

PERATURAN BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR 6 TAHUN 2019  
TENTANG  
EVALUASI TAPAK INSTALASI NUKLIR  
UNTUK ASPEK KEJADIAN EKSTERNAL AKIBAT ULAH MANUSIA

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang :
- a. bahwa dengan adanya perkembangan di bidang Instalasi Nuklir maka lingkup pengaturan mengenai evaluasi tapak reaktor daya untuk aspek kejadian eksternal akibat ulah manusia perlu disesuaikan dan diperluas agar berlaku untuk semua instalasi nuklir;
  - b. bahwa ketentuan dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 6 Tahun 2008 tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya untuk Aspek Kejadian Eksternal Akibat Ulah Manusia masih terdapat kekurangan dan belum dapat menampung perkembangan hukum dan kebutuhan masyarakat di bidang Instalasi Nuklir sehingga perlu diganti;
  - c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir tentang Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir 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 Republik Indonesia Nomor 3676);
  2. Peraturan Pemerintah Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 107, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5313);
  3. Peraturan Pemerintah Nomor 2 Tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 8, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5496);
  4. Keputusan Presiden Nomor 103 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Lembaga Pemerintah Nondepartemen sebagaimana telah beberapa kali diubah, terakhir dengan Peraturan Presiden Nomor 145 Tahun 2015 tentang Perubahan Kedelapan atas Keputusan Presiden Nomor 103 tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Lembaga Pemerintah Nonkementerian (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 323);
  5. Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 01 Rev.2/K-OTK/V-04 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Pengawas Tenaga Nuklir sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 1 Tahun 2019 tentang Perubahan Kedua atas Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 01 Rev.2/K-Otk/V-04 Tahun 2004 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2019 Nomor 26);

MEMUTUSKAN:

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

BAB I

KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam Peraturan Badan ini yang dimaksud dengan:

1. Evaluasi Tapak adalah kegiatan analisis atas setiap sumber kejadian di tapak dan wilayah sekitarnya yang dapat berpengaruh terhadap keselamatan Instalasi Nuklir.
2. Instalasi Nuklir adalah:
  - a. reaktor nuklir;
  - b. fasilitas yang digunakan untuk pemurnian, konversi, pengayaan bahan nuklir, fabrikasi bahan bakar nuklir dan/atau pengolahan ulang bahan bakar nuklir bekas; dan/atau
  - c. fasilitas yang digunakan untuk menyimpan bahan bakar nuklir dan bahan bakar nuklir bekas.
3. Kejadian Eksternal adalah kejadian yang tidak berkaitan dengan operasi Instalasi Nuklir atau kegiatan yang dapat mempengaruhi keselamatan Instalasi Nuklir.
4. Kejadian Awal (*Initiating Event*) adalah kejadian teridentifikasi yang menimbulkan kejadian operasional terantisipasi atau kondisi kecelakaan dan ancaman terhadap fungsi keselamatan.
5. Kejadian Interaksi (*Interacting Event*) adalah kejadian atau serangkaian kejadian terkait, yang interaksinya (penjalarannya) terhadap Instalasi Nuklir dapat menurunkan tingkat keselamatan personel tapak atau Struktur Sistem dan Komponen (SSK) penting untuk keselamatan.

6. Nilai Jarak Penapisan (*Screening Distance Value*) yang selanjutnya disingkat NJP adalah jarak dari instalasi untuk penapisan potensi sumber bahaya suatu Kejadian Eksternal yang dapat diabaikan.
7. Tingkat Kebolehjadian Penapisan (*Screenings Probability Level*) selanjutnya disingkat TKP adalah Nilai batas kebolehjadian kemunculan kejadian tahunan yang memberikan potensi konsekuensi radiologis.
8. Nilai Kebolehjadian Kondisional (*Conditional Probability Value*) selanjutnya disingkat NKK adalah batas atas kebolehjadian maksimum dengan kejadian yang menyebabkan konsekuensi radiologis yang tidak dapat diterima.
9. Nilai Kebolehjadian Dasar Desain (*Design Basis Probability Value*) yang selanjutnya disingkat NKDD adalah batas tahunan kebolehjadian maksimum dengan kejadian yang akan menyebabkan konsekuensi radiologis yang tidak dapat diterima, yang merupakan perbandingan antara Tingkat Kebolehjadian Penapisan (*screenings probability level*) dan Nilai Kebolehjadian Kondisional (*Conditional Probability Value*).
10. Pemohon Evaluasi Tapak yang selanjutnya disingkat PET adalah Badan Tenaga Nuklir Nasional, Badan Usaha Milik Negara, koperasi, atau badan usaha yang berbentuk badan hukum yang mengajukan permohonan untuk melaksanakan kegiatan Evaluasi Tapak selama pembangunan, pengoperasian, dan dekomisioning Instalasi Nuklir.
11. Badan adalah Badan Pengawas Tenaga Nuklir.

