

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Landasan Teori

##### 2.1.1 Keamanan Nasional

Keamanan adalah kemampuan suatu bangsa melindungi nilai-nilai nasionalnya terhadap ancaman dari luar maupun dari dalam. Keamanan tersebut akan menimbulkan kesejahteraan bagi negara itu sendiri. Adapun kesejahteraan merupakan kemampuan suatu bangsa dalam menumbuhkan dan mengembangkan nilai-nilai nasionalnya demi sebesar-besarnya kemakmuran yang adil dan merata rohani dan jasmani. Menurut seorang ahli keamanan yaitu Barry Buzan, keamanan dibagi menjadi lima sektor utama yaitu militer, lingkungan, ekonomi, sosial, dan politik yang saling berkaitan satu dan lainnya. Menurut Buzan (1991), penjelasan sektor keamanan sebagai berikut:

- a. *the military security* yang meliputi dua tingkat pengelolaan kapabilitas persenjataan negara baik secara ofensif maupun defensive. Kemudian berkaitan juga dengan persepsi negara terhadap intensitas satu dengan yang lainnya.
- b. *the environmental security* yang berkaitan dengan perhatian pada pemeliharaan lingkungan baik secara lokal maupun global yang mana merupakan dukungan penting terhadap sistem kehidupan manusia.
- c. *the economic security* yang mencakup pada akses terhadap sumberdaya, keuangan dan pasar yang untuk menopang tingkat kesejahteraan dan kekuatan negara.
- d. *the societal security* yang mencakup kelangsungan pola tradisi dari bahasa, budaya, agama, identitas nasional dan adat termasuk di dalamnya kondisi evolusi yang bisa diterima; dan

- e. *the political security* yang menaruh perhatian pada stabilitas organisasi negara, sistem ideologi dan ideologi yang memberi legitimasi kepada pemerintahan.

Perkembangan kondisi sosial, politik, dan pertahanan menjadikan adanya pengembangan paradigma keamanan nasional. Perkembangan ini tidak hanya berpusat pada keamanan militer dan teritorial saja namun juga ancaman yang bersifat non-militer. Maka diperlukan pengembangan yang luas menuju keamanan yang bertumpu pada keamanan insani (*human security*).

*Human Security* (keamanan insani) secara etimologis konsep keamanan atau *security* berasal dari Bahasa latin "*securus*" (se + cura) yang bermakna terbebas dari bahaya, terbebas dari ketakutan. Pendekatan tradisional dalam Perwita (2008) didominasi oleh Realisme menyatakan bahwa konsep keamanan merupakan sebuah kondisi yang terbebas dari ancaman militer atau kemampuan suatu bangsa untuk melindungi negaranya termasuk dari serangan militer negara lain.

Buzan (2008) dalam bukunya yang berjudul *People, States and Fear* mengatakan bahwa "*security, in any objective sense, measures the absence of threat to acquired values, in a subjective sense, the absence of fear that such values will be attacked*" (p.36). Menurut Barry Buzan, makna konsep keamanan tidak hanya meliputi aspek militer dan aktor negara saja melainkan meliputi aspek-aspek non-militer dan non-aktor

Dalam bukunya tersebut, Buzan membagi keamanan kedalam 5 (lima) bidang yaitu militer, lingkungan, politik, ekonomi, dan societal. Aspek militer hanya salah satu aspek penting dalam dimensi keamanan, akan tetapi juga lebih kepada *peace and security*. Dimensi keamanan terjadi perubahan yang dipahami sifatnya secara multidimensional dan penjagaan suatu negara dan individu didalamnya.

Paradigma keamanan tradisional mulai tergoyahkan setelah berakhirnya perang dunia kedua dimana semua negara telah merasakan dampak yang berarti dari perang tersebut. Fenomena ancaman keamanan

semakin berkembang tidak hanya ancaman tradisional namun berubah menjadi ancaman nontradisional. Ancaman nontradisional ini, berupa terorisme, konflik antarnegara, *cyber*, konflik antaretnik, perang saudara, dan bencana yang berakibat secara langsung ataupun tidak langsung terhadap ekonomi, politik, *social*. Bencana nontradisional ini dapat mengancam keamanan suatu negara akibat dampak negatif terhadap tatanan dunia secara global. Aktor yang terlibat dalam ancaman nontradisional bukan hanya negara tetapi aktor *non-state*. Contoh yang dapat disampaikan adalah organisasi kejahatan transnasional ataupun individu yang melakukan tindak kejahatan. Organisasi ini juga dapat mengganggu stabilitas suatu negara yang dapat berakibat secara global. Konsep keamanan baru yang diperdebatkan adalah:

a. keamanan ekonomi (*economic security*)

Keamanan bersama diperkenalkan oleh komisi *Palme* (*The Palme Commission*) pada tahun 1980-1981. Keamanan ini lebih menitikberatkan hubungan antar aktor yang bermusuhan dapat diubah dengan mengubah kebijakan keamanan yang saling terbuka, tidak agresif, sehingga menumbuhkan rasa percaya dan dapat mencegah konflik bersenjata antar negara tersebut.

b. keamanan komprehensif (*Comprehensive security*).

Keamanan ini meliputi semua aspek kehidupan manusia, negara wajib memberikan perlindungan keamanan ekonomi, sosial, politik dan lingkungan hidup diluar keamanan militer secara fisik bagi setiap warga negaranya. Dari keamanan ini, melahirkan konsep keamanan manusia (*human security*).

c. keamanan kooperatif (*Cooperative security*).

Konsep ini adalah bentuk kerjasama keamanan yang paling longgar karena memanfaatkan semua aspek keamanan. Bentuk kerjasama ini lebih transparansi, normatif, dan tidak punya kekuatan untuk implementasi.

Saat ini, konsep keamanan bertumbuh akibat semakin banyaknya isu yang berkembang dalam hubungan nasional dan internasional. Keamanan tidak terfokus lagi kepada kekuatan militer saja tetapi juga terkait dengan ekonomi internasional, organisasi internasional, hukum internasional (Burhanuddin, 2017, p.6). Kemudian, UNDP mengidentifikasi tujuh kategori ancaman yang perlu dicermati secara serius (UNDP, 2004), yaitu:

- a. keamanan ekonomi.
- b. keamanan pangan.
- c. keamanan kesehatan.
- d. keamanan lingkungan hidup.
- e. keamanan pribadi.
- f. keamanan komunitas.
- g. keamanan politik.

Tujuh komponen di atas dapat disimplifikasi bahwa keamanan hadir ketika masyarakat terbebaskan dari keinginan. Masyarakat bebas berkeinginan (*freedom from want*) dan bebas dari ketakutan (*freedom from fear*). Hal di atas identik dengan yang disampaikan oleh pengusung *Critical Security Studies*.

Gagasan mengenai keamanan manusia (*human security*) memang terlihat lebih jelas dalam Laporan UNDP mengenai *Human Development Report of the UNDP* pada tahun 1994, menyatakan:

*The concept of security must change-from an exclusive stress on national security to a much greater stress on people security, from security through armaments to security through human development, from territorial to food, employment and environmental security (p.15).*

Konsep keamanan saat ini lebih tertuju kepada keamanan rakyat bukan lagi keamanan persenjataan atau militer. Keamanan rakyat diperoleh melalui kesejahteraan manusia dengan ketahanan pangan, tercukupinya lapangan pekerjaan, dan terjaminnya keamanan lingkungan. Dalam Fitrah (2017), *human security* menempatkan konsep *human*

*security* tersebut sebagai sebuah cara pandang (perspektif) atau panduan pemerintah dalam menetapkan kebijakan keamanan nasionalnya.

Isu *human security* dianggap penting dalam kajian keamanan kontemporer karena masalah-masalah kemanusiaan lebih banyak muncul saat ini. PBB menekankan perubahan konsep dan fokus keamanan dari keamanan yang menitikberatkan kepada keamanan negara menjadi keamanan masyarakat. Keamanan ini merubah keamanan melalui kekuatan militer menuju keamanan melalui pembangunan masyarakat, dari keamanan wilayah kepada keamanan manusia terkait jaminan keamanan, pangan, pekerjaan dan lingkungan (IDSPS, 2008).

Untuk alasan itulah, Hammerstad (2000) memaparkan bahwa, "*Security is about attaining the social, political, environmental and economic conditions conducive to a life in freedom and dignity for the individual*" (p.395). Selanjutnya, Chen (1995) berpendapat bahwa "*human security adalah pelabuhan terakhir tempat segala perhatian mengenai keamanan bermuara*" (p.139). Pendapat Chen mengisyaratkan bentuk-bentuk keamanan seperti keamanan militer bukanlah tujuan utama melainkan hanya sarana untuk mencapai tujuan yang hakiki yakni keamanan manusia.

Perubahan konsep keamanan tradisional ke nontradisional pasca perang dunia kedua mengubah paradigma bahwa ancaman bukan hanya militer namun juga nonmiliter (*Human security*). Perubahan ini mencakup segala aspek antara lain ekonomi, politik, sosial budaya, pertahanan keamanan. Dengan melindungi keselamatan jiwa raga korban bencana, harta benda korban bencana, masyarakat di sekitar bencana, dan lingkungan hidup di sekitar bencana dapat menciptakan kesejahteraan penduduk sehingga ketertiban dan/atau keamanan suatu negara dapat tercipta.

