



**PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
NOMOR 6 TAHUN 2008
TENTANG
EVALUASI TAPAK REAKTOR DAYA
UNTUK ASPEK KEJADIAN EKSTERNAL AKIBAT ULAH MANUSIA

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,**

- Menimbang : bahwa untuk menindaklanjuti ketentuan Pasal 86 Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 5 Tahun 2007 tentang Ketentuan Keselamatan Evaluasi Tapak Reaktor Nuklir, perlu menetapkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya Untuk Aspek Kejadian Eksternal Akibat Ulah Manusia;
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1997 Nomor 23, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3676);
2. Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 2006 tentang Perizinan Reaktor Nuklir (Lembaran Negara Tahun 2006 Nomor 106, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4668);
3. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 5 Tahun 2007 tentang Ketentuan Keselamatan Evaluasi Tapak Reaktor Nuklir;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR TENTANG EVALUASI TAPAK REAKTOR DAYA UNTUK ASPEK KEJADIAN EKSTERNAL AKIBAT ULAH MANUSIA.

Pasal 1

Dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir ini yang dimaksud dengan :

1. Evaluasi tapak adalah kegiatan analisis atas setiap sumber kejadian di tapak dan wilayah sekitarnya yang dapat berpengaruh terhadap keselamatan reaktor nuklir.
2. Kejadian interaksi (*interacting event*) adalah kejadian atau serangkaian kejadian terkait, yang interaksinya dengan reaktor daya dapat menurunkan tingkat keselamatan personil tapak atau *item* penting untuk keselamatan.
3. Kejadian awal (*initiating event*) adalah kejadian teridentifikasi yang menimbulkan kejadian operasional terantisipasi atau kondisi kecelakaan dan ancaman terhadap fungsi keselamatan.
4. Kejadian awal terpostulasi (*postulated initiating events*) adalah Kejadian yang teridentifikasi pada waktu desain mampu menimbulkan kejadian operasional terantisipasi atau kondisi kecelakaan dan ancaman terhadap fungsi keselamatan.
5. Ledakan dasar desain adalah besarnya ledakan yang diperhitungkan dalam dasar desain.
6. Nilai jarak penapisan (*Screening Distance Value*) selanjutnya disingkat SDV adalah Jarak dari fasilitas untuk penapisan sumber bahaya potensial suatu kejadian eksternal yang dapat diabaikan.
7. Nilai kebolehtahanan dasar desain (*Design Basis Probability Value*) selanjutnya disingkat DBPV adalah batas tahunan

kebolehjadian maksimum yang menandakan bahwa kejadian ini akan menyebabkan konsekuensi radiologis yang tidak dapat diterima, perbandingan antara tingkat kebolehjadian penapisan (*screenings probability level*) dan nilai kebolehjadian maksimum (*Conditional Probability Value*).

8. Nilai kebolehjadian maksimum (*Conditional Probability Value*) selanjutnya disingkat CPV adalah batas atas kebolehjadian maksimum yang menandakan bahwa kejadian ini akan menyebabkan konsekuensi radiologis yang tidak dapat diterima.
9. Tingkat kebolehjadian penapisan (*screenings probability level*) selanjutnya disingkat SPL adalah Nilai batas kebolehjadian kemunculan kejadian tahunan yang memberikan potensi konsekuensi radiologis.
10. Tapak adalah lokasi di daratan yang dipergunakan untuk pembangunan, pengoperasian, dan dekomisioning, satu atau lebih reaktor nuklir beserta sistem terkait lainnya.
11. Pemohon Evaluasi Tapak selanjutnya disebut PET adalah Badan Pelaksana, Badan Usaha Milik Negara, koperasi, atau badan swasta yang berbentuk badan hukum yang mengajukan untuk melaksanakan kegiatan evaluasi tapak selama pembangunan, pengoperasian dan dekomisioning reaktor nuklir.
12. Badan Pengawas Tenaga Nuklir yang selanjutnya disingkat BAPETEN adalah instansi yang bertugas melaksanakan pengawasan melalui peraturan, perizinan, dan inspeksi terhadap segala kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir.

Pasal 2

- (1) Peraturan Kepala BAPETEN ini mengatur PET dalam melakukan evaluasi tapak reaktor daya untuk aspek kejadian eksternal akibat ulah manusia yang tidak disengaja dan

berasal dari sumber di sekitar tapak yang tidak secara langsung terkait dengan status operasi di Reaktor Daya, meliputi :

- a. jatuhnya pesawat terbang;
- b. lepas fluida berbahaya dan beracun;
- c. ledakan;
- d. kejadian eksternal lainnya yang diakibatkan ulah manusia; dan
- e. bahan berbahaya dan beracun dari fasilitas lain yang terletak pada tapak yang sama yang ditangani selama tahap konstruksi, operasi, dan dekomisioning.

(2) Peraturan Kepala BAPETEN ini tidak mengatur PET dalam melakukan evaluasi tapak Reaktor Daya untuk aspek kejadian eksternal akibat ulah manusia yang meliputi :

- a. kegagalan struktur bendungan sebagai akibat ulah manusia; dan
- b. modifikasi pada air tanah sebagai akibat kegiatan manusia.

Pasal 3

Peraturan Kepala BAPETEN ini bertujuan untuk memberikan ketentuan teknis kepada PET dalam melakukan evaluasi tapak Reaktor Daya untuk aspek kejadian eksternal akibat ulah manusia.

Pasal 4

Ketentuan teknis sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 tercantum dalam lampiran yang tidak terpisahkan dari Peraturan Kepala BAPETEN ini.

Pasal 5

Peraturan Kepala BAPETEN ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta

pada tanggal 14 Maret 2008

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd

AS NATIO LASMAN

LAMPIRAN
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
NOMOR 6 TAHUN 2008
TENTANG
EVALUASI TAPAK REAKTOR DAYA
UNTUK ASPEK KEJADIAN EKSTERNAL AKIBAT ULAH MANUSIA

SISTEMATIKA
EVALUASI TAPAK REAKTOR DAYA
UNTUK ASPEK KEJADIAN EKSTERNAL AKIBAT ULAH MANUSIA

- BAB I PENDEKATAN UMUM EVALUASI TAPAK BERHUBUNGAN
 DENGAN KEJADIAN EKSTERNAL AKIBAT ULAH MANUSIA
- BAB II PENGUMPULAN DATA DAN INVESTIGASI
 - A. Jenis Sumber Potensial
 - B. Identifikasi Sumber Potensial
 - B.1. Efek dan parameter terkait
 - C. Pengumpulan Informasi
 - D. Sumber Tidak Bergerak
 - E. Sumber Bergerak
 - E.1. Transportasi dan jalur pipa
 - E.2. Lalu-lintas udara
 - F. Peta Sumber Bahaya
- BAB III PROSEDUR PENAPISAN DAN EVALUASI
 - A. Prosedur Umum
 - B. Penapisan Awal
 - C. Evaluasi Rinci
 - D. Kejadian Dan Parameter Dasar Desain
- BAB IV JATUHNYA PESAWAT TERBANG
 - A. Umum
 - B. Penapisan Awal
 - B.1. Pendekatan nilai jarak penapisan
 - B.2. Pendekatan tingkat kebolehjadian penapisan
 - C. Evaluasi Rinci
 - D. Evaluasi Bahaya
 - D.1. Kejadian dasar desain
 - D.2. Benturan primer dan proyektil sekunder
 - D.3. Efek yang disebabkan oleh bahan bakar pesawat terbang
 - D.4. Parameter dasar desain

BAB V	LEPASAN FLUIDA BERBAHAYA DAN BERACUN
	A. Umum
	B. Penapisan Awal Untuk Cairan Berbahaya Dan Beracun
	C. Evaluasi Rinci Untuk Cairan Berbahaya Dan Beracun
	D. Evaluasi Bahaya Untuk Cairan Berbahaya Dan Beracun
	D.1. Kejadian dasar desain
	D.2. Parameter dasar desain
	E. Penjelasan Umum Untuk Gas, Uap Dan Aerosol
	F. Penapisan Awal Untuk Gas, Uap, Dan Aerosol
	G. Evaluasi Rinci Untuk Gas, Uap Dan Aerosol
	H. Evaluasi Bahaya Untuk Gas, Uap, Dan Aerosol
	H.1. Pembentukan awan gas, uap atau aerosol berbahaya dan beracun yang bergerak
	H.1.1. Gas cair sub-dingin
	H.1.2. Gas yang dicairkan dengan tekanan dan gas bertekanan tak terkondensasi
	H.1.3. Parameter dasar desain
BAB VI	LEDAKAN
	A. Pertimbangan Umum
	B. Evaluasi Awal Untuk Sumber Ledakan Tidak Bergerak
	C. Evaluasi Rinci Untuk Sumber Ledakan Tidak Bergerak
	D. Evaluasi Awal Untuk Sumber Ledakan Bergerak
	E. Evaluasi Rinci Untuk Sumber Ledakan Bergerak
	F. Evaluasi Bahaya
BAB VII	KEJADIAN EKSTERNAL LAINNYA YANG DIAKIBATKAN ULAH MANUSIA
	A. Umum
	B. Kebakaran
	C. Tabrakan Kapal Laut
	D. Interferensi Elektromagnetik
BAB VII	ASPEK ADMINISTRATIF

Daftar Tabel dan Gambar

Tabel I. Identifikasi Sumber Dan Kejadian Awal Yang Terkait

Tabel II. Penjalaran Kejadian Dan Dampak Terhadap Reaktor Daya

Tabel III. Dampak Dan Akibat Terhadap Reaktor Daya

Gambar 1: diagram alir tahapan dalam prosedur penapisan awal dan evaluasi

BAB I

PENDEKATAN UMUM TERHADAP EVALUASI TAPAK YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEJADIAN EKSTERNAL AKIBAT ULAH MANUSIA

1. Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 5 Tahun 2007 tentang Ketentuan Keselamatan Evaluasi Tapak Reaktor Nuklir mensyaratkan bahwa kejadian eksternal akibat ulah manusia yang dapat berdampak pada keselamatan diinvestigasi pada tahap evaluasi tapak untuk setiap tapak reaktor nuklir.
2. Fasilitas dan kegiatan manusia yang berpotensi membahayakan reaktor daya selama umur reaktor daya di wilayah tersebut harus diperiksa.
3. Setiap sumber potensial yang relevan disyaratkan untuk diidentifikasi dan dikaji untuk menentukan interaksi potensial dengan personil, struktur, sistem dan komponen yang terkait dengan keselamatan.
4. Pada situasi tertentu, kejadian kecil (*minor*) dapat mengakibatkan efek yang parah. Oleh karena itu pada saat mengevaluasi kebutuhan untuk perlindungan terhadap efek tersebut, perlu mempertimbangkan prosedur operasi reaktor daya dan upaya administratif yang direkomendasikan.
5. Prakiraan mengenai kemungkinan pengembangan wilayah selama umur reaktor daya yang diantisipasi harus dibuat, dengan mempertimbangkan tingkat kendali administrasi pada kegiatan di dalam wilayah tapak. Dalam hal ini harus diterima adanya kenyataan bahwa teknologi pada industri kimia dan petrokimia, demikian juga kepadatan lalu lintas dapat berkembang dengan pesat.
6. Apabila perlindungan terhadap kejadian eksternal akibat ulah manusia tidak terpenuhi dengan solusi rekayasa yang memadai, maka:
 - a. tapak harus dianggap tidak layak pada tahap pemilihan tapak;
 - b. untuk reaktor daya yang telah ada, harus dilakukan upaya administratif yang memadai.
7. Pada tahap evaluasi tapak, hal-hal yang berkaitan dengan penerimaan masyarakat harus juga dipertimbangkan.
8. Program jaminan mutu harus dibuat dan dilaksanakan terhadap barang, jasa, dan proses yang mungkin berdampak pada keselamatan dan berada dalam lingkup Peraturan Kepala BAPETEN ini.

9. Program jaminan mutu harus dilaksanakan untuk memastikan kegiatan berikut ini dilakukan dan didokumentasikan dengan sebagaimana mestinya, yaitu:
 - a. Pengumpulan data;
 - b. Pemrosesan data;
 - c. Pekerjaan lapangan dan laboratorium;
 - d. Studi, evaluasi dan analisis; dan
 - e. Semua kegiatan lain yang diperlukan.

