

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. ANALISIS ASPEK PENTING DALAM K3 KETENAGA NUKLIRAN DI INDONESIA

Dengan disadari adanya sisi positif dan negatif penggunaan energi nuklir, maka Indonesia sebagai salah satu negara berkembang dunia dengan kebutuhan listrik yang akan terus meningkat untuk mendukung kegiatan masyarakatnya dan mematuhi komitmen Kyoto Protocol, perlu mempersiapkan diri dalam memanfaatkan nuklir sebagai energi alternative disamping biofuel yang juga terus diujai saat ini.

Nuklir disadari sebagai energi dengan *sustainability* tinggi, dan dapat menekan biaya produksi listrik, dan dari data-data organisasi dunia ditunjukkan bahwa perlu penanganan yang baik khususnya mengenai sistem manajemen organisasi pengelolaan yang efektif sehingga keselamatan dan keamanan individu, masyarakat dan lingkungan terhadap radiasi serta bahaya limbah nuklir terjamin berjalan dengan baik.

Analisis terhadap peraturan keselamatan dan keamanan tenaga nuklir dari badan-badan dan organisasi dunia diperoleh bahwa semuanya menitik beratkan pada :

- Kepastian terjadinya pertukaran informasi tentang keselamatan antar negara-negara dan membangun kesepakatan umum tentang pedoman keselamatan nuklir.
- Identifikasi masalah dan kecenderungan yang akan berdampak keselamatan penggunaan instalasi nuklir dan mengantisipasi problema keselamatan yang signifikan.
- Mendukung negara anggota tentang resolusi masalah keselamatan dan meningkatkan keyakinan dalam pemecahan masalah dan penerapan.

- Mengarahkan masalah keselamatan dengan teknologi-teknologi baru dan desain perencanaan reaktor.
- Menjaga kecukupan kapabilitas dan kompetensi untuk kepastian keselamatan fasilitas nuklir saat ini dan masa yang akan datang.
- Bantuan untuk pemahanan yang terus membaik dalam pembuatan peraturan negara, keharmonisan peraturan standar yang sesuai dan upaya meningkatkan efektifitas dan efisiensi proses pembuatan peraturan.

Proses pembuatan peraturan keselamatan dan keamanan tenaga nuklir dunia dan penyempurnaannya dilakukan sesuai proses seperti Gambar 4.1 dibawah.

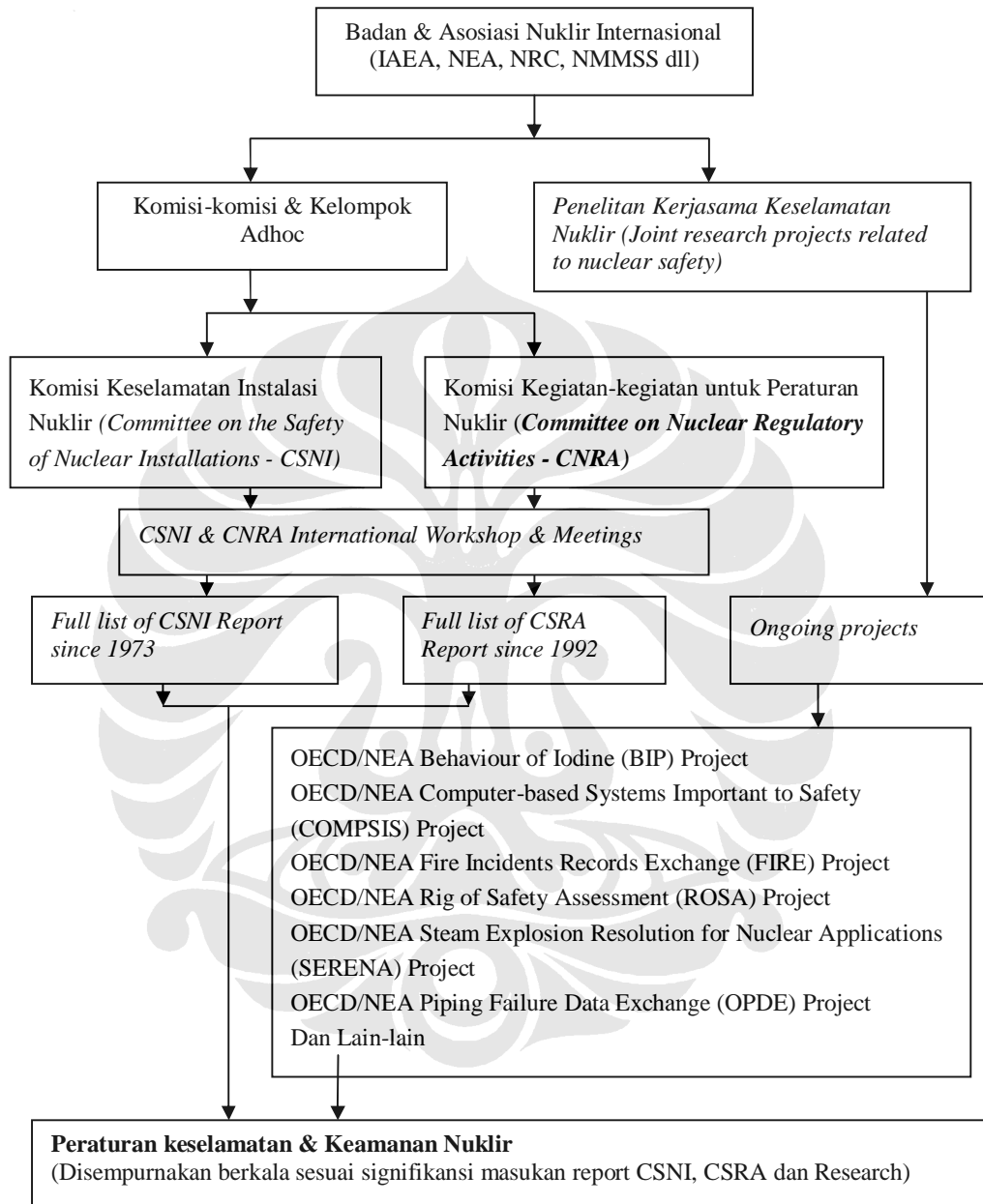
Peraturan keselamatan dan keamanan nuklir tingkat dunia diperoleh melalui proses workshop dan meeting yang dihadiri oleh negara anggota sedunia, dimana dalam workshop dan pertemuan tersebut dibahas mengenai masalah penting yang menyangkut organisasi pengelolaan, sistem keamanan dan keselamatan dari sumber energi, proses kerja dan limbah nuklir serta kejadian kecelakaan yang penting untuk pembuatan dan penyempurnaan peraturan.