### 2.1.2 Bencana Kegagalan Teknologi

UU Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana Pasal 1 mendefinisikan:

*Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis.*

Definisi bencana (ADRC, 2003) sebagaimana dikutip dalam Wijayanto, 2012), memberikan definisi:

*“Bencana adalah suatu gangguan serius terhadap masyarakat yang menimbulkan kerugian secara meluas dan dirasakan baik oleh masyarakat, berbagai material dan lingkungan (alam) dimana dampak yang ditimbulkan melebihi kemampuan manusia guna mengatasinya dengan sumber daya yang ada” (p.10).*

Bencana juga dapat disebabkan dari kegagalan teknologi menurut Parker (1992 sebagaimana dikutip dalam Wijayanto (2012), yaitu:

*“Bencana sebagai sebuah kejadian yang tidak biasa terjadi disebabkan oleh alam maupun ulah manusia, termasuk pula di dalamnya merupakan imbas dari kesalahan teknologi yang memicu respon dari masyarakat, komunitas, individu maupun lingkungan untuk memberikan antusiasme yang bersifat luas” (p.10).*

Menurut UNDP, bencana adalah suatu kejadian yang ekstrem dalam lingkungan alam atau manusia yang secara merugikan mempengaruhi kehidupan manusia, harta benda atau aktivitas sampai pada tingkat yang menimbulkan bencana. Menurut UNISDR, *natural hazards* dan *man made hazards* dapat dikelompokkan menjadi bahaya geologi (*geological hazards*), bahaya hidrometeorologi (*hydrometeorological hazards*), bahaya biologi (*biological hazards*), bahaya teknologi (*technological hazards*), dan penurunan kualitas lingkungan (*environmental degradation*). Singkatnya, pengertian bencana adalah suatu kejadian atau peristiwa yang menyebabkan kerusakan

berupa sarana prasana maupun struktur sosial yang sifatnya mengganggu kelangsungan hidup masyarakat.

UU Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana membagi 3 (tiga) faktor penyebab terjadinya bencana, yaitu: faktor alam, dan faktor nonalam termasuk faktor manusia (*man made disaster*). Dari ketiga faktor tersebut, dibedakan menjadi 3 jenis bencana, yaitu:

- a. bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam, antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor;
- b. bencana nonalam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa nonalam, antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, dan wabah penyakit; dan
- c. bencana sosial adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa yang disebabkan oleh manusia, yang meliputi konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas masyarakat.

*Natural disaster* menurut Hogan & Burstein (2007) terjadi terus meningkat. Hal ini dilatarbelakangi adanya faktor variasi dari siklus alam seperti solar maxima, gempa bumi dan aktivitas vulkanik, pemanasan global yang maksimal dapat meningkatkan aktivitas badai yang mematikan. Keim (2015, p.33) mengklasifikasikan *Natural hazard* menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu:

- a. bencana akibat kejadian biologis (*biological disaster*). Bencana ini disebabkan oleh patogen bakteri atau virus yang dapat berbentuk pandemic, wabah, atau epidemic penyakit menular;
- b. bencana akibat kejadian hidro-meteorologik (*hydro meteorological disaster*), antara lain mengakibatkan banjir dan badai, kekeringan, kebakaran dan gelombang panas;

- c. bencana akibat kejadian geofisika (*geo-physical disaster*). Bencana ini disebabkan oleh energi yang dihasilkan dari berbagai kejadian geofisika. Bencana ini terbagi menjadi tiga, antara lain bencana karena energi *seismic* seperti gempa bumi dan tsunami, bencana karena energi vulkanik seperti erupsi gunung berapi dan aliran lava gunung, dan bencana karena energi gravitasi seperti longsor (longsor lumpur, longsor lahar vulkanik, dan longsor salju).

Bencana nonalam menurut penyebabnya dapat diakibatkan dari faktor industri dan akibat faktor manusia. Hogan & Burstein (2007) menjelaskan bahwa industri atau *industrial-induced disaster* terjadi karena proses atau kegiatan industri, antara lain uji coba teknologi, dan kegagalan dalam penerapan iptek. Gunn (2008) menjelaskan beberapa bencana akibat industri yang terjadi dalam bencana teknologi antara lain bencana Fukushima Daiichi Jepang, uji coba nuklir di Bikini Atoll kepulauan Marshall tahun 1946. Three Mile Island Pennsylvania tahun 1976, serta Chernobyl Ukraina tahun 1986. Sedangkan Beach (2010) menjelaskan bahwa bencana akibat manusia (*manmade disaster atau natural-induced disaster*) merupakan hasil dari kesalahan yang dibuat manusia sebagai akibat aktivitas manusia. Kesalahan ini, mengakibatkan kerusakan dan kerugian fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan. *Manmade disaster* antara lain: (1) *technological hazard* sebagai akibat kecelakaan industrial, prosedur yang berbahaya, dan kegagalan infrastruktur, seperti polusi air dan udara, paparan radioaktif, ledakan, dan sebagainya; (2) *environmental degradation* terjadi karena tindakan dan aktivitas manusia sehingga merusak sumber daya lingkungan dan keragaman hayati dan berakibat lebih jauh terganggunya ekosistem; dan (3) *conflict* adalah *hazard* karena perilaku kelompok manusia pada kelompok yang lain sehingga menimbulkan kekerasan dan kerusakan pada komunitas yang lebih luas.

*Technological hazard* dapat terjadi diakibatkan oleh kesalahan desain, pengoperasian, kelalaian dan kesengajaan manusia dalam penggunaan teknologi dan/atau industri. Dampak yang ditimbulkan dapat berupa kebakaran, pencemaran bahan kimia, lepasan zat radioaktif, kecelakaan industri, kecelakaan transportasi yang menyebabkan kerugian jiwa dan harta benda sebagaimana dijelaskan dalam UU Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Umumnya, *technological hazard* disebabkan oleh perilaku manusia, baik sengaja dibuat oleh manusia (perang misalnya), *human error* atau karena *miscalculation*. Bell et al. (1996) menyebutkan karakteristik bencana teknologi meliputi:

- a. *human made*;
- b. durasi bencana sangat variatif;
- c. umumnya bersifat kronik, namun juga bisa akut dan tiba-tiba;
- d. biasanya lebih mudah dikendalikan dibandingkan bencana alam;
- e. umumnya lebih mudah diprediksi;
- f. proses kerusakannya banyak yang tidak dapat diamati secara harafiah;
- g. efek *post disaster* tidak seberat bencana alam (Barton, 1969; Cuthberson & Nigg, 1987).

Bencana akibat kegagalan teknologi nuklir berpotensi terjadi di sekitar KNS dengan lepasan radioaktif ke lingkungan yang dapat mengancam masyarakat sekitar. Oleh karena itu, diperlukan upaya keselamatan radiasi dengan melindungi pekerja, anggota masyarakat dan lingkungan hidup dari bahaya radiasi. Upaya ini dapat dilakukan dengan cara melaksanakan kegiatan proteksi radiasi untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak. Prinsip ini lebih jelas tertuang dalam PP Nomor 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pening dan Keamanan Sumber Radioaktif.

Radiasi adalah pancaran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik/cahaya

(foton) dari sumber radiasi. Ada beberapa sumber radiasi yang kita kenal di sekitar kehidupan kita. Beberapa contoh sumber radiasi yang ada dalam kehidupan kita adalah yang berasal dari televisi, lampu penerangan, alat pemanas makanan (*microwave oven*), komputer, dan lain-lain. Radiasi dalam bentuk gelombang elektromagnetik atau disebut juga dengan foton adalah jenis radiasi yang tidak mempunyai massa dan muatan listrik. Misalnya adalah gamma dan sinar-X, dan juga termasuk radiasi tampak seperti sinar lampu, sinar matahari, gelombang *microwave*, radar dan handphone.

Ditinjau dari dosis radiasi (untuk kepentingan proteksi radiasi), efek radiasi dibedakan atas efek deterministik dan efek stokastik. Efek deterministik adalah efek yang disebabkan karena kematian sel akibat paparan radiasi baik pada sebagian atau seluruh tubuh. Efek ini menimbulkan tingkat keparahan yang tergantung pada dosis radiasi yang diterima dan memerlukan suatu nilai ambang. Efek ditimbulkan dapat berupa kemandulan, Erythema, penurunan jumlah sel darah, epilepsi dan menopause dini, sedangkan efek stokastik berhubungan dengan genetik seperti asam DNA yang dapat menyebabkan *hereditary disease* (penyakit keturunan). Gustapa et al. (2013) menjelaskan bahwa katarak dan kanker adalah efek stokastik yang terjadi akibat paparan radiasi. Dosis tersebut, menyebabkan terjadinya perubahan pada sel. Efek tersebut terjadi akibat dosis radiasi yang diterima oleh seseorang tanpa suatu nilai ambang (BRIN, 2008).

Efek deterministik dan stokastik dapat dicegah dengan memperhatikan keselamatan radiasi dari setiap pekerja, masyarakat, dan lingkungan sesuai dengan PerBAPETEN Nomor 1 Tahun 2010 tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir. Berdasarkan peraturan tersebut, keselamatan radiasi menjadi tindakan perlindungan segera harus dilakukan untuk membatasi terjadinya efek deterministik parah. Tindakan lain adalah meminimalkan penerimaan dosis kepada petugas penanggulangan, pekerja, anggota masyarakat dan lingkungan

hidup dari bahaya radiasi. Cara yang tepat untuk penanggulangan adalah mendayagunakan secara efektif fasilitas umum di dalam zona tindakan pencegahan dan zona perencanaan.

Ancaman bencana menurut UU Nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana Pasal 1 adalah “*suatu kejadian atau peristiwa yang bisa menimbulkan bencana*”. Terdapat tiga istilah yang saling terkait dengan definisi bencana, yakni: bahaya, kerentanan, risiko, dan bencana itu sendiri. UNISDR (2009) mendefinisikan bahaya sebagai suatu kejadian, fenomena dan/atau aktivitas manusia yang berpotensi menghancurkan secara fisik, yang dapat menyebabkan kehilangan nyawa, luka, kerusakan kepemilikan, gangguan sosial dan ekonomi atau penurunan kualitas lingkungan. Bahaya dapat berupa suatu kondisi laten yang mungkin dapat memberikan ancaman di masa depan.