BAB II

PENGUMPULAN DATA DAN INVESTIGASI

A. Jenis Sumber Potensial

10. Sumber kejadian eksternal akibat ulah manusia diklasifikasikan sebagai:
 - a. Sumber tidak bergerak, yaitu sumber yang lokasi mekanisme pemicunya (pusat ledakan, titik pelepasan gas eksplosif atau gas beracun) tetap, misalnya pabrik kimia, kilang minyak, depo penyimpanan, dan fasilitas nuklir yang lain pada tapak yang sama.
 - b. Sumber bergerak, yaitu sumber yang lokasi mekanisme pemicunya tidak tetap, misalnya berbagai sarana transportasi untuk bahan berbahaya dan beracun atau untuk proyektil potensial, misalnya melalui jalan raya, jalur kereta api, jalur air, jalur pipa. Dalam hal ini, suatu kejadian ledakan atau suatu pelepasan material berbahaya dapat terjadi di setiap tempat sepanjang jalan atau jalur transportasi yang lain atau jalur pipa.

B. Identifikasi Sumber Potensial

11. Semua instalasi pada tahap konstruksi, operasi, dan/atau dekomisioning yang menangani, memproses, atau menyimpan bahan berbahaya dan beracun harus diidentifikasi sebagai sumber bahaya antara lain:
 - a. bahan eksplosif;
 - b. bahan mudah terbakar (*flammable*);
 - c. bahan korosif;
 - d. bahan beracun, atau zat radioaktif;
12. Besarnya bahaya tidak berhubungan langsung dengan ukuran besarnya instalasi, namun pertimbangan yang dilakukan adalah berhubungan dengan jumlah maksimum bahan berbahaya dan beracun yang ada pada waktu tertentu dan proses yang menggunakan bahan tersebut.
13. Penjalaran kecelakaan misalnya kebakaran yang menyebar dari satu tangki ke tangki yang lain, harus dipertimbangkan.
14. Jalur pipa untuk bahan berbahaya dan beracun harus dimasukkan ke dalam kategori yang diidentifikasi.

15. Sumber lain yang dipertimbangkan adalah lokasi konstruksi (*construction yards*), pertambangan dan penggalian dengan menggunakan dan menyimpan bahan eksplosif serta dapat menyebabkan penyumbatan sementara aliran air, sehingga memungkinkan terjadinya banjir atau turunnya tanah pada tapak.
16. Dengan adanya kemungkinan jatuhnya pesawat, harus dibuat suatu studi mengenai bandar udara berikut pola lepas landas, pola pendaratan dan pola penangguhannya (*holding patterns*), frekuensi penerbangan, dan jenis pesawat terbang dan koridor lalu lintas udara juga harus diperhitungkan.
17. Pengangkutan bahan berbahaya dan beracun melalui laut atau jalur air di daratan yang dapat memberikan bahaya harus diperhitungkan. Wadah (*vessel*) berikut dengan muatan dan serpihannya (*water borne debris*), dapat berpotensi menghalangi secara mekanik atau merusak instalasi air pendingin yang dapat mempengaruhi pembuangan panas akhir.
18. Untuk menghindari terjadinya kecelakaan lalu-lintas laut di pantai atau pelabuhan, maka antara lain jalur pelayaran dekat tapak harus diidentifikasi.
19. Jalur kereta api barang dan lalu-lintas jalan raya, termasuk muatannya, adalah sumber potensial yang harus diberi perhatian khusus, terutama pada:
 - a. jalur padat;
 - b. persimpangan jalan;
 - c. area berkumpulnya kendaraan (terminal, pangkalan, stasiun); dan
 - d. area bongkar-muat.
20. Pada instalasi militer yang harus dipertimbangkan sebagai sumber bahaya yang potensial yaitu:
 - a. instalasi yang menangani, menyimpan dan menggunakan bahan berbahaya dan beracun;
 - b. kegiatan berbahaya misalnya latihan menembak;
 - c. pangkalan udara militer dan sistem lalu-lintas terkait, termasuk area pelatihan,
21. Dalam menguji kelayakan suatu tapak ditinjau dari kejadian eksternal akibat ulah manusia, harus diperhatikan juga kegiatan manusia yang masih berada pada tahap perencanaan, misalnya lahan yang akan dikembangkan secara komersial. Kegiatan tersebut dapat menyebabkan meningkatnya risiko radiologis

atau cenderung menjadi sumber kejadian interaksi yang pada saat ini diperkirakan tidak melampaui Tingkat Kebolehjadian Penapisan (*Screening Probability Level / SPL*), namun di masa datang dapat berkembang mencapai tingkat tersebut.

B.1. Efek dan Parameter Terkait

22. Sumber kejadian akibat ulah manusia yang disebutkan sebelumnya dapat menyebabkan kejadian yang menghasilkan efek berikut:
 - a. gelombang tekanan udara dan angin;
 - b. proyektil;
 - c. panas (api);
 - d. asap dan debu;
 - e. gas beracun dan asfiksia;
 - f. kerusakan kimia karena gas, aerosol atau cairan yang bersifat korosif atau radioaktif;
 - g. getaran tanah;
 - h. banjir atau kekurangan air;
 - i. amblesan tanah (turun) dan/atau tanah longsor;
 - j. interferensi elektromagnetik; dan
 - k. arus *eddy* (*eddy current*) ke dalam tanah.
23. Beberapa efek sebagaimana dimaksud pada angka 22 berpengaruh lebih besar terhadap keselamatan dibandingkan yang lain. Efek tersebut dapat mempengaruhi reaktor daya maupun terhadap *item* yang penting untuk keselamatan, misalnya:
 - a. mempengaruhi ketersediaan jalur evakuasi sehingga tapak kehilangan hubungan dengan area yang aman di dalam wilayah tapak;
 - b. mempengaruhi opsi pelaksanaan prosedur kedaruratan sehingga jalan masuk operator dapat terganggu; dan
 - c. mempengaruhi ketersediaan jaringan luar dan pembuangan panas akhir.
24. Untuk menggambarkan gagasan mengenai mekanisme interaksi, urutan kejadian dan efek utama yang dihasilkan disajikan pada Tabel I – III.

- a. Tabel I menyajikan fasilitas dan sistem transport yang harus diinvestigasi, fitur relevan dan kejadian awal yang dihasilkan.
- b. Tabel II menyajikan penalaran kejadian awal dan dampaknya yang mungkin terhadap reaktor daya.
- c. Tabel III memberikan informasi mengenai dampak dan akibat kejadian awal terhadap reaktor daya.

Tabel I. Identifikasi Sumber Dan Kejadian Awal Yang Terkait

No.	Fasilitas dan Sistem Transpor yang Diinvestigasi	Fitur relevan dengan Fasilitas dan Lalu lintas	Kejadian Awal
A	SUMBER TIDAK BERGERAK		
1	(a) Kilang minyak; (b) Pabrik instalasi kimia; (c) Depo penyimpanan; (d) Jaringan transmisi penyiaran; (e) Operasi penambangan; atau penggalian, eksploitasi hutan; (f) Fasilitas nuklir lainnya, (g) Peralatan yang berputar dengan energi tinggi	a. Kuantitas dan sifat bahan b. Diagram alir proses yang melibatkan bahan berbahaya c. Karakteristik meteorologi dan topografi dari wilayah d. Upaya proteksi yang terdapat pada instalasi	a. Ledakan b. Kebakaran c. Pelepasan bahan yang mudah menyala, bahan eksplosif, bahan asfiksia, bahan korosif, bahan beracun, atau zat radioaktif d. Tanah runtuh, amblesan e. Projektil f. Interferensi/gangguan elektromagnetik g. Arus <i>eddy</i> di dalam tanah
2	Fasilitas militer (permanen dan sementara)	a. Jenis kegiatan b. Jumlah bahan berbahaya dan beracun c. Fitur kegiatan berbahaya	a. Lontaran projektil b. Ledakan c. Kebakaran d. Pelepasan bahan yang mudah menyala, bahan eksplosif, bahan asfiksia, bahan korosif, bahan beracun, atau zat radioaktif

B	SUMBER BERGERAK		
1	<ul style="list-style-type: none"> a. Kereta penumpang dan barang; b. Kendaraan darat; c. Kapal laut; d. Kapal tongkang; dan e. Jalur pipa 	<ul style="list-style-type: none"> a. Rute perjalanan dan frekuensi perjalanan b. Jenis dan jumlah bahan berbahaya yang terkait dengan setiap pengangkutan c. Tata letak jalur pipa, termasuk stasiun pemompaan, katup isolasi d. Karakteristik kendaraan (termasuk langkah-langkah proteksi) e. Karakteristik meteorologi dan topografi dari wilayah 	<ul style="list-style-type: none"> a. Ledakan b. Kebakaran c. Pelepasan bahan yang mudah menyala, bahan eksplosif, bahan asfiksia, bahan korosif, bahan beracun, atau zat radioaktif d. Penyumbatan, kontaminasi (misalnya dari tumpahan minyak) atau kerusakan pada struktur penghisap air (<i>water intake</i>) e. Dampak kendaraan yang tergelincir
2	Zona bandara	<ul style="list-style-type: none"> a. Lalu lintas udara dan frekuensi penerbangan b. Jenis dan karakteristik pesawat udara c. Karakteristik landas pacu 	Penerbangan abnormal yang mengarah kepada jatuhnya pesawat
3	Koridor lalu lintas udara dan zona penerbangan (militer maupun sipil)	<ul style="list-style-type: none"> a. Frekuensi penerbangan b. Jenis dan karakteristik pesawat terbang c. Karakteristik dari jalur lalu lintas udara 	Penerbangan abnormal yang mengarah kepada jatuhnya pesawat

TABEL II. Penjalaran Kejadian Dan Dampak Terhadap Reaktor Daya

No	Kejadian Awal	Penjalaran kejadian	Dampak yang mungkin pada setiap kejadian terhadap reaktor daya (nomor di bawah ini mengacu pada Tabel III)
1	Ledakan (deflagrasi dan detonasi)	<ul style="list-style-type: none"> a. Gelombang tekanan akibat ledakan b. Proyektil c. Asap, gas dan debu yang ditimbulkan pada peledakan dapat terbawa ke arah reaktor daya d. Nyala dan kebakaran terkait 	(1)(2) (3) (4) (5) (6) (7)
2	Kebakaran (Eksternal)	<ul style="list-style-type: none"> a. Bunga api dapat menimbulkan kebakaran lain b. Abu dan gas pembakaran yang berasal dari kebakaran dapat terbawa ke arah reaktor daya c. Panas (fluks termal) 	(3) (4) (5) (6)
3	Pelepasan bahan mudah menyala, bahan eksplosif, bahan asfiksia, bahan korosif, bahan berbahaya beracun, atau zat radioaktif	<ul style="list-style-type: none"> a. Awan atau cairan dapat terbawa ke arah reaktor daya dan terbakar atau meledak sebelum atau sesudah mencapai reaktor daya, di luar atau di dalam reaktor daya. b. Awan atau cairan juga dapat bermigrasi ke dalam area tempat operator atau peralatan yang terkait dengan keselamatan, sehingga baik operator maupun peralatan tersebut tidak dapat berfungsi menjalankan tugasnya. 	(1) (2) (3) (4) (5) (6)
4	a. Jatuhnya pesawat atau jalur penerbangan yang tidak	<ul style="list-style-type: none"> a. Proyektil b. Kebakaran c. Ledakan tangki bahan bakar 	(1) (2) (3) (4) (5) (6)

	normal yang mengarah kepada jatuhnya pesawat, tabrakan antar pesawat terbang, proyektil b. Benturan oleh kendaraan		
5	Tanah runtuh (<i>ground collapse</i>)	a. Tanah runtuh b. Gangguan terhadap sistem air pendingin	(7) (8) (9)
6	Penyumbatan atau kerusakan pada struktur pengambilan air pendingin	Gangguan terhadap sistem air pendingin	(12)
7	Interferensi elektromagnetik	Medan elektromagnetik di sekitar peralatan listrik	(10)
8	Arus <i>eddy</i> ke dalam tanah	Tegangan listrik (<i>electric potential</i>) di dalam tanah	(11)