Setiap negara yang memanfaatkan energi nuklir harus mempunyai undang-undang dan peraturan tentang keselamatan dan keamanan individu, masyarakat dan lingkungan yang mengatur tentang :

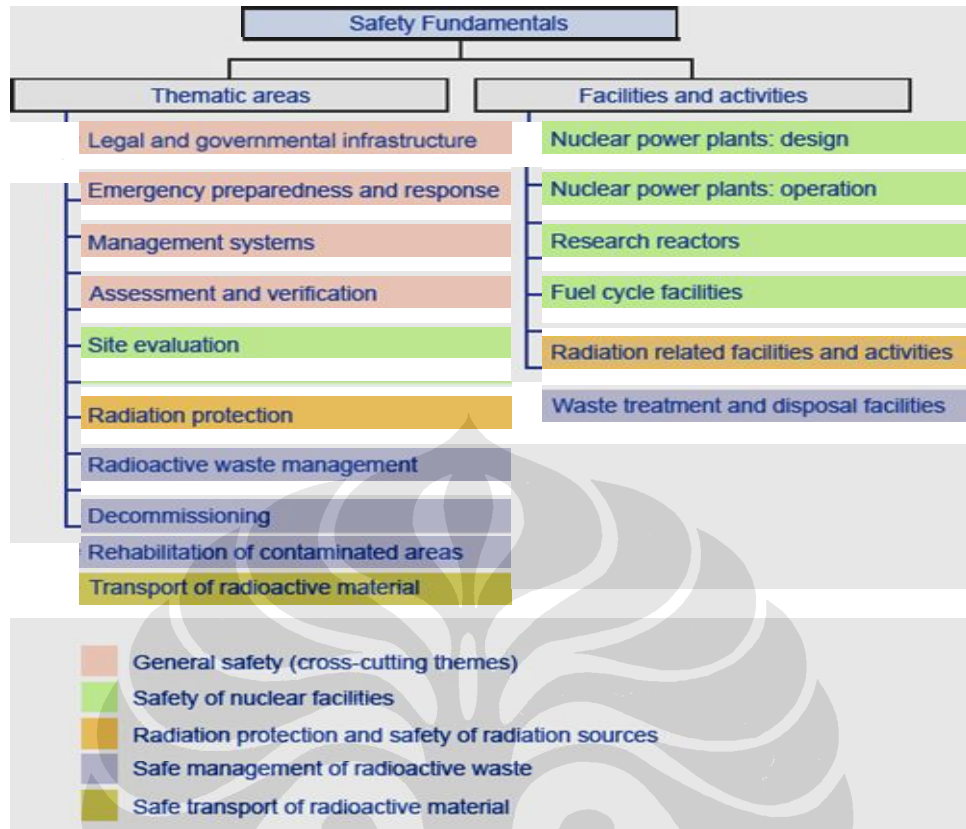
1. Merumuskan dan menugaskan negara untuk menjamin keselamatan dan keamanan sumber-sumber radioaktif.
2. Menyediakan kontrol yang efektif terhadap sumber-sumber radioaktif
3. Menjelaskan kebutuhan-kebutuhan untuk proteksi terhadap bahaya radiasi
4. Menjelaskan kebutuhan-kebutuhan untuk keselamatan dan keamanan sumber-sumber radioaktif dan perlengkapan yang terkait dengan sumber radiasi.

Tugas utama IAEA adalah mengeluarkan dan menyebarluaskan standard-standard dan pedoman-pedoman yang dibutuhkan. Standard merupakan publikasi yang mencakup keselamatan nuklir, proteksi terhadap radiasi, pengelolaan limbah radioaktif, pengangkutan material radioaktif, keselamatan fasilitas reaktor dan penjaminan kualitas.

Gambar 4.2 memperlihatkan cakupan program keselamatan yang diatur standar IAEA.



Gambar 4.1 : Proses Penyusunan Peraturan Internasional



Gambar 4.2 : Cakupan Standar Keselamatan IAEA [6]

Sebagai salah satu negara di dunia, maka peraturan keselamatan dan keamanan tenaga nuklir di Indonesia harus harmonis dengan peraturan internasional IAEA dan menjalin komunikasi dengan jaringan nuklir dunia dan Asia ANSN dalam meningkatkan pemahaman dan rancangan peraturan penanganan tenaga nuklir.

Dari data IAEA maka masalah yang dominan dibahas pada workshop dan pertemuan CSNI dan CSRA serta penelitian-penelitian adalah mengenai keselamatan dan keamanan terhadap bahaya radiasi dan penanganan limbah nuklir. Hal ini terlihat dari banyaknya topik laporan tersebut pada data penelitian yang diperoleh dan bersumber dari IAEA, OECD (*Organisation for Economic Cooperation and Development*) - NEA dan lain-lain.

Khusus dari negara Jepang diperoleh masukan tentang keselamatan dan keamanan nuklir terhadap bahaya gempa, yang tepat di adopsi untuk negara

Indonesia karena terletak pada jalur gempa. Maka tiga aspek penting yang diajukan untuk peraturan keselamatan dan keamanan nuklir di Indonesia adalah :

- Aspek proteksi terhadap bahaya radiasi nuklir
- Aspek penanganan limbah nuklir
- Aspek keamanan instalasi nuklir terhadap bahaya gempa

4.1.1. Aspek proteksi terhadap bahaya radiasi nuklir

Bahaya radiasi nuklir adalah hal yang paling ditakuti masyarakat dan lingkungan tempat instalasi nuklir dibangun. Dalam peraturan internasional, hal keselamatan dan keamanan radiasi nuklir merupakan salah satu masalah utama yang diatur. Terbukti dari produk laporan dari setiap workshop dan pertemuan maka isu yang pasti dibahas adalah mengenai keselamatan terhadap radiasi nuklir.