Ancaman atau bahaya dapat dikurangi apabila kerentanan dapat dikurangi dan kapasitas dapat ditingkatkan. Milen (2006) menjelaskan kapasitas sebagai kemampuan, keterampilan, pemahaman, sikap, nilai-nilai, hubungan, perilaku, motivasi, sumber daya, dan kondisi-kondisi yang memungkinkan setiap individu, organisasi, jaringan kerja/sector, dan sistem yang lebih luas. Kemampuan ini melaksanakan fungsi-fungsi dan mencapai tujuan pembangunan yang telah ditetapkan dari waktu ke waktu. Kapasitas yang dikembangkan dapat mengurangi ancaman atau bahaya yang ditimbulkan. UNDP dalam Milen (2006), memberikan definisi pengembangan kapasitas adalah proses dimana individu, kelompok, organisasi, institusi, dan masyarakat meningkatkan kemampuan. Kemampuan ini berguna untuk: (1) menghasilkan kinerja pelaksanaan tugas pokok dan fungsi (*core functions*), memecahkan permasalahan, merumuskan dan mewujudkan pencapaian tujuan yang telah ditetapkan, dan (2) memahami dan memenuhi kebutuhan pembangunan dalam konteks yang lebih luas dalam cara yang berkelanjutan.

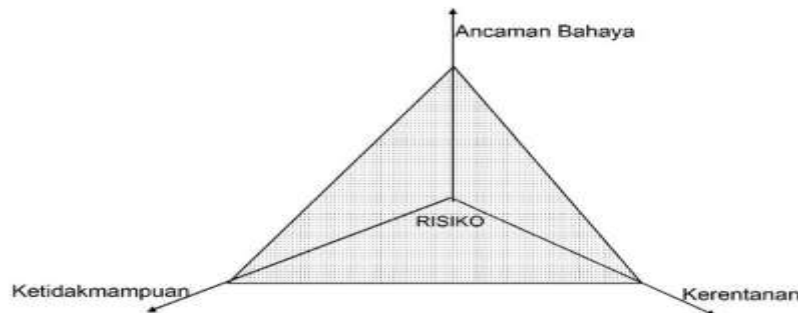
Kemampuan yang dapat ditingkatkan sebagai upaya dalam peningkatan kapasitas menurut Maarif (2012, p.16), antara lain kemampuan untuk:

- a. mengantisipasi ancaman atau bahaya yang akan terjadi, yaitu kegiatan kajian risiko bencana;
- b. melawan atau menghindari ancaman bencana, yaitu upaya evakuasi dengan membangun tempat evakuasi yang aman;
- c. mengadaptasi bencana dan dampak yang ditimbulkan, yaitu melakukan upaya mitigasi dengan membangun gedung tahan gempa, menyediakan asuransi bencana;
- d. pulih kembali secara cepat setelah terjadinya bencana, yaitu upaya rehabilitasi dan rekonstruksi.

Selain itu, kapasitas bencana juga dapat dikembangkan dalam pelaksanaan forum kebencanaan dan pelatihan serta simulasi bencana yang mendukung adanya infrastruktur siaga bencana. Kapasitas ditentukan oleh tingkat kemampuan sistem sosial dalam mengorganisasi dirinya melalui pembelajaran dari bencana di masa lalu untuk meningkatkan kemampuan dalam pengurangan risiko akibat bencana.

Berbeda dengan kapasitas, kerentanan adalah faktor yang harus ditekan atau diturunkan agar ancaman bencana tidak berdampak besar. Kerentanan perlu ditekan karena dapat menyebabkan kerugian bagi manusia baik materi, ekonomi atau lingkungan yang melebihi kemampuan dari komunitas dan masyarakat terdampak, untuk mengatasinya dengan sumber dayanya sendiri. Menurut UNISDR (2009), kerentanan adalah kelemahan yang dapat menimbulkan kerugian atau suatu rangkaian kondisi dan proses yang diakibatkan dari faktor fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan. Kerentanan ini dapat meningkatkan kelemahan suatu komunitas, individu, ekonomi atau struktur yang dipengaruhi oleh bahaya. Kerentanan menunjukkan kerawanan yang dihadapi masyarakat dalam menghadapi ancaman. Kemampuan adalah upaya atau kegiatan yang dapat mengurangi korban jiwa atau kerusakan. Ketidakmampuan

merupakan kelangkaan upaya atau kegiatan yang dapat mengurangi korban jiwa atau kerusakan. Semakin tinggi bahaya, kerentanan, dan ketidakmampuan maka semakin besar risiko bencana yang dihadapi, Rosalina (2015). Keterkaitan antara kerentanan, bahaya, dan ketidakmampuan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1. Hubungan Konseptual antara Kerentanan, Bahaya, dan Ketidakmampuan**

Sumber: UNDP/UNDRO (1992) dalam Rosalina (2015)

Dari kerentanan dapat diketahui besarnya risiko bencana dengan melakukan pengkajian risiko bencana agar mudah dimengerti menggunakan pendekatan yang diberikan dalam rumus 2.1, sebagai berikut:

$$R = H \times V/C \quad (2.1)$$

Keterangan:

R (risk)	= risiko
H (hazard)	= bahaya
V (vulnerability)	= kerentanan
C (capacity)	= kapasitas

Pendekatan ini tidak sama dengan rumus matematika, pendekatan ini digunakan untuk memperlihatkan hubungan antara ancaman, kerentanan, dan kapasitas yang membangun perspektif tingkat risiko bencana suatu kawasan. Berdasarkan pendekatan tersebut, terlihat bahwa tingkat risiko bencana sangat bergantung pada:

- a. Tingkat ancaman kawasan;
- b. Tingkat kerentanan kawasan yang terancam; dan
- c. Tingkat kawasan yang terancam.

Pengkajian risiko bencana digunakan sebagai landasan penyelenggaraan penanggulangan bencana di suatu kawasan. Analisis risiko bencana ditentukan sebagai hasil yang tidak diinginkan dari kejadian bencana, melalui hubungan probabilitas (kemungkinan) dari peristiwa yang terjadi. Gambar 2.2 menunjukkan bahwa bencana merupakan fungsi dari risiko. Russo & Vitteta (2004) menurunkan fungsi risiko dalam bentuk notasi dalam rumus 2.2.

$$R = P \times M \quad (2.2)$$

P adalah *probability* (kemungkinan) peristiwa terjadi; dan M adalah *magnitude* ditentukan sebagai ukuran dari konsekuensi dalam sistem.



**Gambar 2.2 Proses Terjadinya Bencana**

Sumber: Triutomo (2019)

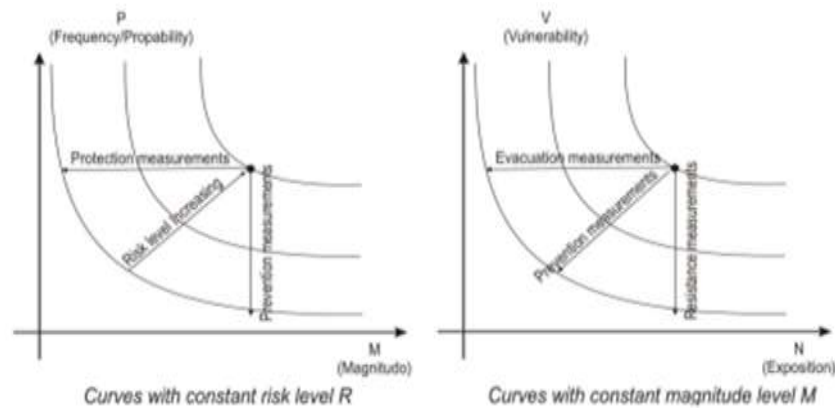
Dalam definisi UNISDR risiko merupakan kombinasi dari bahaya dan kerentanan. Probabilitas dari konsekuensi membahayakan atau kerugian yang diperkirakan (mati, luka, harta benda, ekonomi, dan lingkungan) diakibatkan dari interaksi antara bahaya yang disebabkan oleh alam atau nonalam dan kondisi rentan dari manusia. Pada persamaan rumus risiko sebelumnya dapat diformulasikan dengan notasi diberikan pada rumus 2.3.

$$R = P \times V \times N \quad (2.3)$$

M didefinisikan sebagai  $M = V \times N$ ;

V adalah kerentanan dari sistem dalam hal ketahanan dari infrastruktur ketika peristiwa terjadi; dan

N adalah paparan dari sistem dalam hal kesetaraan nilai dari penduduk, harta benda, dan infrastruktur yang terpengaruh selama dan setelah peristiwa bencana.



**Gambar 2.3 Beberapa Langkah Pengurangan Risiko Bencana**

Sumber: Russo & Vitteta (2004)

Berdasarkan persamaan Gambar 2.3 dengan mengaitkan definisi manajemen bencana akan dihasilkan beberapa langkah tindakan pengurangan risiko bencana:

- a. preventif (pencegahan), yang terdiri dari pengurangan tingkat kemungkinan terjadi (P);
- b. proteksi (perlindungan), yang terdiri dari pengurangan tingkat besarnya kejadian (M).

Pengurangan P hanya mungkin untuk beberapa kejadian yang terjadi dalam hubungan aktivitas manusia (menghindari kebocoran gas, keselamatan pengangkutan B3, dan mencegah kehilangan daya listrik). Sedangkan M (magnitude) dapat dikurangi melalui dua tindakan, yaitu:

- a. ketahanan, yang terdiri dari pengurangan tingkat kerentanan (V);
- b. evakuasi, yang terdiri dari pengurangan tingkat paparan (N).