TABEL III. Dampak Dan Akibat Terhadap Reaktor Daya

No	Dampak	Parameter	Akibat
1	Gelombang Tekanan	Tekanan berlebih setempat pada reaktor daya sebagai fungsi waktu	Runtuhnya bagian-bagian struktur atau gangguan (<i>disruption</i>) sistem dan komponen.
2	Proyektil	a. Massa b. Kecepatan c. Bentuk d. Ukuran e. Jenis bahan f. Fitur struktur g. Sudut benturan	a. Penetrasi, perforasi atau pengelupasan (<i>spalling</i>) struktur atau gangguan sistem dan komponen. b. Runtuhnya bagian-bagian struktur atau gangguan sistem dan komponen. c. Vibrasi yang mengakibatkan sinyal palsu dalam peralatan
3	Panas	Fluks panas maksimum dan jangka waktu.	a. Menurunnya tingkat layak-huni ruang kendali. b. Gangguan pada sistem atau komponen c. Terbakarnya bahan mudah terbakar
4	Asap dan debu	Komposisi Konsentrasi dan jumlah sebagai fungsi waktu	a. Penyumbatan filter hisap b. Menurunnya tingkat layak-huni ruang kendali, ruang instalasi penting lainnya, dan area yang kena pengaruh.
5	Bahan asfiksia dan bahan beracun	Konsentrasi dan jumlah sebagai fungsi waktu Toksitasitas dan batasan	a. Ancaman terhadap kehidupan dan

		asfiksia	<p>kehatan manusia dan menurunnya tingkat layak-huni area yang terkait keselamatan.</p> <p>b. Hambatan terhadap terpenuhinya fungsi keselamatan oleh operator</p>
6	Cairan, gas dan aerosol korosif dan radioaktif	<p>Konsentrasi dan jumlah sebagai fungsi waktu</p> <p>Batasan korosif dan radioaktif</p> <p>Tempat asal usul (laut, darat)</p>	<p>a. Ancaman terhadap kehidupan dan kehatan manusia dan menurunnya tingkat layak-huni area yang terkait keselamatan</p> <p>b. Korosi dan gangguan terhadap sistem atau komponen</p> <p>c. Hambatan terhadap terpenuhinya fungsi keselamatan oleh operator</p>
7	Getaran tanah	Spektrum respon	Kerusakan mekanis
8	Banjir atau kekeringan	<p>Ketinggian permukaan air sebagai fungsi waktu</p> <p>Laju alir</p>	Kerusakan terhadap struktur, sistem dan komponen
9	Amblesan (<i>Subsidence</i>)	<p>Penurunan (<i>settlement</i>), pergeseran diferensial (<i>differential displacement</i>), laju penurunan</p>	Runtuhnya struktur atau gangguan sistem dan komponen termasuk pipa dan kabel yang terpendam.
10	Interferensi elektromagnetik	Pita frekuensi dan energi	Sinyal palsu pada peralatan listrik
11	Arus <i>eddy</i> ke dalam tanah	Intensitas dan jangka waktu	Korosi pada komponen logam di dalam tanah

			Gangguan pentanahan
12	Kerusakan pada pengambilan air	Bobot kapal, laju alir dan area dampak, derajat penyumbatan	Tidak tersedianya air pendingin

C. Pengumpulan Informasi

25. Pengumpulan informasi harus dimulai sejak dini untuk memungkinkan identifikasi sumber potensial dari kejadian eksternal yang dipengaruhi oleh manusia pada tahap pemilihan tapak di dalam wilayah. Jika tapak potensial telah diidentifikasi, diperlukan informasi lebih rinci untuk identifikasi bahaya yang relevan dengan kejadian eksternal yang dipengaruhi oleh manusia dan untuk penyediaan data bagi penyusunan parameter dasar desain (tahap karakterisasi tapak).
26. Selama umur reaktor daya dari tahap pra-operasi dan tahap pengoperasian, data yang tersedia harus lebih banyak berasal dari pemantauan tapak untuk dipergunakan dalam pengkajian keselamatan secara berkala.
27. Daftar sumber yang ada di wilayah harus dipersiapkan dan dibagi ke dalam kategori yang berbeda, misal sumber tidak bergerak dan bergerak. Luasnya wilayah yang diperiksa harus ditentukan untuk setiap jenis sumber. Hal ini bergantung pada berbagai faktor, termasuk jenis, jumlah dan kondisi bahan berbahaya dan beracun yang terlibat dan sumber bergerak yang ada. Biasanya wilayah tersebut terbentang beberapa kilometer dari tapak, tetapi dalam beberapa hal jarak ini dapat menjadi lebih besar. Prosedur identifikasi dan pengelompokan awal harus dilakukan yaitu pada tahap awal investigasi, informasi yang harus dikumpulkan berupa informasi lebih lanjut terhadap bahaya yang terkait dengan sumber yang ada.
28. Informasi mengenai fasilitas dan kegiatan yang ada dan yang direncanakan di dalam wilayah harus diperoleh dari:
 - a. peta;
 - b. laporan yang dipublikasikan;
 - c. instansi pemerintah atau swasta; dan
 - d. perorangan yang dapat memberikan pengetahuan tentang karakteristik area setempat.

29. Informasi dalam angka 28, dan informasi yang diperoleh dari investigasi langsung terhadap fasilitas yang berpotensi memberi dampak terhadap reaktor daya, harus diverifikasi dan diperiksa, untuk mengidentifikasi kegiatan apa saja yang harus diinvestigasi lebih rinci.
30. Jika sumber potensial telah diidentifikasi, sumber tersebut harus dianalisis dan faktor-faktor terkait misalnya besarnya kejadian yang potensial, kebolehjadian kemunculan kejadian, dan jarak antara tempat kejadian dan tapak harus dievaluasi (sejauh faktor-faktor tersebut siap untuk ditentukan). Selanjutnya harus ditetapkan sumber dan kejadian yang penting dan akan dipergunakan di dalam evaluasi kelayakan tapak dan di dalam desain atau pengkajian reaktor daya.
31. Pengkajian kebolehjadian kemunculan suatu kejadian yang berdampak terhadap reaktor daya harus dimulai dari evaluasi kebolehjadian kejadian awal, dan dilanjutkan dengan pertimbangan kepada kombinasi yang sesuai dari kebolehjadian rangkaian kejadian yang mengarah kepada interaksi dengan personil dan *item* yang penting untuk keselamatan.
32. Kategori kejadian interaksi secara umum, sering dihadapkan pada ketidakcukupan mengenai informasi wilayah yang diperlukan untuk evaluasi yang andal terhadap kebolehjadian kemunculan dan tingkat keparahan kejadian. Nilai yang diperoleh harus diuji untuk menentukan perlu tidaknya data tersebut ditetapkan, untuk mengkompensasi karakteristik yang tidak umum dari tapak dan lingkungan sekitarnya. Dalam hal pada tingkat lokal tidak tersedia dasar untuk perhitungan tingkat keparahan efek kejadian eksternal akibat ulah manusia, semua informasi dan asumsi yang tersedia tentang jenis kejadian yang khusus harus diperoleh pada tingkat global, sehingga dasar desain dapat ditetapkan melalui pembenaran teknis.

D. Sumber Tidak Bergerak

33. Bahaya terhadap reaktor daya dari sumber tidak bergerak misal dari instalasi industri dan depo penyimpanan mempunyai potensi terjadinya ledakan, kebakaran dan terbentuknya awan gas dan debu.

34. Informasi yang diperlukan untuk pertimbangan bahaya yang disebabkan oleh sumber tidak bergerak meliputi:
 - a. jenis dan jumlah bahan berbahaya dan beracun yang ada dalam penyimpanan, proses atau transit.
 - b. kondisi fisik penyimpanan dan tahapan proses;
 - c. dimensi bejana utama, tempat penyimpanan atau bentuk lain penyungkup (*containment*);
 - d. lokasi penyungkup;
 - e. konstruksi dan sistem isolasi;
 - f. kondisi operasi termasuk frekuensi perawatan; dan
 - g. fitur keselamatan aktif dan pasif.
 35. Semua informasi tentang kecelakaan dan kegagalan harus dikumpulkan dengan memperhitungkan fitur keselamatan aktif dan pasif, termasuk informasi tentang kemungkinan terjadinya interaksi antara:
 - a. material dalam penyimpanan yang berbeda; atau
 - b. material dalam proses, yang secara signifikan dapat mengakibatkan bahaya lebih besar.
 36. Data statistik tentang meteorologi wilayah seperti halnya informasi tentang karakteristik meteorologi dan topografi lokal di area antara lokasi sumber potensi bahaya dan tapak reaktor daya harus tersedia untuk dipergunakan dalam pembuatan evaluasi realistik.
 37. Informasi tambang dan galian berpotensi bahaya yang menggunakan bahan peledak dalam eksploitasi sehingga dapat menimbulkan gelombang tekanan, proyektil, getaran tanah, tanah runtuh, dan tanah longsor harus diidentifikasi dan diperkirakan. Informasi tentang galian dan tambang harus diperoleh pada waktu masa lalu, sekarang, dan masa mendatang termasuk jumlah maksimum bahan peledak yang mungkin tersimpan di setiap lokasi.
 38. Informasi tentang karakteristik geologi dan geofisik pada bawah permukaan (*subsurface*) di dalam area harus diperoleh untuk menjamin bahwa reaktor daya tersebut aman dari tanah runtuh atau tanah longsor akibat kegiatan dalam
- angka 36

39. Kesulitan dapat timbul saat mengumpulkan dan mengevaluasi informasi pada fasilitas militer, termasuk instalasi pendukung, dalam hal pemanfaatan area pelatihan dan kegiatan militer lainnya. Meskipun demikian, pengumpulan dan evaluasi informasi tersebut merupakan *item* yang penting untuk keselamatan. Hubungan antara otoritas sipil dan militer harus terjalin dengan baik untuk menjamin bahwa pemilihan tapak telah didukung dengan baik dan bahwa parameter dasar desain telah dievaluasi dengan memperhatikan kegiatan militer yang dapat membahayakan reaktor daya.

E. Sumber Bergerak

40. Bahaya terhadap reaktor daya yang berasal dari transportasi (jalan raya, jalur kereta, laut, jalur sungai dan danau) dan jalur pipa serupa dengan bahaya yang ditimbulkan oleh instalasi industri, kegiatan transportasi bahan berbahaya dan beracun dalam tapak yang relevan dengan fasilitas lain harus dipertimbangkan.
41. Lalu lintas udara menimbulkan jenis bahaya yang berbeda dengan transportasi dan jalur pipa, karena adanya kemungkinan pesawat terbang jatuh ke reaktor daya.
42. Informasi mengenai sumber bergerak di dalam wilayah harus dikumpulkan untuk menentukan :
- a. lokasi kemungkinan sumber-sumber kejadian eksternal akibat ulah manusia yang berkaitan dengan sistem transportasi.
 - b. kebolehjadian kemunculan dan tingkat keparahan kejadian.

E.1. Transportasi dan jalur pipa

43. Informasi mengenai fasilitas lalu lintas di wilayah harus dikumpulkan, termasuk:
- a. dermaga (*port*);
 - b. pelabuhan;
 - c. kanal (*canals*);
 - d. kanal buatan (*dredged channels*);
 - e. depo kereta api;
 - f. area bongkar muat angkutan;
 - g. persimpangan yang padat; dan

- h. rute lalu lintas yang terkait dengan tapak.
- 44. Informasi mengenai karakteristik arus lalu lintas di dalam wilayah harus dikumpulkan, misalnya:
 - a. sifat, jenis, dan kuantitas material yang diangkut sepanjang rute dalam mekanisme transpor tunggal;
 - b. ukuran, jumlah, dan jenis pengangkut;
 - c. kecepatan, sistem kendali dan peralatan keselamatan; dan
 - d. statistik kecelakaan termasuk konsekuensinya.
- 45. Informasi serupa dengan angka 43 untuk jalur pemipaan harus dikumpulkan, misalnya:
 - a. sifat bahan;
 - b. kapasitas aliran;
 - c. tekanan internal;
 - d. jarak antar katup atau stasiun pompa;
 - e. fitur keselamatan; dan
 - f. rekaman kecelakaan termasuk konsekuensinya.

E.2. Lalu lintas udara

- 46. Pengumpulan informasi lalu-lintas udara harus mencakup lokasi bandar udara dan koridor udara di dalam wilayah, pola lepas landas dan pendaratan pesawat berikut pola penanganannya, jenis alat peringatan dan alat kendali yang tersedia, jenis dan karakteristik pesawat, dan frekuensi penerbangannya.
- 47. Informasi lalu lintas penerbangan sipil dan militer harus dikumpulkan, termasuk area pelatihan pesawat militer yang mungkin menunjukkan frekuensi jatuhnya pesawat yang cukup tinggi di sekitar dan area latihan terbang rendah.

F. Peta Sumber Bahaya

- 48. Peta sumber bahaya harus dibuat dengan menunjukkan lokasi dan jarak reaktor daya terhadap semua sumber teridentifikasi dalam tahap pengumpulan data, yang mempunyai potensi bahaya terhadap tapak, misalnya:
 - a. instalasi kimia;
 - b. kilang;
 - c. fasilitas penyimpanan;

- d. lokasi konstruksi (*construction yards*);
 - e. tambang dan galian;
 - f. fasilitas militer;
 - g. sarana transportasi (udara, darat, dan air);
 - h. fasilitas transportasi misalnya dok, pelabuhan, area bongkar muat, area tempat berkumpulnya kendaraan (terminal, pangkalan, stasiun) dan bandar udara;
 - i. jalur pemipaan cairan, dan gas berbahaya dan beracun; dan
 - j. instalasi pengeboran dan sumur minyak.
49. Fasilitas lain yang dinilai secara potensial memberi efek merugikan terhadap reaktor daya karena produk yang dihasilkan, ditangani, dan disimpan di dalam fasilitas atau diangkut ke fasilitas tersebut harus diidentifikasi dan ditunjukkan dalam peta.
50. Setelah evaluasi terhadap sumber potensial dan penetapan kejadian dasar desain, versi terakhir dari peta sumber bahaya harus dibuat dengan memasukkan semua data sumber bahaya yang berkaitan dengan kejadian interaksi yang telah dipertimbangkan.
51. Peta sumber bahaya harus menggambarkan perkembangan kegiatan manusia yang dapat diantisipasi, yang secara potensial dapat mempengaruhi keselamatan selama umur reaktor daya yang direncanakan.
52. Informasi relevan harus didapatkan dengan memperhatikan rencana pengembangan wilayah.