Contohnya dalam IAEA konferensi *Measures to Strengthen International Cooperation in Nuclear, Radiation and Waste Safety* pada 24 September 2004, dihasilkan laporan implementasi peraturan keamanan terhadap radiasi yang ada meliputi peraturan :

- *Action Plan for the Radiological Protection of Patients*, mengenai pengaturan material untuk proteksi radiasi terhadap pasien dan tenaga kesehatan.
- *the International Action Plan for Occupational Radiation Protection*, bekerja sama dengan ILO, IAEA mengatur proteksi radiasi terhadap pekerja.
- *Effective and Sustainable National Regulatory Infrastructures for the Control of Radiation Sources*, mengenai hasil implementasi di lapangan dan mendorong perbaikan aturan infrastruktur untuk memperkuat aturan yang sudah ada.
- *International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources (BSS)* mengenai kriteria-kriteria proteksi keamanan pekerja, masyarakat dan lingkungan reaktor nuklir dan sumber radiasi.
- *Protection of the Environment from the Effects of Ionizing Radiation*.

- *policy regarding the radiological protection of the environment;*

Substansi peraturan diatas sesuai untuk diadopsi dalam peraturan di Indonesia karena mencakup kebutuhan keselamatan dan keamanan terhadap radiasi nuklir pekerja, masyarakat dan lingkungan instalasi nuklir di Indonesia meliputi :

- Penanganan terhadap sumber radiasi yang berada pada territorial negara harus termonitor secara rutin dan terukur masih dalam ambang aman. Pengamanan sumber radiasi juga terhadap tindak kejahatan yang terjadi pada sumber radiasi sehingga dapat mendatangkan kecelakaan dan bencana radiasi terhadap lingkungan.
- Keamanan pekerja di instalasi nuklir terhadap bahaya radiasi. Peraturan mengatur tentang
 - besaran radiasi yang aman dan metode monitoring radiasi yang harus dilakukan.
 - penyediaan peralatan proteksi radiasi disetiap tahap proses dalam instalasi juga dimuat dalam peraturan.
 - konstruksi untuk instalasi nuklir juga diatur, baik material maupun ketebalan konstruksi yang dapat mencegah tembusan radiasi. Termasuk juga persyaratan lokasi instalasi kaitannya dengan keamanan terhadap radiasi terhadap lingkungan.
 - Keamanan lingkungan instalasi nuklir terhadap tindak kejahatan juga diatur karena dapat mengakibatkan kecelakaan instalasi dengan bahaya radiasi.

4.1.2. Aspek penanganan limbah nuklir

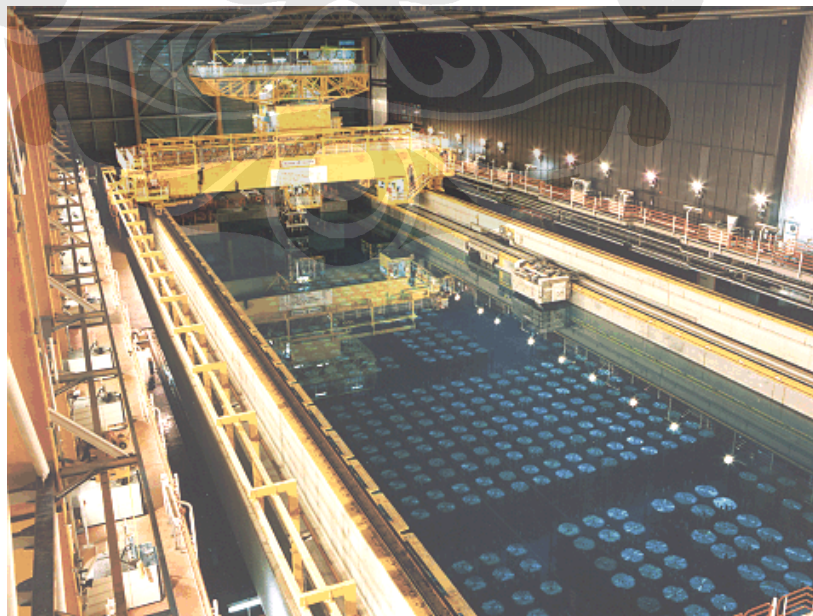
Limbah radioaktif merupakan limbah berbahaya terutama bila lokasi penumpukan atau penyimpanannya tidak diatur, sehingga mempunyai bahaya radiasi terhadap masyarakat atau lingkungan disekitarnya. Menurut kadarnya, Limbah nuklir terbagi menjadi tiga jenis yaitu :

- ***Low-level waste*** /Limbah kadar-rendah meliputi benda yang terkontaminasi bahan radiasi atau karena terkena radiasi netron. Misalnya sepatu dan baju proteksi yang telah terkontaminasi, keset (*wiping rags*), *mops*, *filters*, residu *reactor water treatment*, alat dan peralatan

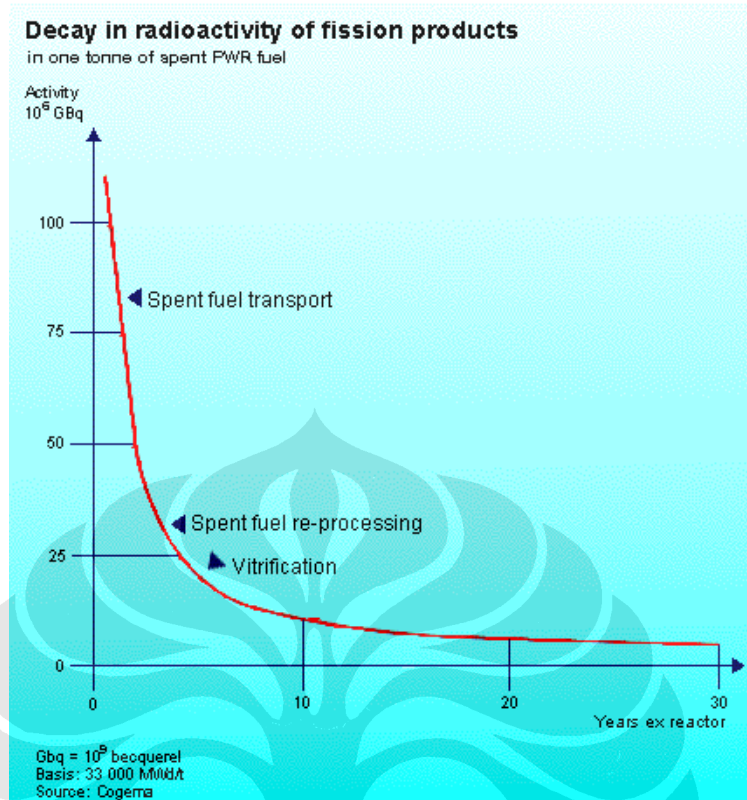
(equipments and tools), luminous dials, medical tubes, swabs, injection needles, syringes, and bangkai binatang laboratorium serta tissues. Tingkat radiasinya mulai dari kadar tanah asli (*background levels found in nature*) sampai radioaktif kadar tinggi seperti kadar bagian dalam mesin reactor dalam *nuclear power plant*. Limbah ini disimpan dilapangan dengan ijin (*on-site by licensees*), sampai hancur dan dibuang seperti sampah biasa atau sampai suatu jumlah besar dan memadai untuk diangkut dengan kapal ke lokasi pembuangan limbah kadar-rendah dalam container yang diijinkan oleh Departemen Transportasi.