Berdasarkan formula diatas, ketahanan (kapasitas) dilakukan untuk meningkatkan kemampuan dari infrastruktur untuk menghadapi

ancaman bencana. Melalui metode ini, konsep manajemen bencana lebih pada unsur fisik kerentanan, sedangkan evakuasi dilakukan untuk mengurangi paparan terhadap jumlah kerentanan seperti jiwa atau harta benda dengan menjauhkan dari potensi bahaya khususnya bahaya lepasan radioaktif dari bencana akibat kegagalan teknologi nuklir.

### **2.1.3 Mitigasi Bencana Akibat Kegagalan Teknologi**

Mitigasi bencana dalam UU Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana adalah “*serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana*”. Upaya mitigasi bencana pada pengelolaan risiko (*Risk Treatment*) menjadi bagian dari Manajemen Bencana, tepatnya pada manajemen risiko bencana dalam tahap Pra bencana.

Pada tahap prabencana, kegiatan mitigasi bencana diawali dengan pengkajian risiko berupa identifikasi risiko dari faktor bahaya dan faktor kerentanan atau kapasitas, penilaian risiko, serta evaluasi risiko. Hasil pengkajian risiko pada wilayah tersebut menjadi landasan dalam strategi mitigasi bencana yang tepat dan akurat agar risiko bencana yang ada dapat dikurangi.

Dalam Rennas Penanggulangan Bencana 2020-2024, fokus prioritas penerapan riset inovasi dan teknologi kebencanaan melalui integrasi kolaboratif multi pihak, aksi pada pemberdayaan riset dan teknologi terapan dalam pengurangan risiko bencana. Untuk mendapatkan data atau informasi yang adekuat perlu adanya riset pengembangan *Risk Culture*. Riset ini dilakukan melalui peningkatan pengetahuan kebencanaan yang terintegrasi, adanya teknologi terapan untuk pencegahan, mitigasi bencana, dan adanya teknologi terapan untuk perkuatan kapasitas sistem peringatan dini bencana. Sedangkan konsep inovasi skema alternatif pembiayaan penanggulangan bencana dilakukan dengan pendekatan integrasi kolaboratif multi pihak. Pendekatan ini

memiliki indikator, antara lain kolaborasi multipihak dalam alternatif pembiayaan penanggulangan bencana, dan kerangka kerja dan kebijakan asuransi bencana (*risk transfer*) dan pembiayaan risiko (*risk financing*).

Mitigasi dilakukan dalam rangka mengurangi kerugian akibat kemungkinan terjadinya bencana, baik itu korban jiwa dan/atau kerugian harta benda. Kerugian tersebut pasti berpengaruh pada kehidupan dan kegiatan manusia. Kegiatan mitigasi bencana hendaknya merupakan kegiatan yang rutin dan berkelanjutan (*sustainable*). Kegiatan mitigasi untuk mencegah kegagalan teknologi nuklir seharusnya sudah dilakukan dalam periode jauh sebelum adanya bencana. Bencana tersebut, seringkali terjadi pada waktu-waktu yang diperkirakan. Selain itu bencana seringkali memiliki intensitas yang lebih besar dari yang diperkirakan semula.

Smith (1992, p.81), menyampaikan kegiatan mitigasi difokuskan untuk mengurangi kemungkinan dampak negatif potensi ancaman, menghilangkan atau mengurangi akibat dari ancaman. Mitigasi ini dapat dilakukan melalui pengendalian dan pengubahsuaian fisik dan lingkungan. Berdasarkan Pasal 47 UU Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, mitigasi dilakukan melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Kegiatan mitigasi dapat dilakukan melalui: (1) pelaksanaan penataan ruang; (2) pengaturan pembangunan, pembangunan infrastruktur, tata bangunan; dan (3) penyelenggaraan pendidikan, penyuluhan, dan pelatihan baik secara konvensional maupun modern.

UNDRR dan ISDR (2007), mitigasi adalah langkah-langkah struktural dan nonstruktural yang diambil untuk membatasi dampak merugikan yang ditimbulkan dari bahaya alam, kerusakan lingkungan dan bahaya teknologi. Mitigasi dapat dilakukan secara struktural yaitu pembangunan infrastruktur sabo, tanggul, alat pendeteksi atau peringatan dini. Selain itu, mitigasi dapat dilakukan secara nonstruktural seperti pelatihan dan peningkatan kapasitas di masyarakat.

Dari kajian risiko diperoleh informasi langkah-langkah mitigasi berupa mitigasi struktural dan mitigasi nonstruktural. Menurut Godschalk et al. (1999), mitigasi struktural antara lain dengan dibangunnya bendungan, penguatan terhadap banjir, konstruksi tahan gempa dan tempat penampungan evakuasi, pembuatan bangunan pemecah ombak dan pembangunan dam, Sedangkan mitigasi nonstruktural, dapat berupa peraturan bangunan, UU perencanaan penggunaan lahan dan penegakannya, penelitian dan penilaian, sumber daya informasi dan program kesadaran publik.

Dalam PerBNPB Nomor 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana, kegiatan mitigasi digolongkan menjadi mitigasi yang bersifat nonstruktural berupa peraturan, penyuluhan, pendidikan, dan yang bersifat struktural berupa bangunan dan prasarana. Mitigasi nonstruktural dilakukan untuk meningkatkan kemampuan serta penyadaran masyarakat melalui pendidikan dalam hal mengurangi risiko bencana.

Berdasarkan hasil diskusi di atas, upaya mitigasi nonstruktural dan struktural untuk bencana akibat kegagalan teknologi nuklir telah ditetapkan dalam Pasal 67 PP Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir, bahwa setiap program kesiapsiagaan nuklir memuat infrastruktur dan fungsi penanggulangan. Infrastruktur tersebut, berupa terbentuknya organisasi salah satunya organisasi tanggap darurat bencana nuklir, dan koordinasi penyelenggaraan penanggulangan bencana. Selain itu, infrastruktur juga berupa fasilitas dan peralatan termasuk peralatan peringatan dini dan alarm, prosedur penanggulangan, dan pelatihan atau gladi kedaruratan nuklir. infrastruktur tersebut juga memiliki fungsi penanggulangan antara lain identifikasi, pelaporan, dan pengaktifan, tindakan mitigasi, tindakan perlindungan segera, tindakan perlindungan untuk petugas penanggulangan kedaruratan nuklir, pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup. Di pihak lain pemberian informasi dan instruksi pada masyarakat,

atau biasa disebut sosialisasi, merupakan upaya mitigasi nonstruktural ini dilakukan sebelum terjadinya bencana atau ketika tahap tanggap darurat nuklir.

Tindakan mitigasi untuk keperluan kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir dalam PerBAPETEN Nomor 1 Tahun 2010 adalah tindakan untuk membatasi dan mengurangi paparan radiasi jika terjadi peristiwa yang dapat menyebabkan atau meningkatkan paparan radiasi. Tindakan mitigasi bencana akibat kegagalan teknologi nuklir dilakukan untuk mencegah eskalasi bahaya radiologi. Selain itu tindakan di atas dapat mengembalikan fasilitas atau instalasi ke keadaan selamat dan stabil, dan mengurangi potensi lepasan zat radioaktif atau paparan radiasi.

Mitigasi di atas termasuk juga untuk mengurangi dampak lepasan zat radioaktif atau paparan radiasi. Aspek-aspek yang harus dipertimbangkan dalam tindakan mitigasi bencana akibat kegagalan teknologi nuklir. Tindakan operasi fasilitas atau instalasi diperlukan agar dampak kegagalan dapat dikurangi. Kebutuhan informasi tentang operasi fasilitas atau instalasi perlu disediakan secara adekuat. Beban kerja dan kondisi staf pengoperasi fasilitas atau instalasi perlu diperhatikan agar tidak menimbulkan masalah saat dibutuhkan. Selain itu, tindakan petugas penanggulangan yang optimal diperlukan dalam fasilitas atau instalasi. Lagi kondisi dalam fasilitas atau instalasi memerlukan tindakan petugas penanggulangan. terakhir tanggapan personil, instrumentasi dan sistem yang ada di fasilitas atau instalasi dalam kondisi kedaruratan perlu dipeliharaan dan diujicoba secara regular.

Upaya mitigasi bencana akibat kegagalan teknologi nuklir dalam IAEA Tecdoc Series 1791, disebutkan bahwa "*Mitigation is interpreted as controlling or stopping the evolution of an event sequence so that the consequences on the plant and the environment are kept under control and below acceptable limits*" (p.16). Mitigasi dilakukan sebagai pengendali atau penghentian evolusi suatu rangkaian peristiwa agar konsekuensi

yang terjadi pada instalasi nuklir dan lingkungan di kawasan nuklir tetap terkendali, dan berada di bawah nilai ambang batas yang dapat diterima.

Dalam pelaksanaan penelitian ini, peneliti menyadari bahwa instalasi nuklir tanpa risiko tidak mungkin. Namun, risiko tersebut dapat dikurangi secara efektif dan efisien jika semua memiliki pandangan dan pemahaman yang lebih holistik, dan memahami sifat risiko. Salah satunya dengan memperkuat pertahanan berlapis (*defense in depth*) dengan menggunakan wawasan dari penilaian risiko dan manajemen risiko (IAEA, 1996). Pendangan lain dapat dibuat dengan mengembangkan kerangka kerja *defense in depth* dari informasi risiko terbaru (Fleming, 2002), sehingga dapat ditentukan margin keselamatan yang sesuai atau mengidentifikasi tepi tebing berdasarkan studi sensitivitas pada risiko.