BAB III

PROSEDUR PENAPISAN DAN EVALUASI

A. Prosedur Umum

53. Informasi yang dikumpulkan pada awalnya digunakan untuk penapisan dua tahap dalam rangka mengeliminasi sumber yang tidak perlu dipertimbangkan lebih lanjut, berdasarkan jarak atau kebolehjadian. Penapisan awal ini dapat dilakukan dengan menggunakan nilai jarak penapisan (*screening distance value/SDV*) dan/atau dengan mengevaluasi kebolehjadian kemunculan kejadian apabila data yang tersedia.
54. Untuk beberapa sumber, studi deterministik sederhana yang didasarkan pada informasi mengenai jarak dan karakteristik sumber dapat dianggap cukup untuk menunjukkan bahwa tidak akan ada kejadian interaksi penting dapat muncul. Dengan memanfaatkan analisis tersebut, dapat dimungkinkan pemilihan SDV untuk suatu jenis sumber. Efek sumber terhadap tapak dapat diabaikan apabila hasil analisis menunjukkan nilainya di luar SDV.
55. Kriteria penapisan yang ke dua didasarkan pada kebolehjadian kemunculannya. Nilai batas kebolehjadian kemunculan kejadian tahunan yang memberikan potensi konsekuensi radiologis disebut tingkat kebolehjadian penapisan (*screenings probability level/ SPL*).

Kejadian awal dengan kebolehjadian kemunculan yang lebih kecil dari pada tingkat kebolehjadian penapisan ini tidak perlu dipertimbangkan lebih lanjut, terlepas dari konsekuensi yang ditimbulkannya.
56. Prosedur desain untuk reaktor daya pada umumnya adalah deterministik sehingga dasar desainnya dianggap perancang dapat untuk melakukan evaluasi titik tunggal (*single point evaluation*) terhadap distribusi probabilistik dari efek interaksi pada reaktor daya. Keraguan terhadap kualitas data dalam hal akurasi, keberlakuan, kelengkapan, atau kuantitas kadang menyebabkan tidak dapat digunakannya kriteria probabilistik kuantitatif dalam menentukan apakah dasar desain perlu disusun untuk kejadian tertentu atau untuk suatu urutan kejadian, atau apakah perlu dilakukan eliminasi terhadap kejadian-kejadian tersebut (dengan cara penapisan). Dalam hal yang demikian, pendekatan yang pragmatis

berdasarkan pertimbangan ahli harus diambil dalam memutuskan kejadian atau urutan kejadian yang perlu dipertimbangkan di dalam evaluasi bahaya secara rinci.

57. Untuk setiap jenis sumber atau kejadian yang tidak tereliminasi oleh kedua tahap penapisan, evaluasi yang lebih rinci harus dilakukan.
58. Informasi yang cukup rinci yang dipergunakan untuk menunjukkan penerimaan tapak dalam kaitannya dengan kejadian eksternal akibat ulah manusia dan yang dipergunakan untuk menentukan bahaya yang relevan harus dikumpulkan. Pada Gambar 1 memperlihatkan diagram alir tahapan dalam prosedur penapisan awal dan evaluasi secara rinci.

B Penapisan Awal

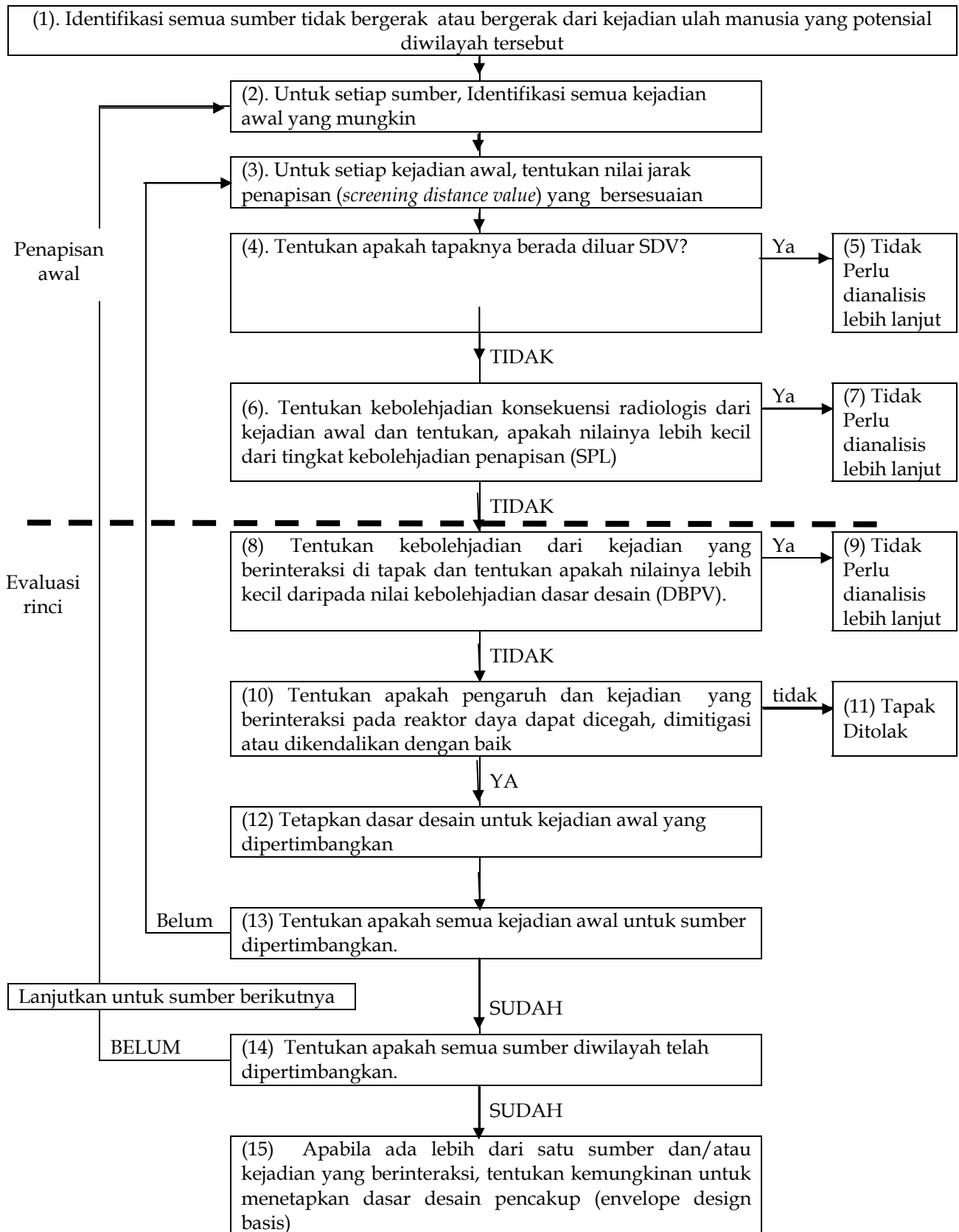
59. Prosedur yang sederhana dapat digunakan dalam penapisan awal sumber dan kejadian interaksi. Titik awalnya adalah identifikasi semua sumber tidak bergerak maupun bergerak dari kejadian eksternal akibat ulah manusia yang potensial di dalam wilayah, dan semua kejadian awal untuk masing-masing sumber, seperti dinyatakan di dalam Bab II (lihat Gambar 1, kotak 1 dan 2).
60. Sesudah langkah sebagaimana dimaksud pada angka 59, SDV untuk tiap-tiap jenis sumber (tidak bergerak dan bergerak) harus ditentukan dengan menggunakan pendekatan konservatif sehingga pengaruh kejadian interaksi yang berada di luar jarak ini tidak perlu diperhitungkan lebih lanjut (lihat Gambar 1, kotak 3). Penentuan SDV harus memperhitungkan keparahan dan luasnya cakupan kejadian, serta karakteristik yang diharapkan dari reaktor daya yang akan dibangun di tapak. Untuk tahap awal pemilihan tapak, karakteristik ini dapat dianggap sebagai karakteristik desain reaktor daya standar. Untuk kejadian awal yang dipertimbangkan, tidak perlu dilakukan tindakan lebih lanjut apabila tapak berada di luar SDV (lihat Gambar 1, kotak 4 dan 5).
61. Apabila tapak berada di dalam SDV untuk kejadian awal yang dipertimbangkan, kebolehjadian kemunculan kejadian awal tersebut harus dihitung dan dibandingkan dengan SPL yang ditetapkan (lihat Gambar 1, kotak 6).
62. Apabila kebolehjadian kemunculan kejadian yang dikaji lebih kecil dari pada SPL, tidak perlu dilakukan analisis lebih lanjut (lihat Gambar 1, kotak 7).

63. SPL harus dipilih secara hati-hati, karena risiko radiologis yang berkaitan dengan kejadian eksternal akibat ulah manusia harus tidak melampaui rentang risiko radiologis untuk kecelakaan dengan penyebab dari dalam atau dari luar.
64. Besarnya nilai risiko radiologis dari kejadian awal di dalam dan di luar reaktor mengikuti ketentuan yang ditetapkan oleh Kepala BAPETEN.
65. Keabsahan pendekatan SPL bergantung pada asumsi bahwa kebolehjadian kemunculan suatu kejadian interaksi yang cukup rendah akan mengkompensasi dengan baik bahaya yang timbul dari kejadian tersebut. Kejadian yang menimbulkan bahaya yang besar, juga bersifat katastrofik, harus tidak dieliminasi kecuali bila kebolehjadiannya cukup jauh di bawah SPL.
66. Apabila terdapat ketidakpastian yang tinggi dari evaluasi probabilistik atau karena adanya keberatan dari sebagian penduduk, untuk kejadian yang menimbulkan bahaya besar harus dipertimbangkan pada dua pendekatan, sebagai berikut :
 - a. Pada tahap pertama, kejadian-kejadian dengan dampak besar dievaluasi untuk dipertahankan atau dieliminasi secara probabilistik; dan
 - b. Pada tahap ke dua, tak bergantung terhadap hasil tahap pertama dan dengan cara deterministik murni, nilai parameter desain yang lebih rendah dari nilai maksimum yang dapat dipertimbangkan dan sesuai dengan praktik rekayasa yang baik dimasukkan ke dalam dasar desain untuk melindungi reaktor daya dari kejadian generik tersebut di atas.

Evaluasi probabilistik rinci terhadap risiko dengan tingkat deterministik lebih rendah tidak perlu dilakukan dan skenarionya secara langsung dimasukkan ke dalam dasar desain.
67. Pendekatan yang direkomendasikan angka 66 harus diikuti dengan memperhitungkan hal-hal berikut:
 - a. Ketidakpastian dalam penaksiran kurva intensitas beban terhadap kebolehjadian. Keandalan metode ini terutama dipengaruhi oleh ketidakpastian dalam ekstrapolasi data historis ke tingkat kebolehjadian yang sangat rendah, misalnya ketidakpastian yang berkaitan dengan SPL. Pendekatan statistik yang tepat harus diambil, dan perbandingan harus dibuat dengan statistik yang ekuivalen dengan statistik yang digunakan

untuk kejadian lain dan untuk fasilitas jenis lain dalam wilayah dengan tingkat risiko yang serupa.

- b. Perbedaan antara kebolehjadian dimulainya kejadian awal dan kebolehjadian efek interaksi terhadap reaktor daya sesudah terjadi penyebaran efek tersebut dari sumber ke tapak.
- c. Jumlah sumber kejadian eksternal akibat ulah manusia yang kebolehjadian estimasi individualnya (untuk masing-masing sumber) untuk kejadian interaksi dengan jenis yang sama mungkin lebih rendah dari pada SPL tetapi estimasi kebolehjadian totalnya (untuk seluruh sumber) dapat melampauinya.