## Pasal 2

- (1) Peraturan Badan ini mengatur PET dalam melakukan Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir untuk aspek kejadian eksternal akibat ulah manusia.
- (2) Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir untuk aspek kejadian eksternal akibat ulah manusia dilakukan melalui pendekatan berperingkat.

- (3) Pendekatan berperingkat sebagaimana dimaksud pada ayat (2) bergantung pada karakteristik dan potensi bahaya radiasi Instalasi Nuklir yang berkaitan dengan jenis Instalasi Nuklir, jenis bahan nuklir, dan lingkup kegiatan Instalasi Nuklir.

### Pasal 3

Peraturan Badan ini bertujuan memberikan ketentuan bagi PET dalam melakukan Evaluasi Tapak untuk menentukan kelayakan tapak dan nilai parameter dasar desain Instalasi Nuklir untuk aspek kejadian eksternal akibat ulah manusia.

### Pasal 4

- (1) PET wajib melakukan Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir untuk aspek kejadian eksternal akibat ulah manusia terhadap tapak dan wilayah sekitarnya dengan luasan yang bergantung pada keberadaan sumber potensial yang membahayakan keselamatan Instalasi Nuklir.
- (2) Kejadian eksternal sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
  - a. jatuhnya pesawat terbang;
  - b. lepasan fluida berbahaya dan beracun;
  - c. ledakan; dan
  - d. kejadian eksternal lainnya yang diakibatkan ulah manusia.

### Pasal 5

Tahapan Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir untuk aspek kejadian eksternal akibat ulah manusia sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 meliputi:

- a. pengumpulan data dan informasi sumber potensial;
- b. evaluasi bahaya sumber potensial; dan
- c. penentuan parameter dasar desain.

Pasal 6

- (1) Pengumpulan data dan informasi sumber potensial sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 huruf a dilakukan melalui:
  - a. identifikasi sumber potensial;
  - b. pengumpulan informasi; dan
  - c. pembuatan peta lokasi dan jarak sumber potensial terhadap Instalasi Nuklir.
- (2) Pengumpulan data dan informasi sumber potensial sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan berdasarkan ketentuan sebagaimana tercantum dalam Lampiran I yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Badan ini.

Pasal 7

- (1) Evaluasi bahaya sumber potensial sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 huruf b meliputi:
  - a. penapisan; dan
  - b. evaluasi rinci.
- (2) Penapisan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a dilakukan dengan menggunakan pendekatan:
  - a. deterministik; dan
  - b. probabilistik.
- (3) Pendekatan deterministik sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a diberikan dalam bentuk:
  - a. NJP; dan
  - b. skala keparahan.
- (4) Pendekatan probabilistik sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b diberikan dalam bentuk Nilai Kebolehjadian kemunculan kejadian awal.
- (5) Evaluasi bahaya sumber potensial sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan berdasarkan ketentuan sebagaimana tercantum dalam Lampiran II yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Badan ini.
- (6) Contoh evaluasi bahaya sumber potensial untuk setiap kejadian eksternal akibat ulah manusia sebagaimana

dimaksud pada ayat (1) tercantum dalam Lampiran III yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Badan ini.