- **High-level radioactive wastes** /limbah kadar-tinggi adalah material sisa produksi dari reactor yang terdapat didalam reaktor nuklir . Limbah kadar-tinggi berbentuk salah satu dari dua bentuk :
 - Bahan bakar bekas, yang sudah dapat diterima untuk dibuang.
 - Limbah sisa, setelah bahan baker bekas diproses ulang

Pembuangan limbah kadar-tinggi spent adalah disimpan tetap dalam reaktor atau dibuang dengan proteksi hingga lapuk dalam ribuan tahun. Pada Gambar 4.3 dan 4.4 ditunjukkan penyimpanan limbah kadar tinggi dan penurunan kadar radioaktif selama penyimpanan.



Gambar 4.3 : Contoh Penyimpanan Limbah Radioaktif Kadar Tinggi[4]



Gambar 4.4 : Penurunan Radioaktifitas Limbah Kadar Tinggi Terhadap Waktu Penyimpanan[4]

- *Uranium mill tailings* terutama adalah limbah kilang pasir konvensional dan mengandung radioaktif uranium dan logam berat. Limbah dari kilang ini dibawa ke sebuah *mill tailings impoundment* untuk dibuang [4]. IAEA dan NRC sudah mengatur tentang management dan transportasi limbah radioaktif nuklir seperti contohnya :
 - *Action Plan on the Safety of Radioactive Waste Management*-khususnya pengendalian buangan radioaktif ke lingkungan dan perlunya mekanisme untuk memfasilitasi manajemen sumber bahan radioaktif tak terpakai
 - *Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management*, pemberian proteksi penutup termasuk untuk limbah buangan pengobatan, industri dan spent.
 - Pengaturan tentang strategi jangka panjang pengelolaan *spent fuel* dan limbah radioaktif.

- o Disposal of Low Activity Radioactive Waste, mengatur tentang solusi lokasi pembuangan untuk *spent fuel* dan Limbah Kadar-Tinggi

Peraturan diatas sesuai untuk diadopsi dalam peraturan di Indonesia karena mencakup kebutuhan keselamatan dan keamanan terhadap penanganan limbah nuklir baik limbah kadar-rendah, limbah kadar-tinggi dan *mill tailing* sehingga masyarakat dan lingkungan di Indonesia terjamin keselamatannya terhadap bahaya radiasi atau bahaya lainnya dari limbah nuklir.

Keamanan masyarakat dan lingkungan dalam territorial Indonesia, lingkungan sekitar instalasi nuklir khususnya memerlukan jaminan terhadap bahaya yang ditimbulkan limbah buangan pekerja di instalasi nuklir atau lainnya. Peraturan diharap mengatur tentang

- Kriteria kadar radiasi dari limbah kadar-rendah, kadar-tinggi dan mill-tailing beserta batasan kriteria proteksi bungkus limbah agar aman di tumpuk di lokasi yang mempunyai ijin sebagai lokasi penumpukan serta jangka waktu penumpukan sampai hancur.
- Kriteria lokasi penumpukan limbah nuklir sehingga aman terhadap bahaya radiasi atau kontaminasi terhadap masyarakat dan lingkungan.

4.1.3. Aspek Keselamatan Instalasi Nuklir terhadap Bahaya Gempa

Indonesia yang terletak pada jalur gempa, memerlukan ketahanan struktur instalasi nuklir yang aman terhadap bahaya gempa. Dalam peraturan internasional aturan tentang keselamatan terhadap gempa tercakup dalam *Regulation On Ensuring The Safety of Nuclear Power Plants*. Peraturan ini mengatur bahwa :

- Instalasi harus mempunyai ketahanan terhadap gejala alam yang ganas seperti kebakaran, banjir dan gempa.
- Investigasi terhadap lokasi *Nuclear Power Plant* (NPP) menggunakan input pergerakan tanah gempa dasar dengan intensitas gempa tingkat 1 dengan frekuensi 10% kejadian per tahun, dan kondisi mematikan NPP untuk pengamanan pada intensitas gempa tingkat 2 dengan frekuensi 0,1%

kejadian per tahun dengan percepatan maksimum yaitu lebih besar dari 1 m/s²

- Termasuk antisipasi terhadap bahaya *liquefaction* pada saat terjadi gempa.
- Untuk lokasi di daerah laut, danau atau pantai harus mempunyai ketahanan terhadap gempa tektonik.

Di Perancis misalnya, reactor nuklir di desain untuk menahan gempa dengan kekuatan dua kali gempa 1000 tahunan yang digunakan untuk semua lokasi reactor. Diperkirakan bahwa 20% reactor nuklir didunia berada pada daerah dengan aktifitas gempa yang signifikan.

