang sistem *sheltering* (berlindung) bukan merupakan pendekatan yang efektif dan telah ditinggalkan dan konsep *'deliberate evacuation'* dan *'evacuation-prepared area'* diperkenalkan untuk penanggulangan efektif jangka panjang dengan menggunakan pedoman dari ICRP dan IAEA.

13.) Komunitas nuklir internasional harus mengambil keuntungan dari data dan informasi yang dihasilkan dari kecelakaan Fukushima untuk meningkatkan dan memperbaiki metode dan model yang ada untuk menentukan sumber yang terlibat dalam kecelakaan nuklir dan memperbaiki pengaturan perencanaan darurat.

14.) Skala proteksi yang tinggi terhadap radiasi bagi para pekerja di area PLTN dalam kondisi kecelakaan parah akan efektif jika terorganisir dengan tepat dan dipimpin dengan baik serta staf yang terlatih.

15.) Pelatihan-pelatihan untuk para pekerja dan responden eksternal untuk membangun perlindungan radiologi efektif dalam kondisi kecelakaan parah akan mendapat manfaat dari dengan mempertimbangkan pengalaman di Fukushima.

16.) Sistem peraturan Nuklir harus memastikan bahwa independensi peraturan dan kejelasan peran yang ditetapkan dalam segala situasi sesuai dengan Standar Keselamatan IAEA (*Final Fukushima Mission Report*, 2011 : 16-18).

Dari beberapa hal di atas, IAEA berusaha untuk mengurangi kejadian-kejadian seperti di Jepang dimasa yang akan datang. Masa depan nuklir diperkirakan masih sangat kontroversial dengan kejadian ini. Namun, IAEA sebagai organisasi internasional dalam hal ini memiliki fungsi sesuai dengan apa yang diungkapkan oleh Harold K. Jacobson bahwa, organisasi internasional

memiliki fungsi informatif, normatif, *role-creating, role-supervisory,* dan operasional. IAEA dalam hal ini Tim *International Fact Finding Expert Mission* melakukan pengumpulan data, kemudian pengolahan data (*fungsi informatif*) serta melakukan misi sesuai dengan fungsinya yaitu mengawasi dan *controlling* kecelakaan nuklir (normatif). Selain itu IAEA memiliki kebijakan untuk membuat peraturan tentang standar keamanan reaktor PLTN yang dibangun di suatu Negara (*rule creating*). Dalam kasus ini, IAEA melakukan fungsi *rule supervisory* yang ditunjukkan dengan melakukan investigasi data dan fakta untuk menentukan kebijakan yang akan diambil.Terakhir, IAEA mengirimkan pakar-pakrnya ke PLTN Fukushima untuk membantu menanggulangi kecelakaan disana mempunyai wewenang dalam hal pengawasan serta peninjauan terhadap penggunaan nuklir.

4.6 Kondisi Terkini PLTN Fukushima Pasca Penyampaian Rekomendasi IAEA melalui *International Fact Finding Expert Mission of The Fukushima*

Dalam sub-bab ini peneliti melakukan pengamatan dari keterlibatan *International Fact Finding Expert Mission* (24 Mei – 2 Juni 2011) sampai dengan kurun waktu 1 tahun kecelakaan Fukushima serta terkait dengan pengimplementasian rekomendasi oleh Pemerintah Jepang, dalam hal ini Tepco. Kecelakaan PLTN Fukushima menimbulkan banyak perubahan dalam segala segi

kehidupan masyarakan Jepang. Hal yang signifikan adalah kegiatan anti-nuklir meningkat. Angka penerimaan teknologi nuklir turun drastis menjadi 20-30% (dari 70-85%) (http://www.batan.go.id/ptrkn/index.php?option=com_content& task=view&id=208&Itemid=1 diakses pada 17/07/12 13:23 WIB).

Kebijakan positif yang diambil oleh Perdana Menteri Jepang, Yoshihiko Noda adalah terobosan atau bisa dibilang keberanian pemerintah untuk merubah regulasi supaya semua PLTN Jepang wajib diinspeksi dan dikaji secara serentak untuk memastikan keselamatan PLTN terhadap kejadian bencana alam ekstrem sesuai dengan rekomendasi yang telah disampaikan oleh IAEA pada Konferensi dengan Komunitas Nuklir Internasional. Kebijakan ini mengakibatkan semua PLTN *shutdown* dan negara Jepang mengalami kekurangan energi listrik dalam jumlah yang sangat besar (http://www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENG NEWS01_1303102145P.pdf diakses 17/07/12 13:45 WIB). Berbagai negara yang akan mengoperasikan PLTN menurunkan status menjadi ’*delayed*' atau bahkan ’*cancel*’. Hal ini berlangsung selama lebih dari 10 tahun.