#### Pasal 8

- (1) Pendekatan probabilistik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (2) huruf b dilaksanakan melalui penentuan kebolehjadian kemunculan Kejadian Awal (*Initiating Event*) pada sumber potensial, dalam hal:
  - a. jarak antara sumber potensial dan tapak lebih kecil dari NJP; dan
  - b. skala keparahan signifikan.
- (2) Dalam hal hasil pendekatan probabilistik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) menunjukkan nilai lebih dari  $10^{-7}$  (sepuluh pangkat minus tujuh) per tahun yang merupakan nilai TKP, harus dilakukan evaluasi rinci dengan memperhitungkan nilai kebolehjadian kemunculan Kejadian Interaksi (*Interacting Event*).
- (3) Dalam hal nilai kebolehjadian kemunculan kejadian interaksi melebihi NKDD maka nilai kebolehjadian digunakan untuk penentuan parameter dasar desain.

#### Pasal 9

- (1) Penentuan parameter dasar desain sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 huruf c berdasarkan nilai NJP dan skala keparahan serta mempertimbangkan nilai kebolehjadian interaksi.
- (2) Dalam hal terdapat dua atau lebih Kejadian Interaksi (*Interacting Event*) yang nilai kebolehjadiannya setara atau dalam satu orde, penentuan parameter dasar desain sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus didasarkan pada kejadian interaksi yang memiliki konsekuensi radiologis paling parah.
- (3) Penentuan parameter dasar desain sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan berdasarkan ketentuan sebagaimana tercantum dalam Lampiran IV

yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Badan ini.

#### Pasal 10

PET wajib mempertimbangkan kombinasi kejadian eksternal dengan kejadian eksternal lainnya dan/atau dengan kejadian eksternal yang terjadi bersamaan.

#### Pasal 11

PET wajib melakukan solusi rekayasa dalam hal:

- a. kebolehjadian kemunculan kejadian awal pada sumber potensial melebihi TKP; dan
- b. kebolehjadian interaksi melebihi NKDD.

#### Pasal 12

- (1) PET wajib melakukan upaya kendali administratif dan solusi rekayasa sebagaimana dimaksud pada Pasal 11 dalam hal:
  - a. sumber dari sebuah kejadian eksternal berada dalam NJP; dan/atau
  - b. nilai kebolehjadian lebih tinggi daripada TKP.
- (2) Upaya kendali administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan mengendalikan:
  - a. jarak; dan/atau
  - b. ukuran sumber.
- (3) Keefektifan upaya kendali administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus dipantau paling sedikit 1 (satu) kali dalam setahun.

#### Pasal 13

Dalam hal rencana solusi rekayasa sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11 dan kendali administratif sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 tidak dilaksanakan atau tidak memenuhi persyaratan keselamatan, tapak dinyatakan tidak layak pada tahap pemilihan tapak.



Pasal 14

- (1) PET wajib menetapkan sistem manajemen dalam melaksanakan evaluasi tapak untuk aspek kejadian eksternal akibat ulah manusia.
- (2) Sistem manajemen evaluasi tapak Instalasi Nuklir untuk aspek kejadian eksternal akibat ulah manusia wajib terintegrasi dengan sistem manajemen Evaluasi Tapak.

BAB II

KETENTUAN PENUTUP

Pasal 15

Pada saat Peraturan Badan ini mulai berlaku, Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 6 Tahun 2008 tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya untuk Aspek Kejadian Eksternal Akibat Ulah Manusia, dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Pasal 16

Peraturan Badan ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan Badan ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta  
pada tanggal 13 Agustus 2019

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

JAZI EKO ISTIYANTO

Diundangkan di Jakarta  
pada tanggal 22 Agustus 2019

DIREKTUR JENDERAL  
PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

WIDODO EKATJAHJANA

BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA TAHUN 2019 NOMOR 951

Salinan sesuai dengan aslinya  
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
Kepala Biro Hukum, Kerja Sama,  
dan Komunikasi Publik,



Indra Gunawan  
Pembina Tk. I  
NIP 197102221999111001

LAMPIRAN I  
PERATURAN BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 6 TAHUN 2019  
TENTANG  
EVALUASI TAPAK INSTALASI NUKLIR UNTUK ASPEK  
KEJADIAN EKSTERNAL AKIBAT ULAH MANUSIA