Di Jepang reactor nuklir didesain tahan gempa dan pada gempa kuat akan mati secara aman. Pada gempa tahun 1995 tidak berpengaruh terhadap reactor namun pada gempa tahun 2004, 2005 dan 2007 reactor tersebut mati secara otomatis akibat percepatan tanah yang melebihi *setting* keamanan yang direncanakan. Ini membuktikan bahwa penerapan peraturan keamanan reactor IAEA efektif terhadap aspek keamanan gempa yang diharapkan

Peraturan diatas sudah teruji dan pada kondisi alam yang relatif sama dengan Indonesia, sehingga dapat diadopsi kedalam peraturan di Indonesia karena mencakup kebutuhan keselamatan dan keamanan instalasi reactor di Indonesia terhadap adanya bahaya gempa yang meliputi :

- Tidak terjadinya kegagalan pada pipa-pipa instalasi, konstruksi reactor atau lainnya yang menampung bahan radioaktif dan dapat berhenti beroperasi secara otomatis bila terjadi gempa kuat sesuai peraturan gempa di Indonesia yaitu diatas dengan 5 skala Richter atau dengan percepatan lapisan tanah yang sesuai dengan peraturan gempa nasional.
- Adanya standar prosedur operasi pada saat terjadi bencana yang harus dilatih kepada seluruh pekerja di lingkungan reactor sehingga terhindar dari kesalahan manusia saat panik menghadapi gempa.

4.1.4. Kesiapan Aspek Teknis Penerapan PLTN di Indonesia

Kesiapan terhadap penggunaan teknologi nuklir untuk pembangkit tenaga listrik berarti penguasaan terhadap aspek-aspek yang bersifat teknis, seperti

kesiapan teknologi, konstruksi PLTN, pengoperasian PLTN, pengelolaan limbah PLTN dan regulasi standar keselamatan kerjanya.

Keseluruh aspek teknis tersebut telah dikuasai oleh pemerintah, dalam hal ini BATAN dan BAPETEN. Aspek-aspek tersebut merupakan standardisasi yang baku berlaku di dunia internasional. Artinya, aspek teknis termasuk dalam aspek penting yang harus dan secara global dapat dikuasai oleh suatu negara yang akan menggunakan PLTN.

Standar mengenai rincian definisi teknologi, konstruksi, operasional, pengelolaan limbah dan regulasi diadopsi Indonesia dengan berbagai cara, seperti pengiriman beberapa ahli teknologi nuklir dalam negeri untuk mempelajari dan melakukan studi banding ke luar negeri, turut aktif dalam asosiasi energi nuklir, baik dunia maupun regional, mengadopsi standar-standar teknis tersebut dari situs resmi asosiasi energi nuklir dunia.

Kesiapan teknis tersebut terlihat dari cukup panjangnya sejarah Indonesia dalam dunia teknologi energi nuklir. Sejak tahun 1964, Indonesia telah berhasil melakukan reaksi nuklir pertamanya dalam sejarah. Hal ini didukung dengan banyak ahli yang mempelajari teknologi nuklir dan pemerintah melalui BATAN dan BAPETEN yang dengan aktif mengelola energi nuklir, baik dari segi konstruksi bangunan instalasi, operasional, pengelolaan limbah radioaktif maupun regulasi keselamtannya.

4.2. KULTUR KESELAMATAN

4.2.1. Kultur Organisasi dan Kultur Nasional

Faktor manusia dan dan organisasi merupakan peran penting dalam keselamatan sistem teknologi skala besar. Untungnya hal ini telah disadari oleh industri nuklir di dunia. Tidak dipungkiri, kecelakaan reaktor nuklir *Chernobyll* telah menginspirasi konsep kultur keselamatan (*safety culture*). IAEA telah mengangkat isu ini dalam keselamatan energi nuklir.

Kultur keselamatan organisasi merupakan sebuah sistem yang terdiri dari komponen-komponen perilaku, praktek, kebijakan dan strukur yang tidak akan berhasil tanpa interaksi dan harmoni dengan lingkungan – masyarakat atau negara. Jadi kultur keselamatan harus dikaitkan dalam konteks kultur nasional.

Dari studi Fujita (1992) diperoleh bahwa perbedaan kultur berperan besar terhadap kinerja operator. Rochlin dan von Meier (1994) mendapatkan juga bahwa faktor kultur merupakan hal kritis terhadap keselamatan di pembangkit tenaga nuklir di negara-negara USA, Jerman, Perancis, Swiss dan Swedia. Ditemukan bahwa perbedaan kultur merupakan hal sentral dan fungsional untuk berjalannya keselamatan dan kepercayaan bahwa pembuat peraturan selalu bersikeras bahwa hasil kerja mereka bertujuan untuk mendorong kultur keselamatan, yang dalam kenyataan hasil wawancara dengan operator menunjukkan bahwa peraturan yang kaku bahkan mengganggu kultur keselamatan. Oleh sebab itu dalam merancang peraturan di setiap negara harus dipertimbangkan unsur kultur nasional, jangan semata-mata menterjemahkan dari peraturan negara lain

Menurut US NRC, kultur keselamatan nuklir adalah kondisi kondusif dimana setiap pekerja selalu fokus kepada pada perbaikan keselamatan, menyadari tentang apa yang dapat menjadi masalah, merasa sanggup untuk melakukan operasi yang aman, merasa dihargai dan memiliki terhadap instalasi. Selain itu kultur keselamatan adalah sebuah kedisiplinan, pendekatan operasi yang akurat melalui pekerja yang terlatih, mengikuti prosedur kerja dan kerja dan komunikasi tim yang efektif. Kultur organisasi dengan bertukar pengalaman antar anggotanya akan memberikan kemudahan adaptasi yang pada akhirnya menghasilkan kepercayaan organisasi yang tinggi. Itulah sebabnya kultur organisasi adalah kunci penentu pembentukan kultur keselamatan dari sistem teknologi.

Menurut Azimi (1991), kultur nasional adalah suatu kumpulan ide dan kepercayaan, yang mempunyai dua prinsip karakteristik yaitu diterima dan diyakini oleh sebagian besar masyarakat dari suatu populasi dan penerimaan keyakinan dan ide tersebut tidak perlu tergantung pada analisis keilmuan, diskusi atau penjelasan argumen. Dalam konsteks transfer teknologi dan utilisasi, kultur dapat dikatakan sebagai pola pikir kolektif dari orang atau masyarakat didalamnya (Hofstede,1980), sehingga berdampak tidak saja terhadap keselamatan, tetapi juga kesuksesan dan keberhasilan dari teknologi.