Gambar 1 . Diagram Alir Tahapan Dalam Prosedur Penapisan Awal Dan Evaluasi Rinci

C. Evaluasi Rinci

68. Dalam hal kebolehjadian kemunculan kejadian awal yang dipertimbangkan lebih besar dari pada nilai SPL yang ditetapkan, evaluasi rinci harus dilakukan. Hal ini berarti kejadian interaksi terkait harus ditentukan, demikian juga kebolehjadian kemunculan.
69. Dalam hal kejadian interaksi sudah diidentifikasi, batas atas harus ditetapkan untuk kebolehjadian maksimum yang menandakan bahwa kejadian ini akan menyebabkan konsekuensi radiologis yang tidak dapat diterima. Batas atas ini, disebut sebagai nilai kebolehjadian maksimum (*Conditional Probability Value/ CPV*), harus secara konservatif dievaluasi untuk tipe reaktor daya tertentu yang dipertimbangkan.
70. Dalam hal pemilihan nilai titik tunggal pada distribusi probabilistik, umumnya untuk kejadian interaksi, pembuatan rekomendasi yang konsisten dalam tahap desain dan konstruksi harus diperhatikan. Sebagai contoh, kemampuan bahan harus dipilih sesuai dengan asumsi bahwa kebolehjadian timbulnya kejadian tersebut dapat terlampaui karena keandalan desain keseluruhan sangat bergantung pada kombinasi kedua asumsi yaitu definisi mengenai kejadian dan kemampuan bahan.
71. Nilai kebolehjadian dasar desain (*design basis probability value/ DBPV*) untuk kejadian interaksi yang dipertimbangkan harus diperoleh melalui pembagian SPL dengan CPV.
72. Kebolehjadian kemunculan kejadian interaksi harus dibandingkan dengan DBPV yang diperoleh dari kejadian interaksi yang dipertimbangkan. Salah satu dari dua situasi berikut dapat muncul (Gambar 1, kotak 8), yaitu :
 1. Dalam hal kebolehjadiannya lebih rendah dari pada DBPV, tidak perlu diberikan pertimbangan lebih lanjut terhadap kejadian tersebut (lihat Gambar 1, kotak 9).
 2. Dalam hal kebolehjadiannya lebih besar dari pada DBPV, harus dilakukan evaluasi untuk menetapkan apakah pengaruh dari kejadian interaksi pada reaktor daya dapat dibatasi dengan cara mencegah atau memitigasinya, atau dengan melakukan upaya teknis atau pengendalian administratif (lihat Gambar 1, kotak 10). Apabila cara tersebut berhasil, evaluasi bahaya rinci

untuk kejadian interaksi tersebut harus dilakukan dan kejadian interaksi harus dianggap sebagai suatu kejadian awal terpostulasi dalam analisis keselamatan reaktor daya; apabila cara yang dilakukan gagal, tidak harus ditolak (lihat Gambar 1 kotak 11).

73. Penyebab utama kejadian awal terpostulasi dapat berupa kegagalan peralatan dan kesalahan operator (baik di dalam maupun di luar fasilitas), kejadian akibat ulah manusia atau kejadian alam.

D. Kejadian Dan Parameter Dasar Desain

74. Pada kejadian yang menggunakan pendekatan probabilistik dalam evaluasi bahaya, parameter dasar desain untuk suatu kejadian interaksi harus berupa parameter yang berkaitan dengan kebolehjadian kemunculan yang sama dengan DBPV.
75. Untuk dua atau lebih kejadian interaksi eksternal akibat ulah manusia jenis tertentu yang kebolehjadiannya serupa (kurang lebih satu orde) dan yang menyebabkan reaktor daya harus dilindungi, kejadian dasar desain harus didasarkan pada kejadian yang memiliki konsekuensi radiologis yang paling parah.
76. Kejadian-kejadian di dalam kategori berikut dibahas dengan lebih rinci pada bab-bab selanjutnya karena kejadian tersebut biasa dipertimbangkan pada berbagai tapak reaktor daya, yaitu:
- a. jatuhnya pesawat;
 - b. ledakan kimia (detonasi dan deflagrasi);
 - c. fluida yang mengalir dan awan bergerak dari bahan eksplosif;
 - d. bahan mudah menyala;
 - e. bahan korosif;
 - f. bahan beracun;
 - g. bahan asfiksia; atau
 - h. zat radioaktif.

BAB IV

JATUHNYA PESAWAT TERBANG

A. Umum

78. Potensi untuk jatuhnya pesawat terbang yang dapat mempengaruhi tapak reaktor daya harus dipertimbangkan pada tahap awal proses evaluasi tapak dan dikaji selama umur reaktor daya. Potensi ini merupakan hasil dari kebolehjadian kemunculan jatuhnya pesawat terbang yang berasal dari satu atau lebih kejadian berikut ini:

a. Kejadian jenis 1

Jatuhnya pesawat terjadi pada tapak, sebagai akibat dari lalu lintas udara umum di wilayah tapak. Untuk mengevaluasi kebolehjadian jatuhnya pesawat, tapak dipertimbangkan sebagai *tract* atau luas lingkaran 0,1-1 km², dan wilayah dianggap sebagai wilayah lingkaran dengan radius 100-200 km.

b. Kejadian jenis 2

Jatuhnya pesawat terjadi pada tapak, sebagai akibat dari operasi lepas landas dan pendaratan pada bandar udara terdekat.

c. Kejadian jenis 3

Jatuhnya pesawat terjadi pada tapak yang terletak pada koridor lalu lintas utama penerbangan sipil dan zona penerbangan militer.

B. Penapisan Awal

B.1. Pendekatan nilai jarak penapisan

79. Pada evaluasi awal, pertimbangan harus diberikan pada sumber potensial jatuhnya pesawat terbang di wilayah tapak dalam jarak yang sudah ditentukan dari tapak. SDV, yang ditentukan berdasarkan bahaya potensial di luar jarak penapisan pengaruhnya cukup kecil sehingga dapat diabaikan, diperoleh dari evaluasi deterministik dan probabilistik dari spektrum bahaya pesawat terbang.
80. SDV ditentukan dari kejadian jenis 2 dan jenis 3 saja, informasi yang harus dikumpulkan untuk mengevaluasi SDV mencakup:

- a. jarak dari bandar udara utama terdekat ke tapak dan lokasi jalur pendaratan terhadap lokasi reaktor daya;
 - b. jenis dan frekuensi lalu lintas udara;
 - c. lintasan koridor lalu lintas udara dan lokasi persimpangan lintasan udara;
 - d. jarak dari reaktor daya ke instalasi militer misal pangkalan udara militer dan jangkauan latihan pengeboman dan penembakan.
81. Potensi bahaya pesawat terbang dapat dihilangkan pada penapisan awal jika tapak yang diusulkan tidak terletak dalam SDV yang ditentukan untuk semua jenis kejadian potensial jatuhnya pesawat.
- Untuk kejadian jenis 1, potensi bahaya pesawat terbang dapat dihilangkan apabila kebolehjadian jenis 1 lebih kecil dari SPL.

B.2. Pendekatan tingkat kebolehjadian penapisan

82. Apabila tapak terletak di dalam SDV, pendekatan probabilistik harus digunakan untuk tujuan penapisan. Dengan demikian, jika kebolehjadian kejadian interaksi untuk semua jenis pesawat terbang kurang dari SPL yang ditetapkan, evaluasi rinci tidak perlu dilakukan dan cukup menunjukkan bahwa kebolehjadian tersebut lebih kecil dari SPL. Apabila kebolehjadian tersebut sama dengan atau lebih besar SPL, evaluasi rinci harus dilakukan.
83. Pada penerapan kriteria penapisan SPL, hal-hal berikut ini harus dipertimbangkan:
- a. kebolehjadian untuk kejadian jenis 1 harus dievaluasi, terutama pada wilayah dengan populasi yang padat dengan beberapa bandar udara sipil sehingga lebih banyak penerbangan. Penentuan zona yang tepat dari wilayah yang dipertimbangkan harus dilakukan untuk menghindari penyamarataan yang tidak konservatif.
 - b. kebolehjadian untuk kejadian jenis 2 biasanya lebih besar pada area sekitar bandar udara, baik sipil maupun militer. Di area sekitar bandar udara harus dilakukan pemeriksaan tersendiri.
 - c. kebolehjadian untuk kejadian jenis 3, jatuhnya pesawat terbang sipil di dekat koridor kendali lalu lintas udara harus diuji secara cermat, tetapi secara umum untuk area di luar jalur kendali lalu lintas udara, kebolehjadian ini berkurang

secara berarti dan biasanya lebih kecil dari SPL yang ditentukan (misalnya 10^{-7} /tahun). hal ini tidak berlaku untuk pesawat terbang militer yang tidak mengikuti rencana penerbangan terprogram atau regulasi penerbangan.

C. Evaluasi Rinci

84. Apabila evaluasi rinci diperlukan, kebolehjadian jatuhnya pesawat terbang di dalam wilayah harus ditentukan untuk masing-masing kelas pesawat terbang yang dipertimbangkan yaitu pesawat sipil dan militer berukuran kecil, sedang dan besar, dengan menggunakan statistik jatuhnya pesawat terbang yang disebutkan pada BAB II.
85. Hasil evaluasi harus dinyatakan dalam jumlah jatuhnya pesawat terbang per tahun per satuan luas. Kebolehjadian ini berupa fungsi jarak dan arah lokasi tapak terhadap landasan pacu bandar udara. Jatuhnya pesawat lebih sering terjadi dalam tiga atau empat kilometer terakhir sebelum perimeter pendaratan ekstrim dari landasan pacu, dan pada sektor yang mengarah sekitar 30° di kedua sisi sumbu landasan pacu.
86. Estimasi kebolehjadian jatuhnya pesawat terbang yang mempengaruhi reaktor daya dapat dinyatakan dalam jumlah jatuhnya pesawat per tahun per satuan luas dikalikan dengan luas efektif kerusakan terhadap *item* yang penting untuk keselamatan.
87. Ukuran luas efektif bergantung pada:
 - a. sudut rerata lintasan relatif terhadap bidang horisontal;
 - b. luasan bidang dan tinggi struktur;
 - c. luasan lain yang berkaitan dengan *item* yang penting untuk keselamatan; dan
 - d. toleransi yang diperbolehkan untuk ukuran pesawat terbang.
88. Pada perhitungan luasan target, harus dibuat toleransi untuk penggelinciran. Landasan gelinciran sampai beberapa ratus meter dapat ditambah, meskipun momentum pesawat terbang akan berkurang secara signifikan.
89. Langkah-langkah yang perlu dilakukan sesudah evaluasi rinci ini diuraikan pada Bab III.

D. Evaluasi Bahaya

D.1. Kejadian dasar desain

90. Untuk beberapa jenis pesawat terbang, kebolehjadian jatuhnya pesawat terbang pada sembarang tapak yang dipertimbangkan dapat sama dengan atau lebih besar dari DBPV. Reaktor daya harus dilindungi dari jatuhnya berbagai jenis pesawat terbang. Jaminan terhadap keselamatan akan diperoleh jika reaktor daya dilindungi dari jatuhnya pesawat terbang yang dianggap memberikan konsekuensi terparah pada reaktor daya.
91. Tata letak reaktor daya harus dipertimbangkan, terutama pemisahan fisik dan redundansi terhadap *item* yang penting untuk keselamatan, khususnya untuk bagian yang rentan dari reaktor daya. Pertimbangan ini memberikan dasar untuk menentukan diterimanya solusi rekayasa.
92. Apabila kebolehjadian jatuhnya pesawat terbang sama dengan atau melebihi DBPV, keparahan efek harus ditentukan. Selain itu, untuk asumsi deterministik jatuhnya pesawat terbang acuan yang melingkupi sekumpulan skenario yang mungkin (angka 66), analisis rinci mengenai dampak ulah harus dilakukan, dengan memperhitungkan efek struktur lokal, kerusakan langsung oleh misil primer dan sekunder, vibrasi imbas dan yang disebabkan oleh bahan bakar. Contoh dari efek yang harus dipertimbangkan dan tercakup dalam dasar desain dijelaskan di bawah ini.

D.2. Benturan primer dan proyektil sekunder.

93. Evaluasi efek jatuhnya pesawat terbang harus meliputi analisis potensial terjadinya kegagalan struktur yang disebabkan oleh gaya puntir dan tekuk (*shearing and bending*), terjadinya pelubangan struktur, terjadinya pengelupasan beton dalam struktur, dan terjadinya perambatan gelombang kejut yang dapat mempengaruhi *item* penting untuk keselamatan.
94. Pesawat terbang yang jatuh dapat mengalami pecah menjadi bagian-bagian berupa proyektil terpisah dengan lintasannya masing-masing. Analisis harus dibuat berdasarkan penilaian teknis terhadap proyektil yang dapat dihasilkan dan signifikansinya, dengan mempertimbangkan adanya benturan secara bersamaan terhadap sistem redundan yang terpisah.