**PENGUMPULAN DATA DAN INFORMASI SUMBER POTENSIAL**

**A. Identifikasi Sumber Potensial**

Identifikasi sumber potensial dari kejadian eksternal yang dipengaruhi ulah manusia dilaksanakan untuk pengumpulan data dan informasi, yang dimulai sejak dini pada tahap pemilihan tapak. Jika tapak potensial telah diidentifikasi, diperlukan informasi lebih lanjut untuk identifikasi bahaya yang relevan dengan kejadian eksternal yang dipengaruhi ulah manusia dan untuk penyediaan data bagi penyusunan parameter dasar desain.

Sumber potensial yang diidentifikasi disajikan dalam bentuk tabulasi, yang memuat data jenis dan jarak lokasi sumber dengan tapak.

Sumber potensial adalah semua instalasi yang menangani, memproses, maupun menyimpan bahan mudah terbakar, bahan korosif, bahan berbahaya dan beracun, bahan mudah meledak dan/atau zat radioaktif. Potensi bahaya dari bahan-bahan tersebut meliputi kebakaran, ledakan, lepasan fluida berbahaya dan beracun, interferensi elektromagnetik, dan proyektil.

Sumber potensial tersebut diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu sumber tidak bergerak dan sumber bergerak. Identifikasi kedua sumber tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sumber tidak bergerak meliputi:
  - a. Instalasi dan industri kimia;
  - b. Kilang, instalasi pengeboran, dan sumur minyak;
  - c. Fasilitas penyimpanan, meliputi:
    - (i) stasiun pengisian;

- (ii) penyimpanan dan penyaluran bahan bakar minyak (Stasiun Pengisian Bahan Bakar umum yang selanjutnya disingkat SPBU); atau
  - (iii) penyimpanan dan penyaluran bahan bakar gas (Stasiun Pengisian Penyaluran Bulk Elpiji yang selanjutnya disingkat SPPBE).
- d. Lokasi konstruksi;
  - e. Instalasi Nuklir lain;
  - f. Operasi penambangan, penggalian, atau eksploitasi hutan;
  - g. Fasilitas Militer meliputi:
    - (i) penyimpanan bahan berbahaya (amunisi);
    - (ii) sistem lalu lintas bahan berbahaya (amunisi);
    - (iii) area pelatihan militer termasuk latihan menembak; dan
    - (iv) pangkalan udara militer;
  - h. Kebakaran Hutan;
  - i. Sumber yang menyebabkan interferensi gelombang elektromagnetik, meliputi:
    - (i) instalasi sentral telepon; dan
    - (ii) instalasi pemancar radio;
  - j. Pengembangan kegiatan manusia yang masih berada pada tahap perencanaan.
2. Sumber bergerak meliputi:
- a. Jalur transportasi bahan berbahaya dan beracun laut dan darat, antara lain: kereta penumpang dan barang, kendaraan darat, kapal laut, kapal tongkang, dan jalur pipa cairan dan gas berbahaya dan beracun;
  - b. Zona bandar udara, terdiri dari:
    - (i) semua bandar udara kecuali bandar udara besar;
    - (ii) bandar udara besar ( $F < 500d^2$  dan  $F < 1000d^2$ );
  - c. Koridor lalu lintas udara dan zona penerbangan (militer maupun sipil); dan
  - d. Pengembangan kegiatan manusia yang masih berada pada tahap perencanaan.

## **B. Pengumpulan Informasi**

Informasi yang dikumpulkan terkait sumber potensial tersebut antara lain kuantitas dan sifat bahan yang tersimpan atau diproses, karakteristik

meteorologi dan topografi dari wilayah, jenis dan karakteristik kendaraan serta potensi bahayanya.

Untuk pengumpulan data-data yang terkait dengan fasilitas militer yang penting untuk keselamatan Instalasi Nuklir diperlukan koordinasi antara otoritas sipil dan militer. Informasi militer yang terkait dengan rahasia keamanan dan pertahanan Negara ditangani sesuai prosedur yang berlaku.