*Fundamental Safety Principles* menjelaskan, mengenai pencegahan kecelakaan, diamanahkan untuk melakukan mitigasi konsekuensi kecelakaan nuklir atau radiasi, dengan cara “*defence in depth*” yang diimplementasikan melalui kombinasi dan tingkat keselamatan berlapis sebelum efek berbahaya terhadap orang dan lingkungan terjadi (IAEA SF-1, 2006)

Dalam *International Nuclear Safety Advisory Group* yaitu dokumen INSAG–10 (1996, p.8-13) dalam Kuntoro (2017), prinsip pertahanan berlapis untuk reaktor daya (PLTN) digolongkan menjadi 5 (lima) lapis, antara lain:

- a. pencegahan operasi abnormal dan kegagalan  
Pada lapis pertama ini pengoperasian reaktor secara aman dan handal, dengan menerapkan persyaratan yang ketat dan tinggi dalam desain sistem, mutu sistem dan kualifikasi personil.
- b. pengendalian operasi abnormal dan deteksi kegagalan  
Pada lapis ke dua ini, Instalasi reaktor harus dijaga beroperasi dalam batas operasi yang diizinkan, dimana sistem kendali dan sistem keselamatan harus didesain

mampu membatasi kejadian tak normal yang melampaui batas operasi tersebut.

- c. pengendalian kecelakaan dalam Kecelakaan Dasar Desain.  
Pada lapis ke tiga ini, diumpamakan Sejumlah kejadian dan kecelakaan yang dipostulasikan terjadi yang disebut dengan Kecelakaan Dasar Desain atau DBA dengan anggapan bahwa kegagalan boleh jadi berkembang serius Untuk itu, diperlukan sistem keselamatan untuk membatasi efek kecelakaan ini pada tingkat yang dapat diterima. Sistem ini harus berfungsi secara otomatis, dalam kondisi kecelakaan terpostulasi, sistem ini menjamin keutuhan integritas teras reaktor, artinya teras akan selalu mendapat pendinginan cukup sehingga integritas bahan bakar reaktor tetap terjaga. Dengan demikian tidak akan terjadi pelepasan zat radioaktif ke lingkungan.
- d. pengendalian kondisi kecelakaan terparah termasuk pencegahan perluasan kecelakaan dan mitigasi konsekuensi kecelakaan.  
Dalam lapis ke empat ini, diumpamakan Kecelakaan di Luar Desain atau BDBA, misalnya terjadinya pelelehan bahan bakar reaktor sehingga terjadi pelepasan zat radioaktif lebih lanjut. Hal penting di sini adalah bagaimana mengurangi kebolehjadian situasi tersebut dengan menyediakan prosedur dan peralatan untuk menangani skenario tambahan berhubungan dengan kegagalan berlapis ini, yaitu dengan membentuk manajemen kedaruratan. Manajemen kedaruratan harus dapat membatasi pelepasan zat radioaktif dan menyediakan waktu yang cukup untuk melakukan tindak protektif kepada penduduk sekitar.
- e. mitigasi konsekuensi radiologis dari pelepasan zat radioaktif pada daerah luar fasilitas.

Dalam lapisan terakhir ini yaitu lapis ke lima, diumpamakan apabila terjadi kecelakaan pada lapis pertahanan keempat dan berkembang terus sehingga terjadi pelepasan zat radioaktif ke lingkungan, maka harus tersedia Tim Penanggulangan Kedaruratan Lepas Kawasan (Eksternal). Tindak penanggulangan di daerah pelepasan zat radioaktif yang tinggi berupa evakuasi, pembatasan gerak, pembagian tablet iodium, dan lain-lain oleh otoritas publik. Penguasa instalasi reaktor harus mempunyai rencana kedaruratan eksternal termasuk latihan secara berkala.

Sistem pertahanan berlapis suatu instalasi reaktor dikatakan cukup memadai apabila pada tiap lapis diyakinkan berjalannya fungsi-fungsi secara konservatif, jaminan mutu dan budaya keselamatan. Selain itu, Kuntoro (2017) prinsip dalam membuat desain sistem keselamatan reaktor agar memenuhi persyaratan keandalan dan memenuhi kriteria keselamatan reaktor adalah sebagai berikut.

- a. Fitur Keselamatan Inheren (ISF)
- b. Penghalang Ganda (Multiple Barriers)
- c. Redundansi dan Diversiti
- d. Teknik gagal-selamat (*fail-safe*)
- e. Pengaruh luar

Konservatisme dan marjin keselamatan merupakan pendekatan deterministik yang harus diaplikasikan pada lapis 1 sampai dengan lapis 3. Di sisi lain, kecelakaan terparah pada umumnya memerlukan pendekatan konservatif yang lebih kecil, mengingat keselamatan penduduk harus dilindungi dari pelepasan zat radioaktif sedini mungkin. Tiap lapis pertahanan dapat dikatakan berfungsi efektif apabila mutu dari desain, bahan, struktur, komponen dan sistem, pengoperasian dan pemeliharaan dapat diandalkan. Oleh sebab itu, seluruh pihak yang terkait yaitu PI instalasi nuklir, operator, konstruktor atau anggota organisasi

keselamatan diharapkan secara aktif terlibat dalam keselamatan fasilitas RSG-GAS.

PerBAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi Dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir, proteksi radiasi terbagi atas:

- a. proteksi radiasi kerja yang merupakan perlindungan pekerja;
- b. proteksi radiasi medis yang merupakan perlindungan pasien dan pekerja radiasi; dan
- c. proteksi radiasi masyarakat yang merupakan perlindungan individu, anggota masyarakat dan penduduk secara keseluruhan.

PerBAPETEN Nomor 1 Tahun 2010 tentang Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir, prosedur yang biasa dipakai untuk mencegah dan mengendalikan bahaya radiasi adalah:

- a. meniadakan bahaya radiasi dengan mentaati dan melaksanakan peraturan proteksi radiasi;
- b. mengisolasi bahaya radiasi dari manusia dengan merancang tempat kerja dan menggunakan peralatan proteksi radiasi yang baik serta penahan radiasi yang memadai sehingga kondisi kerja dan lingkungannya aman; dan
- c. mengisolasi manusia dari bahaya radiasi yang memerlukan pemantauan dan pengawasan secara terus menerus baik pekerja radiasi maupun lingkungannya.

Tujuan Umum Program Proteksi dan Keselamatan Radiasi menurut PerBAPETEN Nomor 5 Tahun 2009 menunjukkan tanggung jawab manajemen untuk Proteksi dan Keselamatan Radiasi melalui penerapan struktur manajemen, kebijakan, prosedur, dan susunan rencana organisasi yang sesuai dengan sifat dan tingkat risiko.

Proteksi radiasi dimaksudkan mencegah dan mengurangi risiko terpapar radiasi, agar seseorang menerima atau terkena dosis radiasi sekecil mungkin. NRC telah menyatakan bahwa dosis individu terpapar radiasi maksimal adalah 0.05 Sv (enol koma enol lima sivol) atau 5 (lima) rem/tahun. Walaupun NRC adalah badan resmi yang berkenaan dengan batas pencahayaan ionisasi radiasi, namun ada kelompok lain yang juga merekomendasikan hal serupa. Salah satu kelompok tersebut adalah NCRP, yang merupakan kelompok ilmuwan pemerintah yang rutin mengadakan pertemuan untuk membahas riset radiasi terbaru dan mengupdate rekomendasi mengenai keamanan radiasi.

NBD efektif untuk Pekerja Radiasi sebagaimana diatur dalam Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2017 tentang persyaratan izin, persyaratan manajemen, persyaratan Proteksi Radiasi, persyaratan teknik, verifikasi Keselamatan Radiasi, dan Rekaman dan laporan dalam penggunaan pesawat sinar-X, rata-rata sebesar 20 mSv per tahun dalam periode 5 tahun, dan 50 mSv dalam 1 tahun tertentu, sedangkan NBD untuk anggota masyarakat yaitu dengan dosis Efektif sebesar 1 mSv per tahun.

Dosis dinyatakan keadaan darurat menurut PP Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir apabila NBD dalam kedaruratan nuklir tingkat provinsi di bawah laju dosis 5 MSv/jam (lima mikro Sievert per jam) atau lebih yang terukur selama 10 (sepuluh) menit atau lebih di batas tapak instalasi. Selain itu, lepasan radioaktif abnormal dengan konsentrasi aktivitas udara setara dengan atau melebihi laju dosis 5 MSv/jam (lima mikro Sievert per jam) di batas tapak instalasi yang terdeteksi dari jalur lepasan normal. Sedangkan kedaruratan nuklir tingkat nasional ditentukan apabila terjadi kondisi laju dosis 500 MSv/jam (lima ratus mikro Sievert per jam) atau lebih yang terukur selama 10 (sepuluh) menit atau lebih di batas tapak instalasi. Lepasannya radioaktif abnormal dengan konsentrasi aktivitas udara setara dengan atau melebihi

laju dosis 500 Sv/jam (lima ratus mikro Sievert per jam) di batas tapak instalasi yang terdeteksi dari jalur lepasan normal.