Pemerintah Jepang telah melakukan upaya-upaya teknis berdasarkan rekomendasi serta pedoman keselamatan reaktor. Yakni dengan menggabungkan beberapa pedoman baru set pemerintah Jepang berdasarkan rekomendasi IAEA. Tapi juga melihat rekomendasi yang keluar dari IAEA, dan akan menggabungkan mereka sesuai kebutuhan,. Beberapa hal tersebut adalah, *Pertama*, dimana Pemerintah Jepang telah melakukan kajian ulang dan Inspeksi

terkait desain tapak yang dipakai pada PLTN Fukushima. *Kedua*, Pemerintah Jepang melaksanakan standar evaluasi yang dianjurkan IAEA yakni mengevakuasi penduduk lokal yang tinggal dekat kecelakaan nuklir berdasarkan kriteria tertentu, seperti ketika tingkat radiasi mendekati tingkat berbahaya (Inspeksi dan pengujian melibatkan (1) uji ketahanan semua peralatan terkait dengan keselamatan PLTN (*safety related instrument*), (2) kajian dan pertemuan teknis dengan komite keselamatan serta lembaga regulasi, dan terakhir (3) *publict hearing* dengan anggota legislatif dan eksekutif http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/2012/1206761_1870.html diakses 12/05/12 22:13WIB). Karena, berdasarkan data Jepang dan temuan-temuan dari misi pencari fakta IAEA ke Fukushima, mengatakan timnya tidak bisa menentukan tingkat paparan radiasi penduduk sebelum evakuasi.

Ketiga, Tepco telah menyusun *Road Map* untuk Jangka pendek maupun panjang dalam rangka evaluasi PLTN Fukushima. Namun, adapun beberapa rekomendasi yang tidak dijalankan sepenuhnya oleh Jepang salah satunya antara lain, terkait tentang pertahanan bencana yang tidak dikaji otoritas Jepang karena menganggap bencana tersebut baru terjadi dan merupakan diluar kuasa manusia. Sampai saat ini, PLTN Fukushima masih ditutup sementara tanpa diketahui waktu pengaktifan kembali. Hal ini disesuaikan dengan anjuran IAEA dan disepakati oleh Perdana Menteri Jepang, Yoshihiko Noda untuk diadakan inspeksi dan kajian berkelanjutan untuk menyelamatkan energi masa depan.

Meskipun PLTN telah ditutup, Badan Atom Internasional tetap melakukan investigasi melalui kerjasama dengan Badan Atom Nasional Jepang atau *Japan Atomic Energy Agency* (JAEA), Perusahaan Listrik *Tokyo Electric Power Co.* (Tepco) serta pemerintah Jepang yang selalu member akses informasi yang memungkinkan IAEA melakukan *sharing* informasi dengan beberapa Negara dunia, khususnya yang tergabung dalam IAEA serta memiliki kepentingan untuk mengembangakan energi nuklir. Tepco dan Pemerintah Jepang terus melakukan kajian mengenai rekomendasi yang diajukan oleh *International Fact Finding Expert Mission* karena ada kemungkinan Jepang akan tetap membangun Nuklir untuk kepentingan *Energy Security*-nya.

Sedangkan beberapa Negara yang kontra terhadap nuklir menyerukan konteks *human security*, dalam pandangan ini, mengacu pada dampak yang ditimbulkan jika terjadi kecelakaan baik faktor alam ataupun *human error* seperti kasus Chernobyl. Gerakan penolakan terhadap nuklir di Jepang juga mulai banyak ketika mereka mennsinyalir ada kemungkinan untuk menggunakan nuklir kembali sebagai suplai energi utama melalui perusahaan selain Tepco. Meskipun demikian, hal ini masih dalam kendali IAEA dan Negara itu sendiri khususnya mengenai sejauhmana suatu Negara yang mengembangkan energi nuklir mampu menjamin keselamatan warga Negara dan lingkungan