Pengumpulan informasi mengenai instalasi dan kegiatan dari sumber potensial di dalam wilayah yang ada dan yang direncanakan diperoleh dari:  
(3.15)

- a. peta;
- b. laporan yang dipublikasikan;
- c. instansi pemerintah atau swasta; dan
- d. perorangan/ahli yang dapat memberikan pengetahuan tentang karakteristik area setempat.

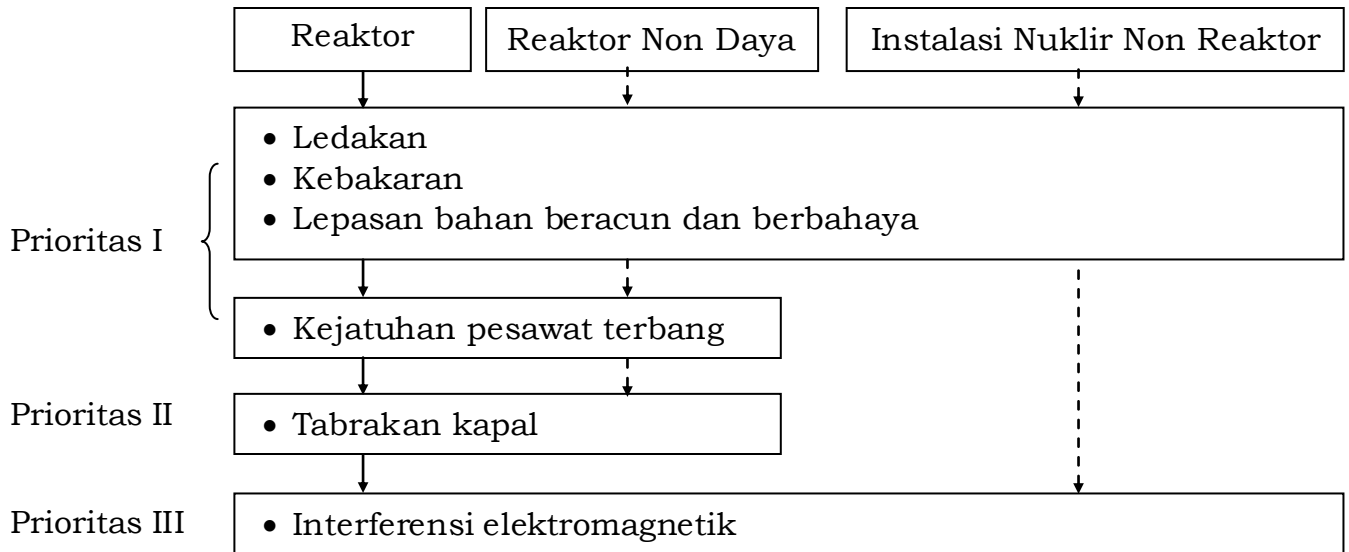
Sumber data dan literatur serta informasi yang potensial memberikan dampak terhadap Instalasi Nuklir yang diperoleh, diperiksa dan diverifikasi untuk mengidentifikasi kegiatan investigasi lebih lanjut.

Setelah informasi sumber potensial dari literatur dan investigasi di lapangan diperiksa dan diverifikasi, dilakukan analisis terhadap :

1. kejadian awal yang mungkin terjadi pada sumber dan berpotensi memicu kecelakaan Instalasi Nuklir;
2. efek dan parameter terkait; dan
3. konsekuensinya terhadap Instalasi Nuklir.

Pendekatan bertingkat pada Aspek Kejadian Eksternal Akibat Ulah Manusia untuk Instalasi Nuklir ditunjukkan Gambar 1.

Gambar 1. Pendekatan Bertingkat Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir untuk Aspek Kejadian Eksternal Akibat Ulah Manusia



Detail informasi yang dikumpulkan untuk masing-masing sumber disajikan pada Tabel 1 untuk kejadian awal. Pada Tabel 2 diberikan identifikasi kejadian awal, penalaran kejadian, dan efek kejadian terhadap Instalasi Nuklir.