Falsafah baru tentang proteksi muncul dengan diterbitkannya Publikasi ICRP Nomor 26 Tahun 1977. IAEA tidak menggunakan terminologi prinsip atau asas proteksi radiasi (*Radition Protection Principle*) dalam BSS Nomor 115 tetapi dengan terminologi persyaratan. Pemahaman ini diuraikan dalam BSS pada bagian ke dua, Persyaratan untuk Pemanfaatan (*Requirement for Practices*). Salah satu unsurnya adalah Persyaratan Proteksi Radiasi (*Radiation Protection Requirements*) yang harus berurutan, meliputi:

a. Justifikasi pemanfaatan

Setiap jenis pemanfaatan harus terlebih dahulu dijustifikasi antara manfaat dan risiko, dalam hal ini manfaat harus lebih besar dari risiko. Jenis pemanfaatan yang telah dijustifikasi inilah yang diberi otorisasi oleh Badan Pengawas (BP) tiap negara anggota. Namun demikian tidak ada yang absolut atau mutlak, artinya semuanya dinamis, dapat berubah, dalam konteks sains nuklir, hari kemarin dan pada saat ini adalah justifikasi (*justify*) tetapi besok dan lusa dapat menjadi tidak justifikasi atau dilarang (*not justify or unjustified*).

b. Limitasi dosis

Limitasi dosis yang diberlakukan untuk paparan kerja (*occupational exposure*) dan paparan masyarakat (*public exposure*) melalui penerapan NBD. Harus diingat bahwa Limitasi Dosis tidak berlaku untuk paparan medik (*medical exposure*) dan paparan yang berasal dari alam.

c. Optimalisasi proteksi dan keselamatan radiasi.

Optimalisasi Proteksi dan Keselamatan Radiasi yang harus diupayakan agar besarnya dosis yang diterima serendah mungkin atau disebut ALARA dengan mempertimbangkan faktor sosial dan ekonomi. Namun demikian, dalam penerapan Optimalisasi Proteksi dan Keselamatan Radiasi harus juga mempertimbangkan:

- 1) pembatas dosis (*Dose Constraint*), dan
- 2) tingkat panduan (*Guidance Level for Medical Exposure*).

Sebagai informasi tambahan, IAEA adalah salah satu badan yang berada di bawah PBB-UN, dibentuk tahun 1957 dan memiliki kewenangan khusus mengenai pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir oleh negara-negara anggota. Tujuan dibentuk IAEA secara legal adalah mempercepat dan memperluas penggunaan tenaga atom untuk perdamaian, kesehatan dan kesejahteraan di seluruh dunia. Standar keselamatan yang dikeluarkan oleh IAEA menjadi acuan utama dalam melakukan mitigasi nonstruktural. Mitigasi nonstruktural tersebut, perlu membentuk peraturan-peraturan perundang-undangan yang melihat dari aspek atau standar lain yang berlaku internasional nasional. Kebijakan yang sesuai dengan standar Internasional menjadi acuan dalam melakukan mitigasi struktural terutama desain reaktor nuklir di kawasan Serpong.

Menurut NCRP (2009), tujuan dari proteksi radiasi adalah:

- a. mencegah radiasi klinis yang penting, dengan mengikuti batas dosis minimum yang tidak melebihi 0.05 (enol koma enol lima) Sv atau 5 (lima) rem/tahun;
- b. membatasi resiko terhadap kanker dan efek kelainan turunan pada masyarakat.

Mitigasi nonstruktural bencana akibat kegagalan teknologi nuklir merupakan suatu upaya dalam mengurangi dampak bencana melalui kebijakan atau peraturan. Dengan adanya kebijakan atau peraturan terkait manajemen risiko bencana berguna bagi penguatan kapasitas masyarakat, pekerja, dan lingkungan dalam pengurangan risiko bencana akibat kegagalan teknologi nuklir.

Soeprpto (2006) memberikan dua pengertian yang berbeda istilah peraturan perundang-undangan (*legislation, wetgeving, atau gesetzgebung*), yaitu:

- a. proses pembentukan atau proses membentuk peraturan-peraturan negara, baik di tingkat pusat maupun di tingkat daerah;
- b. segala peraturan negara, yang merupakan hasil pembentukan peraturan-peraturan, baik di tingkat Pusat maupun di Tingkat Daerah.

Di Indonesia, peraturan perundang-undangan telah datur dalam UU Nomor 12 Tahun 2011 tentang Pembentukan peraturan perundang-undangan. Peraturan perundang-undangan adalah peraturan tertulis yang memuat norma hukum yang mengikat secara umum dan dibentuk atau ditetapkan oleh lembaga negara atau pejabat yang berwenang melalui prosedur yang ditetapkan dalam Peraturan PerUUan. Definisi yang sama juga diberikan oleh Bagir Manan (1992, p.18) bahwa peraturan perundang-undangan adalah keputusan tertulis suatu negara atau pemerintah yang berisi petunjuk atau pola tingkah laku yang bersifat dan mengikat secara umum.

Dalam pembentukan peraturan perundang-undangan dalam penelitian Ni'matul (2011, p.12) dikenal beberapa asas umum, antara lain:

- a. UU tidak berlaku surut. Asas ini dapat dibaca dalam Pasal 13 *Algemene Bepalingen van Wetgeving* terjemahannya berbunyi sebagai berikut: "UU hanya mengikat untuk masa mendatang dan tidak mempunyai kekuatan yang berlaku surut." Pasal 1 Ayat (1) Kitab UU Hukum Pidana, yang berbunyi sebagai berikut: "Tiada peristiwa dapat dipidana, kecuali atas dasar kekuatan suatu aturan peraturan perundang-undangan pidana yang mendahulukan." Artinya dari asas ini adalah, bahwa UU hanya boleh dipergunakan terhadap peristiwa yang disebut dalam UU tersebut, dan terjadi setelah UU dinyatakan berlaku.
- b. UU yang tidak dapat diganggu gugat. Makna asas ini adalah sebagai berikut: (1) adanya kemungkinan isi UU

menyimpang dari UU Dasar; dan (2) Hakim atau siapapun juga tidak mempunyai hak uji materiil terhadap UU tersebut. Hak tersebut hanya dimiliki oleh si pembuat UU. Ketiga, UU sebagai sarana untuk semaksimal mungkin untuk mencapai kesejahteraan spiritual dan materiil bagi masyarakat maupun individu, melalui pembaharuan (asas *welvarstaat*).

- c. UU yang lebih tinggi mengesampingkan UU yang lebih rendah (*lex superiori derogate lex inferiori*). Menurut asas ini bahwa peraturan perundang-undangan yang lebih rendah tingkatannya tidak boleh bertentangan dengan peraturan perundang-undangan yang lebih tinggi dalam mengatur hal yang sama. Konsekuensi hukum asas *lex superiori derogate lex inferiori* ialah: (1) UU yang dibuat oleh penguasa yang lebih tinggi mempunyai kedudukan yang lebih tinggi pula; (2) UU yang lebih rendah tidak boleh bertentangan dengan UU yang lebih tinggi, Umar (2013, p.62); (3) peraturan perundang-undangan hanya dapat dicabut, diubah, atau ditambah oleh atau dengan peraturan perundang-undangan yang sederajat atau yang lebih tinggi tingkatannya. Tidak ditaatinya asas tersebut akan dapat menimbulkan ketidak-tertiban dan ketidakpastian dari sistem perUUan. Bahkan dapat menimbulkan kekacauan atau kesimpangsiuran peraturan perundang-undangan (Amiroedddin, 1987, p.78-79)
- d. UU yang bersifat khusus mengesampingkan UU yang bersifat umum (*lex specialis derogate lex generalis*). Menurut asas ini apabila ada dua macam ketentuan peraturan perundangan yang setingkat atau kedudukannya sama dan berlaku dalam waktu yang bersamaan serta saling bertentangan, hakim harus menerapkan atau menggunakan

yang khusus sebagai dasar hukum, dan mengesampingkan yang umum (Umar, 2013, p.64).

- e. UU yang berlaku belakangan membatalkan UU terdahulu (*lex posteriori derogate lex priori*). Maksudnya adalah UU atau peraturan yang terdahulu (lama) menjadi tidak berlaku apabila penguasa yang berwenang memberlakukan UU atau peraturan yang baru dalam hal mengatur objek yang sama, dan kedudukan UU atau peraturannya sederajat (Umar, 2013:64).

Hierarki peraturan perundang-undangan sering dikaitkan dengan ajaran Hans Kelsen mengenai *Stufenbau des Recht* atau *The Hierarchy of Law*. Kelsen (1945, p.35) berpendapat bahwa norma-norma hukum itu berjenjang-jenjang dan berlapis-lapis dalam suatu hierarki tata susunan, di mana suatu norma yang lebih rendah berlaku, bersumber, dan berdasar pada norma yang lebih tinggi, norma yang lebih tinggi berlaku, bersumber dan berdasar pada norma yang lebih tinggi lagi, dan seterusnya sampai pada suatu norma yang tidak dapat ditelusuri lebih lanjut dan bersifat hipotetis dan fiktif, yaitu Norma Dasar (*Grundnorm*).

Berdasarkan teori Hanskelsen, peraturan perundang-undangan yang lebih rendah tidak boleh bertentangan aturannya dengan peraturan perundang-undangan yang lebih tinggi, kekuatan hukum dalam peraturan perundang-undangan sesuai dengan hierarkinya. Dalam Pasal 7 UU tentang Pembentukan peraturan perundang-undangan jenis dan hierarki terdiri atas: 1) UU Dasar Republik Indonesia 1945; 2) Ketetapan Majelis Permusyawaratan Rakyat; 3) UU/PP Pengganti UU; 4) PP; 5) Perpres; 6) Peraturan Daerah Provinsi; dan 7) Peraturan Daerah Kabupaten/Kota.

Dalam praktiknya di Indonesia, menurut Jimly Asshiddiqie, peraturan kebijakan dapat dibuat dalam bentuk-bentuk seperti:

- a. surat edaran, contoh: surat edaran bank indonesia;
- b. surat perintah atau instruksi, contoh: instruksi presiden;

- c. pedoman kerja atau manual;
- d. juklak;
- e. Juknis;
- f. buku Panduan (*guidance*);
- g. kerangka Acuan atau ToR;
- h. desain Kerja atau Desain Proyek (Project Design).