Pada keadaan khusus, efek proyektil sekunder harus dipertimbangkan.

D.3. Efek yang disebabkan oleh bahan bakar pesawat terbang

95. Konsekuensi yang mungkin diakibatkan oleh tumpahnya bahan bakar dari pesawat yang jatuh harus diperhitungkan, yaitu :
- a. terbakarnya bahan bakar pesawat terbang di luar (*outdoors*) yang menyebabkan kerusakan bagian luar komponen reaktor daya yang penting untuk keselamatan;
 - b. meledaknya sebagian atau seluruh bahan bakar di luar bangunan;
 - c. masuknya hasil pembakaran ke dalam ventilasi atau sistem catu udara;
 - d. masuknya bahan bakar ke dalam bangunan melalui bukaan normal, melalui lubang yang disebabkan oleh jatuhnya pesawat atau sebagai uap atau aerosol melalui saluran masuk udara (*air intake duct*), yang mengakibatkan kebakaran, ledakan, atau efek lainnya.

D.4. Parameter dasar desain.

96. Parameter dasar desain untuk benturan langsung pesawat terbang pada struktur reaktor daya harus dijelaskan secara rinci dengan uraian yang berbeda tingkat rinciannya, bergantung pada tingkat rincian yang diperlukan untuk evaluasi akhir. Tingkat rincian evaluasi bergantung pada nilai kejadian terhadap desain reaktor daya tertentu dan terhadap derajat konservatif yang diasumsikan pada seluruh proses desain, misalnya:
- a. distribusi massa dan kekakuan (*stiffness*) sepanjang badan pesawat terbang yang dipertimbangkan, bentuk hidung pesawat, area impak, kecepatan, dan sudut tumbukan, apabila evaluasi struktur memasukkan analisis lokal yang rinci mengenai potensi kegagalan struktur karena gaya puntir dan tekuk, potensi pengelupasan dan pelapisan (*scabbing*) beton dalam struktur, dan potensi pelubangan struktur.
 - b. fungsi beban terhadap waktu, yang tidak bergantung pada pesawat terbang tertentu dan mewakili suatu kelas pesawat terbang, dengan massa, kecepatan, dan area penerapan yang berkaitan, apabila evaluasi struktur hanya memasukkan penapisan awal efek lokal untuk dibandingkan dengan kejadian

desain lain, atau untuk evaluasi umum mengenai efek vibrasi imbas pada struktur dan komponen.

- c. Jenis bahan bakar dan jumlah maksimum bahan bakar yang secara potensial terlibat dalam kecelakaan harus selalu dievaluasi untuk mengkuantifikasi efek interaksi kebakaran, dan korelasinya dengan potensi kerusakan struktur.
Jumlah bahan bakar harus dievaluasi berdasarkan jenis pesawat terbang dan rencana penerbangannya.
- 97. Estimasi kuantitas yang sama mungkin juga diperlukan untuk bagian-bagian pesawat terbang yang telah terpisah membentuk proyektil sekunder.
- 98. Fungsi beban terhadap waktu yang dikembangkan untuk beberapa jenis pesawat terbang dapat berguna dalam proses pemilihan tapak atau untuk penilaian desain.

BAB V

LEPASAN FLUIDA BERBAHAYA DAN BERACUN

A. Umum

99. Pada bab ini dibahas tentang fluida berbahaya dan beracun karena eksplosif, mudah terbakar, korosif, dan beracun, termasuk gas cair (*liquified gas*).

Fluida berbahaya dan beracun sebagaimana dimaksud di atas pada kondisi normal harus disimpan dalam kontainer, tetapi bila terlepas dapat membahayakan *item* yang penting untuk keselamatan dan kehidupan manusia.

Pembahasan mengenai fluida berbahaya dan beracun harus diberikan perhatian khusus mengingat adanya potensi lepasan dari zat-zat sebagai berikut:

- a. gas dan uap mudah terbakar yang dapat membentuk awan ledakan dan dapat memasuki saluran sistem ventilasi, kemudian terbakar atau meledak;
 - b. gas beracun dan gas asfiksia yang dapat mengancam kehidupan manusia dan merusak fungsi kesehatan yang penting; dan
 - c. gas dan cairan bersifat korosif dan radioaktif yang dapat mengancam kehidupan manusia dan merusak fungsi peralatan.
100. Kejadian awal dan mekanisme dispersi dibahas pada Bab III, efek ledakan dibahas pada Bab VI. Mekanisme interaksi dengan reaktor daya sangat berbeda antara satu kejadian dengan kejadian yang lain (lihat Tabel I), tetapi fenomena penyebarannya dapat dibahas untuk keseluruhan zat yang berbahaya.

B. Penapisan Awal Untuk Cairan Berbahaya Dan Beracun

101. Kegiatan dan fasilitas yang melibatkan pemrosesan, penanganan, penyimpanan, dan pengangkutan cairan yang mudah terbakar, beracun, atau korosif di dalam SDV harus diidentifikasi.

SDV yang ditentukan bergantung pada sejumlah faktor, misalnya:

- a. sifat fisis zat;
 - b. topografi regional; dan
 - c. jenis dan besarnya industri.
102. Apabila bahaya potensial dalam SDV terhadap *item* yang penting untuk keselamatan yang ditimbulkan oleh kegiatan atau fasilitas tersebut lebih kecil daripada bahaya potensial yang ditimbulkan oleh bahan yang sama tetapi

tersimpan di tapak dan telah disediakan perlindungan terhadap bahaya tersebut, maka tidak perlu lagi dilakukan investigasi lebih lanjut.

Apabila yang terjadi adalah sebaliknya, maka bahaya potensial yang disebabkan oleh kegiatan luar-tapak, harus dilakukan evaluasi awal dengan menggunakan suatu pendekatan deterministik yang konservatif dan sederhana.

C. Evaluasi Rinci Untuk Cairan Berbahaya Dan Beracun

103. Apabila terdapat sumber cairan berbahaya yang tidak tereliminasi pada evaluasi awal, maka evaluasi yang lebih rinci mengenai bahaya potensial yang berasal dari sumber tersebut harus dibuat.
104. Semua lokasi sumber cairan tersebut harus diidentifikasi.
105. Kuantitas atau jumlah inventori maksimum baik yang disimpan maupun tidak harus ditentukan untuk setiap fasilitas.
106. Kebolehjadian pecahnya kontainer atau kebolehjadian kebocoran dari tempat penyimpanan di fasilitas harus dievaluasi.
107. Kuantitas maksimum cairan berbahaya dan beracun yang dapat terlepas, laju lepasan, dan kebolehjadian lepasan harus dievaluasi sebagai kasus yang dianggap paling buruk.
108. Kebolehjadian lepasan cairan berbahaya dan beracun dari sumber bergerak yang singgah di dalam SDV harus dievaluasi berdasarkan asumsi bahwa kuantitas maksimum yang diangkut akan lepas.
109. Apabila suatu evaluasi yang lebih tepat diperlukan, kuantitas yang diasumsikan harus dikaji atau dinilai berdasarkan kebolehjadian kemunculan kuantitas yang berbeda yang bersama-sama lepas dalam waktu yang sama.
110. Sumber bergerak, misalnya kapal barang/tongkang dan kapal yang membawa sejumlah besar cairan berbahaya di wilayah SDV, harus diasumsikan terdampar pada titik di dekat reaktor daya yang memberikan efek terburuk bagi reaktor.
111. Jalur penting interaksi berbahaya dengan reaktor daya terjadi melalui saluran-air masuk (*water intake*); bahaya dapat timbul karena adanya tumpahan pada kecelakaan suatu instalasi yang berdekatan dengan reaktor daya atau pada kecelakaan tanker, biasanya setelah terjadinya penyebaran yang tidak terkendali.

112. Parameter pengenceran dan dispersi dari cairan dan jalan masuk cairan ke dalam saluran air masuk harus dievaluasi dan reaktor daya harus mendapat cukup perlindungan.
Fakta yang menunjukkan bahwa tumpahan cairan eksplosif dan cairan yang sangat mudah terbakar di atas air dapat menghasilkan kolam terapung, yang dapat mendekati reaktor daya di tepi pantai atau sepanjang tepian sungai harus dipertimbangkan.
113. Estimasi konservatif harus dibuat dan karakteristik dispersi harus dipertimbangkan.
114. Kemungkinan bahwa cairan dengan titik bakar rendah dapat terekstraksi dari sumber air masuk yang terkontaminasi harus dipertimbangkan.
115. Titik terdekat dengan reaktor daya yang mungkin menjadi kolam tempat terkumpulnya cairan berbahaya harus ditentukan, dengan memperhatikan topografi lahan dan tata letak instalasi.
116. Kebolehhadisan interaksi bahaya dengan *item* penting terhadap keselamatan dan dengan personil harus dievaluasi.

D. Evaluasi Bahaya Untuk Cairan Berbahaya Dan Beracun

D.1. Kejadian Dasar Desain

117. Lokasi dan ukuran kolam yang terbentuk oleh cairan berbahaya dan beracun, berikut jalur aliran dari dan ke setiap kolam tersebut harus ditentukan dan bahaya yang terkait dengan reaktor daya harus dikaji
118. Pencegahan terhadap aliran cairan berbahaya dan beracun ke arah reaktor daya pembangunannya dengan menggunakan struktur sipil misalnya tembok penghalang. Untuk sumber tidak bergerak, penghalang tersebut dibangun langsung di area sekitar reaktor daya, sehingga bahaya terhadap reaktor daya akan berkurang.

D.2. Parameter dasar desain

119. Parameter dan sifat yang penting di bawah ini harus ditetapkan untuk dimasukkan ke dalam dasar desain dalam rangka perlindungan reaktor daya terhadap cairan berbahaya dan beracun, yaitu:
 - a. jumlah cairan;

- b. luas permukaan kolam;
- c. komposisi kimia;
- d. konsentrasi (potensi korosi);
- e. tekanan uap parsial;
- f. temperatur didih;
- g. temperatur bakar (*ignition temperature*); dan
- h. sifat racun.

E. Penjelasan Umum Untuk Gas, Uap Dan Aerosol

120. Gas, uap, dan aerosol dari cairan yang mudah menguap (*volatile*) atau gas cair dapat membentuk awan dan bergerak saat terlepas. Awan yang bergerak tersebut dapat mempengaruhi reaktor daya melalui dua cara berikut:
- a. Pada waktu awan berada di luar reaktor daya (di dekat sumber atau setelah bergerak), maka awan tersebut dianggap sebagai suatu bahaya potensial yang mirip dengan beberapa bahaya eksternal lainnya akibat ulah manusia seperti kebakaran, ledakan, dan efeknya yang terkait.
 - b. Awan tersebut dapat menyebar masuk ke gedung reaktor daya, mengakibatkan bahaya bagi personil dan *item* penting terhadap keselamatan, khususnya untuk awan yang berasal dari gas beracun, gas asfiksia, atau gas eksplosif. Awan ini juga mempengaruhi kemampuan layak huni ruang kendali dan area penting lainnya dari reaktor daya.
121. Metode pertahanan paling mudah dilakukan terhadap bahaya tipe ini adalah dengan menjamin perlindungan dari sumber yang potensial dengan cara menjaga jarak.
122. Hal-hal dibawah ini harus dipertimbangkan, yaitu:
- a. Awan gas beracun atau gas asfiksia dapat memberikan pengaruh yang parah bagi personil reaktor daya; dan
 - b. Gas korosif dapat merusak sistem keselamatan misalnya menyebabkan kehilangan kemampuan insulasi sistem elektrik.
123. Informasi meteorologi harus diperhitungkan dalam memperkirakan bahaya yang disebabkan awan bergerak karena kondisi meteorologi lokal akan mempengaruhi dispersi awan tersebut. Khususnya studi dispersi yang

didasarkan pada distribusi kebolehjadian arah angin, kecepatan angin, dan kelas kestabilan atmosfer harus dibuat.

124. Untuk kejadian terpostulasi gas atau uap berbahaya dan beracun yang berasal dari bawah tanah, pertimbangan harus diberikan terhadap jalur pelepasan dan terhadap pengaruh rembesan yang dapat menghasilkan konsentrasi gas berbahaya dan beracun yang tinggi dalam gedung atau menghasilkan formasi awan gas berbahaya dan beracun di dalam SDV.