Kultur nasional dibedakan atas empat dimensi yaitu a) *power distance* (menerima kenyataan kekuatan organisasi atau institusi disebarkan secara tidak

sama); b) *uncertainty avoidance* (keadaan dimana masyarakat merasa terancam oleh situasi tidak tentu dan ambisius yang diatasi dengan stabilitas karir, menjalankan aturan formal, tidak ada toleransi pada perilaku dan ide yang diluar aturan dan kepercayaan pada kebenaran dan keahlian); c) *individualism* dan *collectivism* (menerima rasa aman dalam grup dan sebagai timbal baliknya merasa berhutang untuk loyal kepada grup); d) *masculinity* dan *femininity* (kurangnya empati karena pembedaan baik uang dan penghargaan). Keempat dimensi mempunyai implikasi signifikan pada keselamatan nuklir dan operasi kerja di ruang kontrol. Misalnya menurut Helmreich(1994), terbukti bahwa operator dengan dimensi *power distance* dan *uncertainty avoidance* yang tinggi lebih tepat dan menempatkan kepentingan yang tinggi pada otomatisasi.

Faktor yang berdampak pada keselamatan dan kinerja sebuah sistem teknologi adalah tingkat kesesuaian antara kultur organisasi dan kultur nasional penyelenggara. Hasil studi di beberapa negara mengindikasikan bahwa ada perbedaan antara dimensi kultur di Puerto Riko, Amerika Serikat dan Meksiko. Namun tidak ada perbedaan signifikan pada kultur organisasi di tiga instalasi pembangkitnya, yang mungkin disebabkan oleh kriteria seleksi, dimana kandidat telah disaring baik atas perilaku, keyakinan dan nilai yang sesuai dengan kultur organisasi saat ini. Sosialisasi merupakan sebuah faktor lain, contohnya bahwa perusahaan telah mempunyai program-program untuk pekerjanya dan interaktif yang intensif selama pelatihan yang menghasilkan transfer pengalaman, hubungan informal dan sebuah bahasa perusahaan. Kegiatan pelatihan juga memasukkan lagu, piknik dan olahraga yang membangkitkan rasa kebersamaan. Juga perusahaan menggunakan artifak seperti poster, kartu atau pena yang mengingatkan pekerja akan visi, nilai dan tujuan organisasi dari perusahaan yang membantu dalam promosi budayanya.

4.2.2. Kesiapan Aspek Kultur Nasional Indonesia

Dari data penelitian di beberapa negara, tentang kultur organisasi suatu instalasi nuklir dan kultur negara tempat instalasi tersebut berada, diperoleh bahwa terdapat perbedaan antara kultur nasional, namun perbedaan kultur organisasi di instalasi nuklir tidak signifikan. Ini dapat dicapai melalui “total

transfer” pengalaman teknis instalasi pembangkit dan mesin-mesinnya seperti juga organisasinya. Lebih lagi, untuk mencapai tujuannya, perusahaan instalasi pembangkit memilih pekerjaannya sesuai dengan kriteria seleksi yang tinggi.

Penerapan teknologi PLTN di Indonesia dengan persyaratan kultur keselamatan yang tinggi, masih menjadi permasalahan terhadap aspek kultur nasional. Hal ini karena masih terdapatnya perbedaan (*gap*) antara kondisi kultur nasional dengan kultur keselamatan yang dituntut dalam standar Internasional.

Aspek kultur nasional meliputi :

1. Persepsi terhadap resiko (*Risk Perception*)
Yaitu tingkat kekhawatiran terhadap adanya perubahan kondisi dari pola rutin yang mengindikasikan kejadian “luar biasa” dan harus dicari penyebab dan solusinya dengan mengacu pada nilai-nilai yang diyakininya seperti *Standard Operation Procedure (SOP)* atau panduan kerja, yang apabila tidak ditanggapi dengan tindakan (*action*) sesuai SOP dapat mendatangkan resiko.
2. Perilaku terhadap pekerjaan (*Attitude toward work*)
Yaitu tingkat keseriusan dalam menangani setiap pekerjaan yang diberikan, dari mulai pemahaman jenis pekerjaan, proses pengerjaan hingga hasil pekerjaan.
3. Dinamika kerja dalam kelompok (*Work group dynamics*)
Yaitu kemampuan untuk berkomunikasi dan bekerjasama pada suatu kelompok. Kemampuan ini berarti kolektivitas kerja sangat diperlukan mengingat banyak bidang (divisi) yang terdapat pada suatu organisasi yang mengharuskan adanya kerjasama antarbidang tersebut untuk mencapai suatu hasil yang diinginkan.
4. Perilaku terhadap teknologi (*Attitude toward technology*)
Yaitu kemampuan adaptasi alih teknologi. Maksudnya adalah penerimaan terhadap teknologi baru yang secara umum belum digunakan.
5. Perilaku terhadap organisasi, hirarki, prosedur dan kebiasaan kerja (*Attitude toward organization, hierarchy, procedure and working habits*)

Yaitu terkait dengan etos kerja suatu komunitas (bangsa). Kepahaman terhadap organisasi, tingkatan, prosedur dan kebiasaan kerja.

6. Perilaku terhadap waktu dan waktu dalam hari (*attitude toward time and time of the day*)

Yaitu perilaku terhadap nilai waktu dan waktu kerja. Waktu sangat berharga terutama dalam kecepatan mengkomunikasikan informasi adanya pola di luar rutin, karena keputusan yang cepat diambil atas suatu temuan deviasi terhadap pola rutin akan menyelamatkan kejadian bahaya.

7. Kewajiban keagamaan dan efeknya terhadap kerja (*Religious duties and their effect on work*)

Yaitu pengaruh nilai-nilai yang diyakini dalam agama atau kepercayaan terhadap manfaat dari pekerjaan yang dilakukan adalah untuk peningkatan kesejahteraan orang banyak dan mengurangi ketergantungan terhadap negara lain

8. Motivasi keberhasilan dan orientasi (*Achievement motivation and orientation*)

Yaitu dorongan untuk mencapai suatu hasil yang optimal dengan tetap mengacu pada standar kerja. Hal ini terkait juga dengan sikap optimistik dalam menyelesaikan berbagai pekerjaan.

9. Membentuk Populasi. (*Population stereotype*)

Yaitu memberi bentuk pada suatu populasi lengkap dengan perangkat pendukungnya, seperti hukum, norma sosial, dan sifat dasarnya.