Tabel I. Pengumpulan Informasi Sumber Potensial dan Kejadian Awal

No.	Sumber Potensial yang Diinvestigasi	Parameter yang diidentifikasi	Kejadian Awal
A	SUMBER TIDAK BERGERAK		
1	(a) Instalasi dan industri kimia; (b) Kilang, instalasi pengeboran, dan sumur minyak; (c) Fasilitas penyimpanan; (d) Lokasi konstruksi; (e) Instalasi Nuklir lainnya; (f) Operasi penambangan, penggalian, atau eksploitasi hutan; (g) Kebakaran hutan; (h) Sumber yang menyebabkan interferensi gelombang elektromagnetik; dan	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 terbakar, bahan eksplosif, bahan asfiksia, bahan korosif, bahan beracun, atau zat radioaktif d. Tanah runtuh, amblasan e. Dampak proyektil f. Interferensi/gangguan elektromagnetik g. Arus <i>eddy</i> di dalam tanah

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

Tabel 2. Identifikasi Kejadian Awal, Penjalaran kejadian dan Efek Kejadian terhadap Instalasi Nuklir

No	Kejadian Awal	Penjalaran kejadian	Efek terhadap Instalasi Nuklir (mengacu Tabel III)
1	Ledakan (deflagrasi dan detonasi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gelombang tekanan akibat ledakan</li> <li>b. Proyektil</li> </ul>	1) Gelombang Tekanan

		<p>c. Asap, gas dan debu yang ditimbulkan pada peledakan dapat terbawa ke arah Instalasi Nuklir</p> <p>d. Nyala dan kebakaran terkait</p>	<p>2) Proyektil</p> <p>3) Panas</p> <p>4) Asap dan debu</p> <p>5) Bahan asfiksia dan bahan beracun</p> <p>6) Cairan, gas dan aerosol korosif dan radioaktif</p> <p>7) Getaran tanah</p>
2	Kebakaran (Eksternal)	<p>a. Bunga api dapat menimbulkan kebakaran lain</p> <p>b. Abu dan gas pembakaran yang berasal dari kebakaran dapat terbawa ke arah Instalasi Nuklir</p> <p>c. Panas (fluks termal)</p>	<p>3) Panas</p> <p>4) Asap dan debu</p> <p>5) Bahan asfiksia dan bahan beracun</p> <p>6) Cairan, gas dan aerosol korosif dan radioaktif</p>
3	Pelepasan bahan mudah terbakar, bahan eksplosif, bahan asfiksia, bahan korosif, bahan berbahaya beracun, atau zat radioaktif	<p>a. Awan atau cairan dapat terbawa ke arah Instalasi Nuklir dan terbakar atau meledak sebelum atau sesudah mencapai Instalasi Nuklir, di luar atau di dalam Instalasi Nuklir.</p> <p>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.</p>	<p>1) Gelombang Tekanan</p> <p>2) Proyektil</p> <p>3) Panas</p> <p>4) Asap dan debu</p> <p>5) Bahan asfiksia dan bahan beracun</p> <p>6) Cairan, gas dan aerosol korosif dan radioaktif</p>
4	a. Jatuhnya pesawat terbang atau jalur penerbangan yang tidak normal yang mengarah kepada jatuhnya pesawat, tabrakan antar pesawat terbang, proyektil	<p>a. Proyektil</p> <p>b. Kebakaran</p> <p>c. Ledakan tangki bahan bakar</p>	<p>1) Gelombang Tekanan</p> <p>2) Proyektil</p> <p>3) Panas</p> <p>4) Asap dan debu</p> <p>5) Bahan asfiksia dan bahan beracun</p> <p>6) Cairan, gas dan aerosol korosif dan radioaktif</p>



	b. Benturan oleh kendaraan		
5	Tanah runtuh ( <i>ground collapse</i> )	a. Tanah runtuh b. Gangguan terhadap sistem air pendingin	7) Getaran tanah 8) Banjir atau kekeringan 9) Amblesan ( <i>Subsidence</i> )
6	Penyumbatan atau kerusakan pada struktur pengambilan air pendingin	Gangguan terhadap sistem air pendingin	11) Kerusakan pada pengambilan air
7	Interferensi elektromagnetik	Medan elektromagnetik di sekitar peralatan listrik	10) Interferensi elektromagnetik
8	Arus <i>eddy</i> ke dalam tanah	Tegangan listrik ( <i>electric potential</i> ) di dalam tanah	11) Kerusakan pada pengambilan air