F. Penapisan Awal Untuk Gas, Uap, Dan Aerosol

125. Wilayah sekitar reaktor daya harus diperiksa untuk mengidentifikasi semua sumber awan berbahaya dan beracun yang mungkin di dalam SDV. Perhatian khusus harus diberikan terhadap sumber-sumber berikut :
- a. instalasi kimia;
 - b. kilang;
 - c. sistem penyimpanan di permukaan dan di bawah tanah;
 - d. jalur pipa untuk cairan mudah menguap, gas, dan gas cair; dan
 - e. rute pengangkutan dan sumber potensial terkait di luar SDV yang memungkinkan terjadinya awan berbahaya dan beracun.
126. Evaluasi awal dimaksudkan untuk mengeliminasi fasilitas dan aktivitas yang tidak perlu dipertimbangkan lebih lanjut. Kriteria yang digunakan harus konservatif dan mudah diterapkan, misalnya: memperhitungkan keberadaan sumber potensial yang mirip dan lebih besar yang lebih dekat dengan tapak, dan jumlah material yang akan disimpan pada tapak.
- Langkah utama dalam evaluasi ini harus didasarkan pada asumsi bahwa inventori maksimum dalam instalasi dan area penyimpanan diperhitungkan.
127. Metode yang konservatif dan sederhana harus digunakan dalam langkah pertama evaluasi awal untuk sumber bergerak yang berada di dalam SDV. Jumlah maksimum bahan berbahaya dan beracun yang dapat mencapai titik bahaya potensial terbesar terhadap reaktor daya untuk sistem pengangkutan yang sudah ada, harus ditentukan, dan jumlah ini harus diasumsikan ada pada setiap insiden yang mungkin terjadi.

Efek kejadian interaksi pada reaktor daya harus dievaluasi dan jika tidak signifikan maka tidak perlu dipertimbangkan lebih lanjut.

128. Perhatian khusus harus diberikan pada awan eksplosif karena teori mengenai perilaku awan tersebut masih berkembang.
129. Jika diperlukan pertimbangan lebih lanjut, evaluasi harus dilakukan lebih seksama untuk menghasilkan kebolehjadian kemunculan kejadian interaksi, dengan memperhatikan frekuensi lintasan pengiriman bahan berbahaya dan beracun dan kebolehjadian kemunculan kecelakaan selama perlintasan tersebut. Jika resultan kebolehjadian kemunculan kejadian interaksi lebih besar dari SPL, evaluasi yang lebih rinci harus dilakukan.
130. Sumber potensial yang tidak dieliminasi oleh proses penapisan awal ini perlu dipertimbangkan dalam evaluasi rinci.

G. Evaluasi Rinci Untuk Gas, Uap Dan Aerosol

131. Dalam evaluasi rinci, kebolehjadian kemunculan kejadian interaksi karena awan gas, yaitu kebolehjadian bahwa batas flamabilitas (*flammability*) atau toksisitas terlampaui, harus dikaji dan faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan:
 - a. kebolehjadian kejadian awal (misalnya pipa pecah);
 - b. jumlah bahan yang dilepaskan dan laju pelepasan;
 - c. kebolehjadian awan bergerak menuju reaktor daya;
 - d. pengenceran karena dispersi atmosfer; dan
 - e. kebolehjadian terpicunya awan eksplosif.
132. Faktor kebolehjadian awan bergerak dan pengenceran, distribusi kebolehjadian arah angin, kecepatan angin dan kelas stabilitas atmosfer harus dipertimbangkan, kecuali jika nilai konservatif diasumsikan untuk parameter ini. Untuk pelepasan bawah tanah, efek rembesan harus diperhitungkan.

H. Evaluasi Bahaya Untuk Gas, Uap, Dan Aerosol

133. Dalam mengevaluasi bahaya yang berkaitan dengan pergerakan awan gas, uap, dan aerosol berbahaya dan beracun, kebolehjadian kemunculan dan karakteristik kejadian interaksi harus dipertimbangkan. Interaksi dapat terdiri atas pembentukan bahan beracun yang melayang di udara dalam tingkatan signifikan di dalam reaktor daya, atau bahan yang mudah terbakar, atau

eksplosif di dalam atau di luar reaktor daya. Efek yang berkaitan dengan jenis awan tersebut terhadap keselamatan reaktor daya harus dievaluasi pada setiap kasus di dalam atau di luar reaktor daya, dan kejadian dasar desain untuk setiap jenis awan harus ditetapkan.

H.1. Pembentukan awan gas, uap atau aerosol berbahaya dan beracun yang bergerak

134. Dalam mengevaluasi terbentuknya awan gas, uap atau aerosol berbahaya dan beracun yang bergerak dan interaksinya dengan item penting untuk keselamatan, harus dibedakan hal-hal sebagai berikut:
- a. gas cair sub-dingin (*subcooled*); dan
 - b. gas yang dicairkan dengan tekanan dan gas bertekanan tak terkondensasi (*non-condensable compressed gases*).

Gas dalam kelompok pertama biasanya disimpan dalam kontainer terinsulasi pada suhu sangat rendah, sedangkan gas dalam kelompok ke dua dipertahankan pada temperatur ambien.

H.2. Gas cair sub-dingin

135. Biasanya pelepasan gas cair sub-dingin berupa kebocoran tetap selama periode waktu tertentu (pada laju bocoran tertentu), tetapi kemungkinan pelepasan total seketika harus juga dipertimbangkan, bergantung pada kondisi sebagai berikut:
- a. jenis kontainer penyimpan dan pemipaanannya;
 - b. ukuran maksimum bukaan yang dilewati bocoran;
 - c. jumlah maksimum bahan yang mungkin terlibat; dan
 - d. keadaan dan moda kegagalan yang relevan untuk kontainer.
136. Titik awal untuk analisis yang rinci adalah evaluasi rentang laju bocoran dan kebolehjadiannya atau jumlah total bahan yang dilepaskan dan kebolehjadiannya. Jika sejumlah besar gas cair sub-dingin dilepaskan, sebagian besar dapat tetap berada dalam fasa cair untuk waktu yang lama. Gas tersebut harus diperlakukan sebagai cairan selama waktu tersebut, meskipun sebagian akan menguap seketika.
137. Karakteristik kolam yang dibentuk oleh cairan, misalnya lokasi, luas permukaan dan laju penguapan harus dievaluasi, dengan mempertimbangkan kecepatan

angin, permeabilitas dan konduktivitas termal tanah (bila tumpahan terjadi di atas tanah). Kolam atau area tangkapan harus dilapisi dengan bahan berkonduktivitas rendah untuk mengungkung cairan yang tumpah.

138. Untuk mengevaluasi konsentrasi maksimum di tapak, model yang ditunjukkan dalam Pedoman Keselamatan tentang Penentuan Dispersi Zat Radioaktif di Udara dan Air serta Pertimbangan Penduduk dalam Evaluasi Tapak Reaktor Daya dapat dipergunakan. Model tersebut harus dipergunakan dengan hati-hati, karena seringkali gas dilepaskan pada temperatur sangat rendah dan model tersebut tidak secara tegas dapat dipergunakan untuk campuran gas-udara dengan gaya apung negatif atau positif.

H.3. Gas yang dicairkan dengan tekanan dan gas bertekanan tak terkondensasi

139. Pembentukan awan yang besar lebih mungkin terjadi pada gas yang dicairkan dengan tekanan dan gas bertekanan tak terkondensasi dibanding dengan gas cair sub-dingin. Analisis rinci lebih mudah dilakukan karena sumbernya jauh lebih mudah digambarkan dan pada beberapa kasus, penyebaran awan ditentukan oleh fenomena yang lebih sederhana.
140. Sebagaimana halnya dengan gas cair sub-dingin, pelepasan tersebut di atas harus dikarakterisasi dengan laju bocoran atau lepasan total mendadak, dan evaluasi serupa dengan yang dilakukan terhadap gas cair sub dingin harus dilaksanakan. Asumsi yang digunakan akan bergantung pada jenis tangki penyimpanan, bejana proses, pemipaan, dan kebolehjadian kegagalannya.
141. Dalam membuat asumsi yang memadai mengenai jumlah bahan yang akan lepas dalam suatu kecelakaan, harus dipertimbangkan interval waktu sebelum dilakukan tindakan untuk menghentikan kebocoran. Misalnya, katup pemipaan dapat menutup secara otomatis, sehingga mengisolasi bagian yang pecah.
142. Pada pipa yang tertanam, tanah penutup biasanya tidak cukup untuk mencegah keluarnya gas dari pipa tersebut. Rembesan mungkin terjadi atau gas mungkin lepas melalui retakan atau diskontinuitas. Dalam semua kasus, ketika karakteristik lepasan gas ke atmosfer telah ditetapkan, suatu model perlu dipilih untuk menentukan penyebaran gas ke arah tapak reaktor daya. Perhatian harus diberikan terhadap kondisi meteorologi yang diasumsikan pada waktu

terbentuknya awan dan selama penyebarannya di atmosfer. Dengan adanya ketidakpastian pada faktor-faktor lain, misalnya jumlah dan laju lepasan, model dispersi sederhana yang diperoleh dari rata-rata tapak dianggap cukup memadai.

H.4. Parameter dasar desain

143. Konsentrasi yang dihitung harus dibandingkan dengan konsentrasi acuan yang bergantung pada karakteristik material dan bahayanya. Untuk awan mudah menyala atau eksplosif, konsentrasi acuannya adalah batas bawah flamabilitas. Untuk bahan beracun, batas toksisitasnya merupakan konsentrasi acuan.
144. Karakteristik penting yang relevan untuk desain dengan adanya awan beracun, korosifatan mudah terbakar, yaitu :
 - a. komposisi kimia;
 - b. konsentrasi sebagai fungsi jarak dan waktu;
 - c. batas toksisitas dan sifat-sifat asfiksia; dan
 - d. batas flamabilitas.

BAB VI

LEDAKAN

A. Pertimbangan Umum

145. Pada bagian ini diuraikan ledakan bahan peledak padat, cair atau gas yang berada di atau dekat dengan sumber. Pergerakan awan gas dan uap eksplosif juga dipertimbangkan untuk mengevaluasi dispersi.
146. Dalam mengevaluasi potensi ledakan, semua sumber potensial yang terletak dalam SDV harus dipertimbangkan, sebagaimana dijelaskan dalam Bab II. Proses ini harus mencakup evaluasi terhadap parameter berikut untuk setiap sumber yang diidentifikasi:
- a. sifat dan jumlah maksimum bahan yang dapat meledak secara simultan; dan
 - b. jarak dan arah pusat ledakan dari tapak.
- Massa eksplosif biasanya dinyatakan dalam massa ekuivalen TNT untuk bahan eksplosif yang umum.

B. Evaluasi Awal Untuk Sumber Ledakan Tidak Bergerak

147. Apabila berdasarkan pengalaman sebelumnya atau informasi yang tersedia dinyatakan bahwa reaktor daya yang dievaluasi dapat bertahan dengan aman terhadap tekanan-berlebih yang berasal dari insiden mendadak, maka SDV untuk setiap kejadian awal harus ditentukan dengan menghitung skala jarak yang terkait dengan tekanan-berlebih tersebut.
148. SDV yang terkait dengan ledakan harus diestimasi dengan pendekatan konservatif yang didasarkan pada hubungan teknis antara massa ekuivalen TNT dan jaraknya.
149. Setelah identifikasi dan evaluasi parameter dasar ledakan, sumber ledakan yang potensial harus dinilai terlebih dahulu dengan metode deterministik sederhana yang diterapkan secara konservatif dengan tujuan memutuskan perlu tidaknya pertimbangan lebih lanjut.
150. Analisis yang rinci harus dibuat atas bahaya potensial karena sumber yang lolos dari penapisan untuk memperoleh kejadian dasar desain atau ledakan yang tidak dipertimbangkan lebih lanjut.

151. Pada umumnya cukup dengan menentukan bahaya potensial dari sumber dominan tertentu yang ada di sekitar tapak reaktor daya dan dengan menunjukkan bahwa bahaya potensial dari sumber dominan tersebut memberikan cakupan untuk semua sumber dari jenis yang sama.
152. Analisis potensi ledakan yang menimbulkan efek terhadap *item* yang penting untuk keselamatan harus dilakukan dalam tahap yang lebih rinci.
153. Dalam hal tapak terletak di dalam SDV, evaluasi kebolehjadian kemunculan ledakan harus dilakukan.
154. Kebolehjadian suatu ledakan yang terjadi pada instalasi industri, kilang minyak dan gudang penyimpanan bahan berbahaya dan beracun biasanya lebih tinggi dari SPL.
155. Apabila tidak terdapat justifikasi yang memadai, maka harus dibuat suatu asumsi konservatif yang menyatakan bahwa jumlah maksimum bahan eksplosif yang biasanya tersimpan dalam sumber akan meledak, selanjutnya harus dilakukan analisis mengenai efek kejadian interaksi antara insiden gelombang tekanan, getaran tanah dan proyektil terhadap *item* yang penting untuk keselamatan.
156. Efek sekunder kebakaran yang berasal dari ledakan harus dipertimbangkan, sebagaimana dibahas pada Bab VII.
157. Evaluasi kebolehjadian kemunculan ledakan memerlukan adanya data tentang frekuensi relatif ledakan dalam instalasi industri dan militer atau rute transportasi di sekitar tapak.
158. Apabila informasi tersebut tidak tersedia, maka acuan harus diambil dari statistik global dan/atau pendapat ahli setelah dilakukan inspeksi teknis terhadap sumber potensial di sekitar tapak.