10. Perilaku “bila tidak rusak, jangan perbaiki” (*The “if-it-ain’t broke, don’t-fix-it” attitude*)

Yaitu perilaku suka menunda pengerjaan perbaikan terhadap indikasi adanya kerusakan, kecuali bila sudah tidak berfungsi lagi yang berdampak terjadinya kerusakan pada skala yang lebih besar.

Di Indonesia, permasalahan aspek-aspek kultur nasional tersebut dapat dikuantifikasi kedalam skala yang menggambarkan tingkat resistensinya terhadap standar peraturan keselamatan internasional (Tabel 4.1), sehingga terlihat lebih

jelas aspek-aspek yang menjadi prioritas untuk kemudian dilakukan beberapa *action plan*, berupa program khusus untuk mengatasinya dan sosialisasi yang lebih mendalam terkait dengan standar peraturan yang akan digunakan dalam penerapan PLTN.

Tabel 4.1 : Tingkat Resistensi Aspek Kultur Nasional Indonesia terhadap Standar Peraturan Internasional

No	Aspek Kultur Nasional	Tingkat Resistensi				
		1	2	3	4	5
1	Persepsi terhadap Resiko					X
2	Perilaku terhadap Pekerjaan				X	
3	Dinamika kerja dalam kelompok			X		
4	Perilaku terhadap teknologi		X			
5	Perilaku terhadap organisasi, hirarki, prosedur dan kebiasaan kerja		X			
6	Perilaku terhadap waktu dan waktu dalam hari				X	
7	Kewajiban keagamaan dan efeknya terhadap kerja			X		
8	Motivasi keberhasilan dan orientasi		X			
9	Membentuk Populasi			X		
10	Perilaku “bila tidak rusak, jangan perbaiki”				X	
1 = Sangat Minoritas 2 = Minoritas 3 = Sedang 4 = Mayoritas 5 = Sangat Mayoritas						

Tabel tersebut merupakan hasil analisis berdasarkan observasi terhadap kultur populasi nasional Indonesia melalui berbagai media informasi, seperti media cetak dan elektronik. Persepsi nasional terhadap resiko dinilai masih sangat mayoritas pada populasi masyarakat Indonesia. Hal ini dikarenakan kurangnya pengetahuan mengenai manfaat dan penyuluhan mengenai teknologi nuklir pada PLTN dan simulasi (pelatihan) untuk kejadian darurat yang mungkin terjadi. Kedua hal ini dapat dilakukan baik pada lingkungan formal, seperti sekolah dan kampus, maupun lingkungan non formal, seperti perkantoran, perumahan dan

semua jenis afiliasi yang dimungkinkan akan bersinggungan dengan lingkup PLTN.

Berikutnya, dengan tingkat resistensi terhadap standar peraturan internasional "mayoritas" adalah perilaku terhadap pekerjaan, perilaku terhadap waktu dan waktu dalam hari serta perilaku "bila tidak rusak, jangan perbaiki". Ketiga aspek kultur nasional tersebut masih diperlihatkan secara tidak profesional oleh kebanyakan masyarakat Indonesia, tidak terkecuali operator yang meski telah melewati beberapa pelatihan khusus masih terbawa sifat kultur nasional tersebut. Ketiga aspek tersebut juga mewakili sisi disiplin dan pemeliharaan. Masih kurang sekali disiplin untuk menerapkan tepat waktu dan keengganan untuk memeriksa dengan saksama (*check and recheck*) segala perangkat peralatan secara berkala, sehingga dapat meminimalisasi biaya berlebih yang terpaksa dikeluarkan akibat kerusakan yang tidak teramati.

Aspek dinamika kerja kelompok, kewajiban keagamaan dan efeknya terhadap kerja serta aspek membentuk populasi relatif "sedang" dalam resistensinya dengan standar peraturan internasional, berarti hanya perlu sosialisasi untuk meyakinkan akan hal yang berdampak positif terhadap masyarakat dan perlunya komunikasi dalam tim kerja akan meningkatkan keselamatan kerja.

Sedangkan aspek perilaku terhadap teknologi, aspek perilaku terhadap organisasi, hirarki, prosedur dan kebiasaan kerja dan aspek motivasi keberhasilan dan orientasi mempunyai resistensi relatif "minoritas" terhadap standar peraturan internasional. Hal ini menggambarkan tidak ada permasalahan persepsi masyarakat beradaptasi terhadap teknologi baru yang bermanfaat dan aman disamping kesiapan bekerja secara sistematis sesuai hirarki kedudukannya dengan tekun dengan motivasi keberhasilan, sehingga cukup ditangani dengan program sosialisasi.

Dari analisis di atas maka *action plan* untuk mengatasi kesenjangan aspek-aspek diatas adalah :

- Kategori tinggi dan sangat tinggi : dengan membuat materi ajar untuk membentuk masyarakat dengan budaya yang berkemampuan baik dalam hal "Persepsi terhadap Resiko", "Perilaku terhadap Pekerjaan" dan Perilaku

terhadap waktu dan waktu dalam hari” untuk disosialisasi secara formal (dimasukkan dalam kurikulum sekolah) dan informal (menggunakan sarana informasi publik). Bentuk *action plan* ini harus menekankan pada praktek, mengingat kebutuhannya yang sangat mendesak. Praktek ini dapat diwujudkan dengan simulasi ketika kejadian sebenarnya terjadi.

- Kategori rendah dan sedang, dilakukan dengan sosialisasi informal dan pelatihan khusus dan berkala bagi tenaga-tenaga pengelola PLTN.

4.3. ORGANISASI PENYUSUNAN PERATURAN KESELAMATAN TENAGA NUKLIR DI INDONESIA

Di Indonesia dengan adanya Badan Tenaga Atom Nasional sebagai pengelola energi nuklir di Indonesia sejak 1964, mempunyai standar operasi di lingkungan Reaktor Nuklir Research yang terletak di Bandung, Jogjakarta maupun Serpong, dengan kapasitas yang relative lebih kecil dibanding kebutuhan suatu reaktor nuklir untuk pembangkit listrik yaitu :

1. Reaktor [Triga Mark II, Pusat Penelitian Tenaga Nuklir \(PPTN\), Bandung](#). (berkapasitas 250 kW, diresmikan tahun 1965, kemudian ditingkatkan kapasitasnya menjadi 2 MW pada tahun 2000).
2. [Reaktor penelitian nuklir Kartini, Yogyakarta, Jawa Tengah](#) (kapasitas 250 kW operasi sejak 1979).
3. Reaktor penelitian nuklir [MPR RSG-GA Siwabessy, Serpong \(Banten\)](#). (kapasitas 30 MW diresmikan tahun 1987).