4.7 Analisa Peranan IAEA melalui *International Fact Finding Expert Mission of The Fukushima* dalam penanganan kerusakan reaktor nuklir di Jepang Pasca Tsunami 11 Maret 2011

Tim yang dibentuk IAEA yakni, The IAEA's *International Fact Finding Expert Mission of The Fukushima* memang telah menunjukkan bahwa IAEA telah melakukan perannya, yaitu sebagai instrumen, sebagai arena, dan sebagai aktor. Sebagai instrumen, IAEA digunakan oleh negara-negara anggotanya untuk mencapai tujuan dalam mendukung penggunaan nuklir dengan tujuan damai. Dalam hal ini beberapa negara khususnya, negara yang mewakili dalam keanggotaan *International Fact Finding Expert Mission* bersama-sama untuk melakukan investigasi tentang penggunaan energi nuklir di Jepang setelah terjadi tsunami yang mengakibatkan terhentinya suplai energi listrik. Ada dua belas negara yang ikut serta dalam keanggotaan *International Fact Finding Expert Mission* antara lain Inggris, Perancis, Argentina, Turki, Rusia, RRC, Amerika Serikat, Rep. Korea, India, Hungaria, Indonesia, Spanyol, mendukung upaya IAEA untuk mengurangi dampak kerusakan reaktor nuklir yaitu efek radiasi yang ditimbulkan. Salah satu hal yang mengindikasikan tentang tujuan politik luar negeri negara anggota IAEA adalah ingin mengembangkan energi nuklir yang efisien dan efektif untuk memenuhi kebutuhan listriknya. Namun, disisi lain juga memikirkan bahaya yang ditimbulkan. IAEA merupakan suatu organisasi yang membahas masalah-masalah mengenai penggunaan energi nuklir di dunia,

terutama bagi negara-negara anggota yang sampai saat ini memiliki PLTN. IAEA juga memberikan bantuan teknis misalnya berupa tenaga ahli, seperti halnya dengan bantuan berupa tim *International Fact Finding* kepada Jepang. Setelah melakukan kegiatan lapangan di Jepang, kemudian IAEA mengadakan *Ministerial Conferrence Meeting* pada 31 Oktober 2011 di Austria, membahas tentang kecelakaan nuklir Fukushima dan mengani bagaimana tindakan yang akan dilakukan baik dalam jangka pendek ataupun jangka panjang.

Dalam pertemuan tersebut, menghasilkan beberapa usulan-usulan baik dari pihak Negara Jepang ataupun Negara lainnya diantara lain : Pertama, mengkaji ulang standar keselamatan desain bangunan dan antisipasi bahaya eksternal. Kedua, mengenai regulasi yang ditetapkan harus disesuaikan kembali dengan standar operasionalisasi suatu reaktor nuklir, dan, Ketiga, Meningkatkan standar keselamatan kerja baik untuk pekerja maupun lingkungan masyarakat sekitar wilayah PLTN.

Dalam hal ini, peneliti melihat bahwa ada kepentingan negara Jepang, yang mana IAEA saat ini dipimpin oleh seorang Jepang yaitu, Yukiya Amano, menggantikan El Baradei. Hal ini terlihat dengan kengototan IAEA untuk langsung memberikan bantuan teknis yang pada mulanya ditolak pemerintah Jepang sendiri dengan alasan kemanusiaan. Namun pada akhirnya, IAEA dengan berpijak pada konvensi terkait, secara tanggap membentuk tim khusus untuk

menangani permasalahan kecelakaan nuklir di Jepang. Berikut ini adalah peran utama IAEA yang terimplementasikan pada kasus kecelakaan nuklir di Jepang :

1.) Inspeksi fasilitas nuklir yang ada untuk memastikan penggunaan damai mereka.

Dalam hal ini IAEA mengirimkan 18 tim ahlinya untuk melakukan inspeksi fasilitas nuklir yang dimiliki Jepang untuk memastikan bahwa PLTN di Jepang adalah memang diperuntukkan sebagai suplai energi listrik. Kecelakaan yang merusak infrastruktur PLTN, yakni reaktor, kolam bahan bakar, dan desain bangunan PLTN menjadi objek kajian mereka untuk menentukan apakah terjadi kesalahan dalam penggunaan standar bangunan yang telah ada.