C. Evaluasi Rinci Untuk Sumber Ledakan Tidak Bergerak

159. Apabila fasilitas berada atau kegiatan terjadi dalam SDV dengan jumlah bahan eksplosif cukup besar yang mempengaruhi keselamatan dan kebolehjadian kemunculan ledakan lebih tinggi dari SPL, maka evaluasi yang lebih rinci harus dilakukan untuk menetapkan kejadian dasar desain.

160. Jika dari evaluasi rinci yang menggunakan data lebih spesifik diperoleh perhitungan kebolehjadian kemunculan ledakan terpostulasi yang melebihi nilai DBPV, maka ledakan dasar desain harus ditentukan.
161. Untuk mengevaluasi pentingnya kejadian interaksi, perlindungan yang diperlukan atas ledakan dasar desain harus dibandingkan dengan perlindungan yang sudah ada atas tekanan berlebih yang berasal dari kejadian eksternal lainnya, misalnya angin ekstrim dan angin puting beliung.

D. Evaluasi Awal Untuk Sumber Ledakan Bergerak

162. Apabila terdapat potensi ledakan dalam SDV pada rute transportasi, maka efek yang potensial harus diestimasi.
163. Apabila efek tersebut (angka 131) signifikan, frekuensi pengiriman kargo yang bersifat eksplosif harus ditentukan. Nilai kebolehjadian ledakan dalam SDV harus diperoleh dari frekuensi pengiriman tersebut, dan jika lebih kecil dari nilai SPL maka tidak perlu dipertimbangkan lebih lanjut.
164. Perhatian khusus harus diberikan terhadap bahaya potensial yang terkait dengan muatan eksplosif besar misal, muatan yang diangkut kereta barang atau kapal.
165. Metode yang sesuai untuk menghitung kebolehjadian ledakan harus digunakan.
166. Jika data statistik bagi wilayah tidak cukup tersedia untuk dilakukannya suatu analisis yang cukup, maka acuan harus diambil dari statistik global, dari data yang berasal dari wilayah lain yang memiliki karakteristik serupa dan/atau pendapat ahli setelah dilakukan inspeksi teknis terhadap sumber potensial di wilayah tapak.

E. Evaluasi Rinci Untuk Sumber Ledakan Bergerak

167. Jika kebolehjadian suatu ledakan dalam SDV lebih besar dari SPL, maka evaluasi rinci harus dilakukan dengan menggunakan data spesifik dan rinci dari sumber potensial di sekitar tapak.
168. Konsekuensi ledakan harus dievaluasi terlebih dahulu untuk kasus yang disederhanakan berdasarkan asumsi bahwa, untuk rute transportasi yang ada, jumlah keseluruhan bahan eksplosif yang dapat diangkut dalam satu

pengiriman meledak pada titik di dekat reaktor daya dan memberikan akibat yang paling parah terhadap *item* yang penting untuk keselamatan.

Jika konsekuensi kasus yang disederhanakan tersebut mempunyai dampak yang tidak dapat diterima terhadap *item* yang penting untuk keselamatan, maka informasi harus lebih banyak dikumpulkan dan dibuat asumsi yang lebih baik berkaitan dengan kuantitas bahan eksplosif dan kebolehjadian meledak pada setiap titik tertentu sepanjang rute tersebut.

F. Evaluasi Bahaya

169. Proyektil yang dihasilkan oleh ledakan harus diidentifikasi menggunakan penilaian teknik dan dengan mempertimbangkan sumber proyektil. Khususnya, sifat bahan eksplosif yang terkait dan karakteristik fasilitas tempat ledakan terjadi harus dipertimbangkan.
170. Gerakan tanah yang mungkin dan efek sekunder lain misalnya penjalaran api, pelepasan atau produksi gas beracun, dan timbulnya debu harus dipertimbangkan.
171. Dalam penetapan ledakan dasar desain, parameter berikut harus ditentukan:
 - a. sifat bahan yang meledak;
 - b. sifat gelombang tekanan (sisi-muka atau insiden dan tekanan-berlebih terpantul maksimum berikut perkembangan terhadap waktu dari gelombang tekanan);
 - c. sifat proyektil yang dihasilkan (material, ukuran, dan kecepatan benturan); dan
 - d. guncangan tanah, khususnya untuk peralatan terpendam.
172. Tata letak struktur pada tapak yang dapat menghasilkan superposisi signifikan dari gelombang tekanan terpantul sehingga meningkatkan resultan tekanan harus diperhatikan.
173. Pengetahuan tentang desain konseptual atau desain pendahuluan dari reaktor daya yang diusulkan harus diperoleh untuk menetapkan dasar desain. Dasar desain kemudian dinilai pada tahap desain atau pada tahap pengkajian desain.

BAB VII

KEJADIAN EKSTERNAL LAINNYA YANG DIAKIBATKAN ULAH MANUSIA

A. Umum

174. Selain ketiga tipe utama kejadian eksternal yang dipengaruhi ulah manusia yaitu kejadian yang disebabkan jatuhnya pesawat terbang, fluida berbahaya dan beracun, dan ledakan, masih ada tipe kejadian interaksi lain yang merupakan akibat dari kejadian eksternal yang dipengaruhi ulah manusia. Kebakaran adalah salah satu tipe kejadian interaksi yang biasa terjadi pada berbagai kejadian eksternal yang dipengaruhi ulah manusia. Pada umumnya, kebakaran dapat disebabkan oleh suatu kejadian misalnya, jatuhnya pesawat terbang atau ledakan bahan kimia.

B. Kebakaran

175. Survey harus dilakukan pada dan sekitar tapak untuk mengidentifikasi sumber potensi kebakaran, misalnya:
- a. hutan;
 - b. gambut;
 - c. area penyimpanan untuk bahan mudah terbakar dengan volatilitas rendah (khususnya tangki penyimpan hidrokarbon);
 - d. kayu atau plastik;
 - e. pabrik yang menghasilkan atau menyimpan bahan tersebut ;
 - f. jalur pengangkutannya; dan
 - g. vegetasi.
176. Luas daerah yang diperiksa untuk kebakaran yang dapat mempengaruhi *item* penting untuk keselamatan harus mempunyai radius antara 1-2 km dari reaktor daya yaitu sama dengan SDV untuk bahaya kebakaran.
177. Tindakan pencegahan yang dilakukan untuk melindungi reaktor daya dari kebakaran internal juga memberikan perlindungan terhadap kebakaran eksternal. Tindakan pencegahan ini harus diperhitungkan dalam mengevaluasi pengaruh kebakaran eksternal pada reaktor daya.

178. Proteksi terhadap bahaya kebakaran pada sumbernya harus diperhitungkan, misalnya sistem penyemprot air otomatis atau keberadaan alat pemadam api lokal yang permanen dapat mengurangi kebolehjadian kebakaran besar.
179. Bahaya utama yang terkait dengan kebakaran yang terjadi pada tapak reaktor daya adalah terbakarnya bagian dari reaktor daya dan kerusakan yang ditimbulkan. Kerusakan tersebut misalnya:
 - a. runtuhnya struktur lokal; dan
 - b. asap dan gas beracun yang dapat mempengaruhi para operator dan beberapa sistem tertentu pada reaktor daya.
180. Perhatian khusus harus diberikan terhadap sumber yang menyebabkan kegagalan dengan moda sama (*common mode failure*), misalnya catu daya listrik darurat dari luar-tapak dapat terganggu oleh adanya kebakaran, sedangkan generator diesel darurat dapat gagal berfungsi karena masuknya asap kebakaran ke dalam penghisap udara.
181. Adanya pintu darurat dan jalur keluar terhalang oleh kebakaran besar harus dipertimbangkan.
182. Parameter dan sifat yang menentukan besarnya sebuah kebakaran adalah :
 - a. fluks panas maksimum;
 - b. besarnya bahaya yang berasal dari fragmen bakar dan asap; dan
 - c. lamanya waktu kebakaran.

Dalam kebakaran harus mempertimbangkan bahwa fluks panas berbanding terbalik dengan jarak dari kebakaran, walaupun faktor yang lain dapat mempengaruhi hubungan ini.

C. Tabrakan Kapal Laut

183. Tabrakan kapal laut dapat menyebabkan bahaya pada saluran masuk air dari reaktor daya.
184. Jika kebolehjadian tabrakan kapal laut lebih besar daripada SPL, analisis rinci harus dilakukan untuk menilai konsekuensi benturan.
185. Dalam analisis ini, simulasi gerakan kapal dan kapal wisata yang tidak terkontrol (khususnya kapal layar) harus diperhitungkan, sesuai dengan arah angin dan arus yang dominan. Tabrakan kapal laut besar dalam pelayaran

normal tidak dievaluasi lebih lanjut dengan menerapkan langkah administratif dan pengamanan.

186. Parameter penting yang harus dianalisis dalam kejadian tabrakan kapal laut, adalah:
- a. kecepatan benturan;
 - b. luas benturan;
 - c. massa dan kekakuan (*stiffnes*) kapal;
 - d. bahan yang diangkut; dan
 - e. efek sekunder yang potensial misalnya, tumpahan minyak dan ledakan.

D. Interferensi Elektromagnetik

187. Interferensi elektromagnetik dapat mempengaruhi fungsi peralatan elektronik. Interferensi tersebut dapat disebabkan oleh:
- a. sumber dalam tapak, misalnya gardu tegangan tinggi, telepon portabel, peralatan elektronik portabel, komputer; dan
 - b. sumber luar-tapak misalnya interferensi radio, jaringan telepon.
188. Keberadaan instalasi sentral telepon di dekat tapak menuntut diberlakukannya ketentuan khusus pada tahap desain, tetapi biasanya gelombang frekuensi tinggi tersebut bukan merupakan kriteria eksklusi untuk tapak karena upaya teknis tertentu mengenai kualifikasi peralatan harus dilakukan dalam tahap desain, prosedur administratif harus dibuat untuk menghindari interferensi lokal.
189. Pada tahap evaluasi tapak, sumber interferensi yang potensial harus:
- a. diidentifikasi dan dikuantifikasi misalnya intensitas dan frekuensi; dan
 - b. dimonitor sepanjang umur reaktor daya guna menjamin kualifikasi yang tepat terhadap komponen instalasi.

BAB VIII

ASPEK ADMINISTRATIF

190. Untuk memenuhi rekomendasi yang terdapat dalam Peraturan Kepala BAPETEN ini, kejadian akibat ulah manusia yang dipertimbangkan harus berupa kejadian yang telah ada di tapak maupun kejadian yang berasal dari pengembangan kegiatan dimasa mendatang di wilayah tapak, dengan memperhitungkan tingkat perlindungan yang disyaratkan bagi reaktor daya.
191. Cara atau upaya yang memadai untuk mengendalikan pengembangan kegiatan tersebut (angka 159) harus dilakukan sejak saat tapak dipilih.
192. Apabila sumber dari sebuah kejadian eksternal ternyata berada dalam SDV atau kebolehjadian kemunculan lebih tinggi daripada SPL, dan dalam hal kejadian tersebut tidak dijadikan sebagai kejadian dasar desain untuk reaktor daya, pertimbangan dapat diberikan untuk mengendalikan jarak dan/atau ukuran sumber sedemikian rupa sehingga sumber akan selalu berada di luar SDV atau selalu mempunyai kebolehjadian kemunculan yang lebih rendah daripada SPL. Hal ini memerlukan kendali administratif. Keefektifan kendali administratif harus selalu dimonitor selama umur reaktor daya dan dinilai secara berkala. Hal ini memerlukan kerjasama antara Pengusaha Instalasi Nuklir dengan Badan Pengawas Tenaga Nuklir.
193. Sistem pemantauan yang digunakan harus didesain dan dioperasikan pada tapak untuk mengkonfirmasi evaluasi tapak dan asumsi desain, dan untuk mencegah berkembangnya kejadian awal menjadi kecelakaan nuklir.
194. Pada tingkat ini, prosedur operasi harus dibuat untuk pemantauan secara *real time* dan untuk tindakan operator setelah terjadinya kecelakaan yang diikuti oleh kejadian eksternal yang dipengaruhi ulah manusia.
195. Isu atau tanggapan penerimaan publik dapat secara kuat mempengaruhi tahap evaluasi tapak dan harus dipertimbangkan.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd

AS NATIO LASMAN