Pada tabel 4.1 berikut juga diperlihatkan sedikit riwayat pemanfaatan radioisotop pada reaktor-reaktor nuklir di Indonesia.

Tabel 4.2: Pemanfaatan Radiosotop Reaktor Nuklir Indonesia [7]

No	Tahun	Uraian
1	1967	Penelitian Hidrologi, seperti kebocoran tanggul Waduk Darma Kuningan
2	1968	Bidang Industri
3	1969	Bidang Pertanian
4	1970	Kedokteran Nuklir
5	1971	Pengiriman zat radioaktif ke Malaysia
6	1972	Penelitian Gerakan sediment Pelabuhan Tanjung Priok

		Pengiriman zat radioaktif ke Singapura
7	1973	Riset dari IAEA tentang “Tritium”
8	1974-2008	Penelitian Mahasiswa; Export Molybdenum ke Vietnam, Jepang, Taiwan; Kedokteran Nuklir .

[Badan Pengawas Tenaga Nuklir](#) (BAPETEN) didirikan tahun 1998 dengan fungsinya adalah sebagai pengawas kegiatan nuklir di Indonesia, mempersiapkan peraturan-peraturan tentang keselamatan dan keamanan tenaga nuklir di Indonesia.

Melihat pengalaman menangani penelitian tenaga nuklir pada tiga reaktor penelitian dan didukung persiapan peraturan keselamatan dan keamanan tenaga nuklir Indonesia yang mengacu pada peraturan dunia yang disesuaikan dengan kultur nasional bangsa Indonesia, maka perencanaan pembangunan reaktor untuk Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) tipe PWR (*Pressurized Water Reactor*) atau reaktor air tekan mulai tahun 2010 di Gunung Muria, Jepara, akan dapat menjadi lebih lancar dan aman.

4.4. SOSIALISASI MASYARAKAT TENTANG PENGGUNAAN NUKLIR PADA PLTN

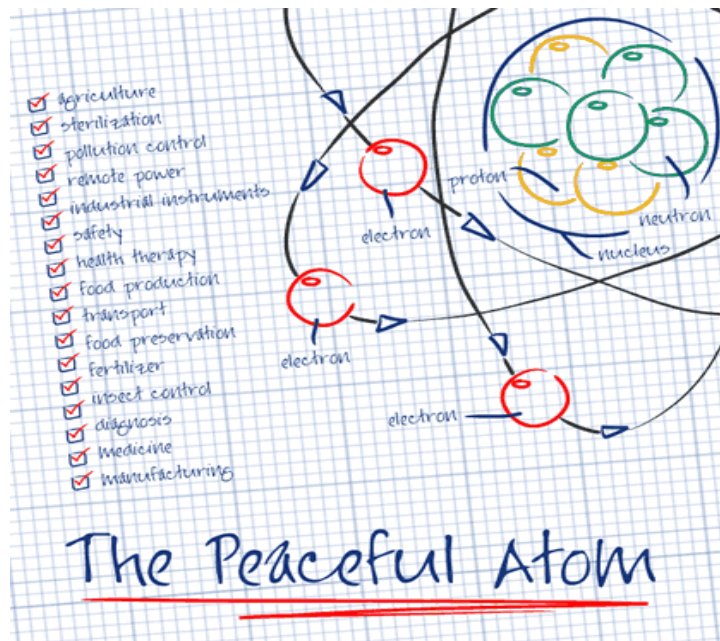
Penggunaan nuklir sebagai tenaga pembangkit hingga saat ini masih merupakan suatu yang menakutkan bagi masyarakat Indonesia, disamping operasi didalam pembangkit yang membutuhkan pribadi dengan kultur disiplin yang tinggi. Oleh sebab itu sosialisasi terhadap masyarakat melalui pendidikan formal maupun non-formal agar diperoleh pemahaman terhadap manfaat dan penanganan radiasi serta limbah radioaktif dari instalasi nuklir serta keunggulannya terhadap penggunaan energi fosil sehingga diperoleh generasi yang siap menerima pembangunan PLTN.

4.4.1. Peran Pendidikan Formal

Dengan memasukan materi sosialisasi kedalam kurikulum sekolah, yang meliputi pengenalan manfaat dan penanganan bahaya radioaktif yang ditimbulkan, serta adanya pendidikan untuk pembentukan pribadi yang disiplin dan teliti, akan dapat membentuk persepsi yang positif terhadap keberadaan instalasi nuklir disamping diperolehnya kesiapan masyarakat terhadap keberadaan instalasi nuklir di

Indonesia untuk jangka panjang. Pendidikan untuk pembentukan pribadi yang siap dalam era teknologi nuklir yaitu meliputi 10 butir aspek kultur nasional yang diberikan pada sub bab 4.2.2 di atas.

Selain itu juga dapat dibuat poster-poster di sekolah-sekolah yang berisi manfaat dari reaksi atom, seperti ditunjukkan Gambar 4.5.



Gambar 4.5 : Contoh Poster Sosialisasi di Sekolah-sekolah[8]

4.4.2. Peran Pendidikan Non Formal

Pendidikan non-formal berupa pelatihan-pelatihan berkala bagi penyelenggara instalasi nuklir untuk selalu waspada dan disiplin dalam menangani instalasi nuklir, juga dengan memasukkan pendidikan atas 10 aspek kultur nasional diatas. Selain itu kepada masyarakat umum, penggunaan media komunikasi publik seperti rubrik-rubrik dalam surat kabar, media eletronik seperti iklan dan film/cerita pendek di televisi dan radio, yang berisi pesan tentang manfaat instalasi nuklir beserta penanganan sifat radioaktif serta keunggulannya terhadap perusakan lingkungan yang ditimbulkan dibanding penggunaan energi fosil (gas, batubara dan minyak bumi). Selain itu juga dapat dibuat dalam bentuk seminar dan lomba pembuatan film pendek dengan tema efek penggunaan energi fosil terhadap lingkungan hidup.