Dari hasil yang ditemukan, bahwa adanya kesalahan pada desain pembangunan PLTN, yakni peletakan mesin diesel yang lebih rendah dibawah permukaan laut, dimana posisi ini lebih rendah di banding letak reaktornya dan melemahnya sistem antisispasi bencana – terlihat dengan ketinggian tembok pembatas yang hanya setinggi 6 meter – membuat bencana genpa dan tsunami mengakibatkan kerusakan pada PLTN Fukushima dan PLTN Tokai. Dalam inspeksi mereka, juga menemukan beberapa pelajaran yang dapat diambil untuk kemudian dijadikan suatu proses evaluasi bagi negara-negara lainnya yang memiliki PLTN agar tidak terjadi kejadian seperti halnya kecelakaan di Jepang.

2.) Memberikan informasi dan mengembangkan standar untuk menjamin keselamatan dan keamanan fasilitas nuklir, dan

Hal ini berkaitan dengan penyebarluasan informasi mengenai penggunaan nuklir harus sesuai dengan standar keselamatan dan keamnaan fasilitas nuklir. Jepang sebagai contoh telah membuktikan bahwa kesalahan regulasi bangunan dan antisipasi bahaya eksternal bisa berdampak buruk yaitu terhentinya suplai energi listrik di Jepang. Oleh karena itu, setelah kejadian ini IAEA terus melakukan pertemuan-pertemuan dan diskursus mengenai pentingnya memperhatikan peraturan atau standar keselamatan dan keamanan penggunaaan energi nuklir. Jepang sebagai anggota IAEA harus memiliki dan mematuhi standar-standar keamanan teknologi nuklir yang tercantum dalam Statuta IAEA yakni:

a) Pengamanan instalasi nuklir (*Safety of nuclear installations*)

Jepang sudah memenuhi syarat dalam hal penggunaan sistem *cooling down* secara otomatis, akan tetapi berdasarkan data dan fakta tim, Jepang mengabaikan desain bangunan terhadap antisipasi bahaya eksternal.

b) Pengamanan sumber-sumber radioaktif (*Safety of radioactive sources*).

Sistem pengamanan sumber-sumber radioaktif sudah memenuhi kriteria aman, namun kolam penyimpanan bahan bakar yang

memiliki sistem pendingin, tindak berjalan sesuai dengan yang diharapkan, maka zat radioaktif yang mudah terbakar melakukan reaksi dan pada akhirnya terjadi ledakan.

c) Pemindahan yang aman bahan-bahan radioaktif (*Safe transport of radioactive material*).

d) Pengelolaan limbah radioaktif (*Management of radioactive waste*).

Jepang juga melakukan pengelolaan terhadap limbah radioaktif, yaitu sebagai bahan bakar pabrik alternatif.

e) pengamanan instalasi nuklir, bahan nuklir dan radioaktif (*The security of nuclear installations, nuclear material and radioactive material*).

f) Pengelolaan pengetahuan dan jejaring (*Knowledge management and networking*).

Dari segi sumber daya manusia, Jepang sudah sangat baik, hal ini terlihat dengan sistem tanggap bencana yaitu upaya evakuasi dan kerjasama yang kooperatif dengan tim International Fact Finding Expert Mission ketika melakukan investigasi.

3.) Sebagai penghubung untuk berbagai bidang ilmu yang terlibat dalam aplikasi damai teknologi nuklir.

Dalam kasus Jepang ini, IAEA membuktikan bahwa penggunaan energi nuklir damai tidak hanya dikaji mengenai aspek teknis saja, namun

bisa dikaji dengan berbagai sudut pandang seperti keamanan energi, keamanan pangan, kesehatan, lingkungan serta aspek penggunaan energi masa depan. Hal ini terlihat dengan beberapa organisasi internasional seperti *World Health Organization* (WHO) dan *Food and Agriculture Organization* (FAO) yang juga memberikan bantuannya sebagai dampak dari kecelakaan nuklir PLTN Fukushima.

IAEA sebagai organisasi internasional dalam permasalahan ini melakukan perannya yang cukup efektif akan tetapi dapat dilihat dari permasalahan yang muncul bahwa ada kelalaian IAEA dalam melakukan inspeksi regulasi yang dipakai Jepang dalam hal pembangunan PLTN. Seharusnya IAEA meningkatkan inspeksi terhadap negara-negara yang mempunyai PLTN. Jepang yang memiliki tingkat gempa yang *intens*. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi kecelakaan nuklir yang disebabkan oleh bencana alam serta kelalaian sistem regulasinya.