Selain bentuk-bentuk yang dikemukakan Jimly Asshiddiqie, Bagir Manan juga memberikan contoh bentuk peraturan kebijakan yang pernah digunakan dalam administrasi pemerintahan antara lain: Keputusan, Surat Edaran, Instruksi, Pengumuman tertulis, bahkan ada juga peraturan kebijakan yang berbentuk peraturan.

## 2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian ini disusun dengan memperhatikan penelitian-penelitian sebelumnya yang memiliki beberapa kesamaan dalam penelitian. Beberapa penelitian terdahulu terkait mitigasi struktural dan mitigasi nonstruktural telah ditemukan untuk bencana alam, seperti banjir, gempa bumi dan lain sebagainya. Sedangkan, mitigasi struktural dan mitigasi nonstruktural untuk menghadapi ancaman bencana akibat kegagalan teknologi nuklir belum ada. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki *novelty* dari penelitian sebelumnya.

Hastuti (2011), meneliti percobaan upaya mitigasi struktural di RSG-GAS dari *lessons learned* kasus Fukushima. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem keselamatan inheren RSG-GAS mampu menurunkan daya reaktor secara berangsur-angsur meskipun reaktor tidak *scram*, namun faktor kehati-hatian tetap perlu diperhatikan untuk menghindari kejadian yang sama dalam Fukushima.

Thome et al. (2013) meneliti aspek keselamatan dalam kecelakaan nuklir Fukushima dan menghasilkan pemanfaatan tenaga nuklir untuk tujuan damai bergantung pada evolusi teknologi dan perbaikan prosedur yang dimasukkan dalam sistem tanggap darurat dengan reduksi yang

sesuai agar keamanan dapat tercipta. Penelitian yang sama dari pembelajaran kecelakaan nuklir Fukushima oleh Yang (2014) yang mengindikasikan pentingnya penilaian risiko untuk bahaya gabungan yang mengarah ke manajemen risiko. Penilaian risiko berguna untuk mengidentifikasi kerentanan sistem khususnya dalam pengelolaan risiko, agar fitur keselamatan untuk manajemen kecelakaan parah terus ditingkatkan secara berkala dengan mempertimbangkan perspektif risiko.

Urabe et al. (2014) merekomendasikan tindakan perlindungan mendesak di awal bencana berperan penting sebagai upaya pengurangan bahaya dari kecelakaan nuklir. Untuk mencapai tujuan itu, diperlukan peningkatan tindakan perlindungan bencana radiologi oleh pemerintah. Pemerintah yang akan mendeklarasikan keadaan darurat bencana, dan melakukan sistem pemantauan radiasi lingkungan untuk menjamin keselamatan masyarakat. Oleh karena itu, selain petugas perlu terlatih dalam penanggulangan kedaruratan, juga tingkat ketergantungan masyarakat menjadi faktor keberhasilan dalam tindakan awal kejadian kecelakaan nuklir. Standardisasi metode pengukuran produk makanan, pertanian, dan peternakan, serta pemantauan sistem radiasi darurat diperlukan untuk mengurangi kecemasan masyarakat setelah tanggap darurat nuklir. Komunikasi kepada masyarakat diperlukan guna pengurangan risiko bencana akibat kegagalan teknologi nuklir.

Heryanto (2015) merekomendasikan tindakan perlindungan segera untuk mengurangi risiko bahaya bagi masyarakat adalah sheltering, evakuasi dan pemberian tablet yodium terhadap populasi masyarakat yang terkena dampak di KNS. Faktor penting yang harus diperhatikan dalam keberhasilan evakuasi masyarakat terdampak, antara lain dinamika penduduk, transportasi, dan permintaan evakuasi.

Penelitian dilakukan oleh Snell et al. (2016) memperlihatkan perlunya menetapkan standar keselamatan yang lebih tinggi, desain diperbaiki untuk menghindari kecelakaan dasar desain, diperlukan strategi

untuk mencegah atau mengurangi konsekuensi dari kecelakaan parah, termasuk peningkatan fitur desain atau manajemen kecelakaan.

Triana et al. (2017) menganalisis elaborasi mitigasi struktural, nonstruktural, dan kultural sebagai upaya pencegahan bencana gempa bumi, tanah longsor, struktural beliang, dan kebakaran hutan. Hasil penelitiannya menjelaskan: 1). Mitigasi struktural melalui keteknikan dengan melakukan pembuatan rancangan bangun yang kokoh sehingga tahan terhadap gempa, membuat material dari tahan kerusakan bencana, membuat rancangan teknis pengamanan; 2). Mitigasi nonstruktural adalah peraturan perUUan, pelatihan, pemetaan risiko bencana atau ancaman bahaya, program peningkatan kesadaran masyarakat untuk mitigasi bencana dan sebagainya; 3). Mitigasi pendekatan Kultural adalah pengendalian dan pencegahan bencana melalui budaya dan tradisi masyarakat onst serta kearifan onst masyarakat.

Sumantri et al. (2019) merekomendasikan rencana kontinjensi yang juga mengakomodasi penyediaan tablet Yodium untuk perlindungan segera kepada masyarakat yang terkena dampak. Selain itu, koordinasi antar instansi terkait perlu untuk mencapai tujuan tanggap darurat yang efektif dan efisien. Selanjutnya Yuniartanti et al. (2019) menguji keefektifan elaborasi struktural dan nonstruktural dalam DAS Tondano, Sario, dan Tikala untuk mengurangi keparahan limpasan. Hasil pengurangan banjir akan lebih efektif jika mempertimbangkan seluruh bagian dari daerah aliran sungai. Berdasarkan konstruksi perhitungan limpasan, terbukti bahwa mitigasi struktural dapat mengurangi risiko banjir secara signifikan. Namun diperlukan kolaborasi antara mitigasi nonstruktural dengan memperhatikan konservasi dan rehabilitasi untuk menjaga lingkungan. Dalam penelitian ini, peneliti merasa perlu melakukan penelitian mitigasi struktural yang berkolaborasi dengan mitigasi nonstruktural untuk mengurangi risiko bahaya radiasi yang ditimbulkan akibat kegagalan teknologi nuklir.

Apriliani (2020) merekomendasikan peran BNPB dalam memfasilitasi dan mengkoordinasikan pengkajian risiko ancaman bencana nuklir yang diawali dengan menganalisis risiko berdasarkan ancaman, kerentanan, dan kapasitas. Penyebaran informasi dan pengetahuan bahaya nuklir kepada masyarakat perlu ditingkatkan oleh seluruh stakeholder khususnya Bapeten, BRIN, Pemda dan PI pemanfaatan tenaga nuklir. Pelaksanaan pelatihan dan simulasi penanganan tanggap darurat nuklir, serta pembuatan rencana kontinjensi nuklir perlu dilakukan dan dikoordinasikan lebih aktif.

Adri (2020) menganalisis penanganan bencana Natech di Jepang untuk membangun masyarakat tangguh dan berkelanjutan. Dengan metode penelitian kualitatif deskriptif, mendeskripsikan perlunya upaya pencegahan bencana Natech berupa: 1. Pemahaman komprehensif dimana didalamnya perlu memuat pedoman atau prosedur yang mengatur pekerja atau SDM, masyarakat, alam dan teknologi; 2. Struktural untuk mengatasi risiko bencana; 3. Rencana strategi penanggulangan bahaya teknologi; 4. Menyeleksi jenis peralatan struktural yang paling rentan; 5. Perawatan utk peralatan; 6. Pedoman pencegahan risiko natech yg dibuat pemerintah setempat. Penelitian ini memberikan kesimpulan dibutuhkan pedoman pencegahan untuk perusahaan yang berisiko tinggi sebagai tindakan pengurangan risiko, dan perlunya didirikan *research* International yang berfungsi khusus untuk meneliti ilmu bencana.

Penelitian Krausmann dan Ana (2021) memberikan rekomendasi pentingnya memperhatikan desain di atas persyaratan tingkat desain untuk infrastruktur, mengubah peraturan atau menerapkan peraturan yang baru untuk mengurangi risiko bencana yang sama dengan fukushima. Pedoman penilaian risiko juga dibuat, dan pelatihan tanggap darurat yang melibatkan insinyur fasilitas industri dan staf kesehatan dan keselamatan juga dilaksanakan secara berkala, hal ini untuk meningkatkan kompetensi para stakeholder atau instansi terkait.

Peneliti telah menemukan penelitian terdahulu yang disebutkan di atas, tema penelitian mengenai mitigasi struktural dan nonstruktural telah dilakukan untuk penelitian bencana alam. Untuk *lesson learned* terhadap kegagalan teknologi nuklir Fukushima dalam upaya mitigasi struktural dan nonstruktural di RSG-GAS belum ada yang melakukan penelitian tersebut. Penelitian terdahulu yang ditemui peneliti digunakan sebagai gambaran pengembangan ide gagasan dalam penelitian ini. Dalam Tabel 2.1 diberikan persamaan dan perbedaan antara penelitian yang dilakukan oleh peneliti dengan beberapa penelitian terdahulu yang relevan.

**Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu**

No	Peneliti	Judul	Metode Penelitian	Ringkasan	
				Persamaan	Perbedaan
1	2	3	4	5	6
1	Elisabeth Krausmann, Ana Maria Cruz (2021)	<i>Natech risk management in Japan after Fukushima – What have we learned?</i>	Kulitatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- metode penelitian</li> <li>- <i>hazard</i> atau bahaya yang diteliti</li> <li>- subyek penelitian kecelakaan Natech</li> <li><i>lessons learned</i> Fukushima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- subyek penelitian</li> <li>- lokasi penelitian</li> <li>- indikator mitigasi</li> </ul>
2	Khairunisa Adri, Hayatul Khairul Rahmat, Rizkia Mutiara Ramadhani, Ainun Najib, dan Agung Priambodo (2020)	Analisis Penanggulangan Bencana Alam dan Natech Guna Membangun Ketangguhan Bencana dan Masyarakat Berkelanjutan di Jepang	Kualitatif Deskriptif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>hazard</i> atau bahaya yang diteliti</li> <li>-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- subyek penelitian</li> <li>- lokasi penelitian</li> <li>- metode penelitian</li> </ul>
3	Dewi Apriliani (2020)	Kesiapsiagaan BNPB Menghadapi Ancaman Bencana Nuklir Di Indonesia	Kualitatif Studi Kasus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tujuan penelitian untuk mengurangi risiko bencana nuklir</li> <li>- <i>hazard</i> atau bahaya yang diteliti</li> <li>- subyek penelitian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lokasi penelitian</li> <li>- metode penelitian</li> </ul>

1	2	3	4	5	6
4	Rizki Kirana Yuniartanti, Hani Fatimah Azzahra, Budi Santosa (2019)	<i>Elaboration Of Structural And Non-Structural Mitigation As A New Paradigm To Strategies For The Prevention And Mitigation Of Severe Accidents Reduce Flood Disaster Risk In Manado City</i>	Kualitatif Deskriptif	- indikator mitigasi struktural dan nostruktural	- subyek penelitian - lokasi penelitian - <i>hazard</i> atau bahaya yang diteliti - Metode penelitian
5	Siswo Hadi Sumantri, Dewi Apriliani, I. D. K. Kerta Widana (2019)	<i>The Effect of Management of Service Strategies on Quality of Public Satisfaction Survey on Nuclear Emergency Response at RSG-GAS Serpong, TRIGA2000 Bandung and Kartini Yogyakarta Research Reactor</i>	Kualitatif Deskriptif	- lokasi penelitian - <i>hazard</i> atau bahaya yang diteliti - subyek penelitian	- metode penelitian - indikator penelitian
6	Dessy Triana, Tb Sofwan Hadi, Muhammad Kamil Husain (2017)	Mitigasi Bencana Melalui Pendekatan Kultural dan Struktural	Kualitatif-Deskriptif	- jenis penelitian kualitatif - metode analisis data - indikator mitigasi struktural	- subyek penelitian - lokasi penelitian - <i>hazard</i> atau bahaya yang diteliti

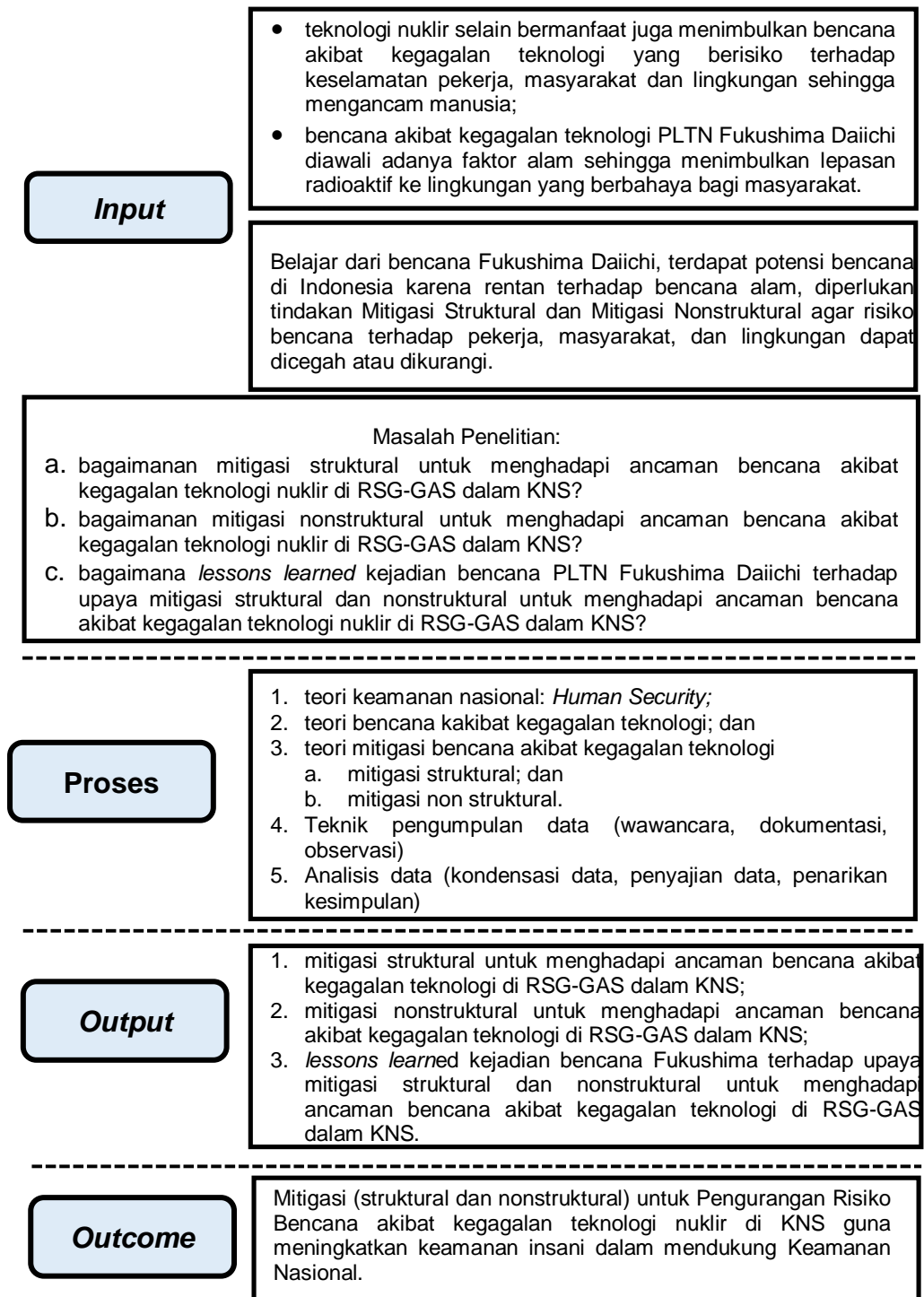
1	2	3	4	5	6
7	C. Ader, G. Heusener, V.G. Snell (2016)	<i>Strategies For The Prevention And Mitigation Of Severe accidents</i>	Kualitatif-Deskriptif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- metode penelitian</li> <li>- metode analisis data</li> <li>- <i>hazard</i> atau bahaya yang diteliti</li> <li>- subyek penelitian yaitu pemanfaatan teknologi nuklir</li> <li>indikator mitigasi struktural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lokasi penelitian</li> <li>- indikator mitigasi nonstruktural</li> </ul>
8	Toto Heryanto (2015)	Analisis Evakuasi Masyarakat Terdampak Risiko Bahaya Radiasi Akibat Kecelakaan Nuklir	Kuantitatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lokasi penelitian</li> <li>- <i>hazard</i> atau bahaya yang diteliti</li> <li>- subyek penelitian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- metode penelitian</li> </ul>
9	Itsumasa Urabe, Takatoshi Hattori, Takeshi Imoto, and Sumi Yokoyama (2014)	<i>Radiation Protection Lessons Learned From The Tepco Fukushima No.1 Nps Accident</i>	Kualitatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- metode penelitian</li> <li>- <i>hazard</i> atau bahaya yang diteliti</li> <li>- subyek penelitian yaitu pemanfaatan teknologi nuklir</li> <li>- <i>lessons learned</i> Fukushima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lokasi penelitian</li> <li>- indikator mitigasi nonstruktural</li> </ul>

1	2	3	4	5	6
10	Joon Eon Yang (2014)	<i>Fukushima Dai-Ichi Accident: Lessons Learned And Future Actions From The Risk Perspectives</i>	Kualitatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- metode penelitian</li> <li>- <i>hazard</i> atau bahaya yang diteliti</li> <li>- subyek penelitian yaitu pemanfaatan teknologi nuklir</li> <li>- indikator mitigasi struktural</li> <li>- <i>lessons learned</i> Fukushima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lokasi penelitian</li> <li>- indikator mitigasi nonstruktural</li> </ul>
11	Zieli D. Thome, Rogerio S. Gomes, Fernando C. Silva, and Sergio O. Vellozo (2013)	<i>The Fukushima Nuclear Accident: Insights On The Safety Aspects</i>	Kualitatif Deskriptif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>hazard</i> atau bahaya yang diteliti</li> <li>- subyek penelitian yaitu pemanfaatan teknologi nuklir</li> <li>- indikator mitigasi struktural dan nonstruktural</li> <li>- <i>lessons learned</i> Fukushima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- metode penelitian</li> <li>- lokasi penelitian</li> </ul>
12	Endiah Puji Hastuti (2011)	Belajar Dari Fukushima: Analisis Keselamatan Inheren Di RSG-GAS	Kualitatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>hazard</i> atau bahaya yang diteliti</li> <li>- lokasi penelitian</li> <li>- indikator mitigasi struktural</li> <li>- <i>lessons learned</i> Fukushima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- metode penelitian</li> <li>- indikator mitigasi nonstruktural</li> </ul>

Sumber: Diolah Oleh Penulis

### 2.3 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini diberikan pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4 Kerangka Pemikiran**

Sumber: Diolah Oleh Peneliti