### C. Pembuatan Peta lokasi dan jarak sumber potensial terhadap Instalasi Nuklir

Hasil pengumpulan informasi disajikan dalam bentuk Peta. Peta yang dibuat memuat informasi lokasi dan jarak Instalasi Nuklir terhadap semua sumber teridentifikasi dalam tahap identifikasi data dengan memperhatikan rencana pengembangan wilayah yang menggambarkan perkembangan kegiatan manusia yang dapat diantisipasi, yang secara potensial dapat mempengaruhi keselamatan selama umur Instalasi Nuklir yang direncanakan.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

JAZI EKO ISTIYANTO

Salinan sesuai dengan aslinya  
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
Kepala Biro Hukum, Kerja Sama,  
dan Komunikasi Publik,



Indra Gunawan  
Pembina Tk. I  
NIP 197102221999111001

LAMPIRAN II  
PERATURAN BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 6 TAHUN 2019  
TENTANG  
EVALUASI TAPAK INSTALASI NUKLIR UNTUK ASPEK  
KEJADIAN EKSTERNAL AKIBAT ULAH MANUSIA

**EVALUASI BAHAYA SUMBER POTENSIAL**

Evaluasi bahaya sumber potensial ini dilakukan dengan penapisan dan evaluasi rinci. Diagram alir tahapan dalam evaluasi bahaya sumber potensial diuraikan pada Gambar 2.

A. Penapisan

Bagian penapisan ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan:

1. deterministik yang diberikan dalam bentuk nilai jarak penapisan (NJP) dan skala keparahan, dan
2. probabilistik yang dilaksanakan melalui evaluasi kebolehjadian kemunculan kejadian awal dengan batasan TKP.

A.1. Penapisan deterministik

Untuk beberapa sumber, penapisan deterministik didasarkan pada informasi mengenai jarak dan skala keparahan. NJP untuk setiap sumber potensial telah diberikan pada Tabel 3.

Efek sumber potensial terhadap tapak dapat diabaikan apabila:

1. hasil analisis menunjukkan nilainya di luar NJP, dan
2. skala keparahan menunjukkan bahwa tidak ada sumber yang menyebabkan kerusakan yang signifikan.

Table 3. NJP Untuk Setiap Sumber Potensial

No.	Fasilitas dan Sistem Transportasi yang Diinvestigasi	NJP
Sumber tidak bergerak		
1	a. Instalasi dan industri kimia; b. Kilang, instalasi pengeboran, dan sumur minyak; c. Fasilitas penyimpanan; d. Lokasi konstruksi;	a. 5 km; b. 5 km; c. 5 km; d. Jarak terdekat;

	e. Instalasi Nuklir lainnya; f. Operasi penambangan, penggalian, atau eksploitasi hutan; g. Kebakaran hutan; h. Sumber yang menyebabkan interferensi gelombang elektromagnetik; dan i. Pengembangan kegiatan manusia yang masih berada pada tahap perencanaan	e. Jarak terdekat; f. Jarak terdekat; g. 2 km; h. Jarak terdekat; i. Disesuaikan dengan sumber bahaya potensial
2	Fasilitas militer (permanen dan sementara)	30 km,
<b>Sumber Bergerak</b>		
3	Jalur transportasi bahan berbahaya dan beracun laut dan darat, meliputi: a. Kereta penumpang dan barang; b. Kendaraan darat; c. Kapal laut; d. Kapal tongkang; dan e. Jalur pipa	a. 5 – 10 km; b. 5 km; c. 1,5 km; d. 1,5 km; e. 8 – 10 km;
2	Zona Bandar udara, terdiri dari: a. semua bandara kecuali bandara besar b. bandara besar ( $F < 500 d^2$ ) dan ( $F < 1000 d^2$ )	a. max 10 km; b. 16 km
3	Koridor lalu lintas udara dan zona penerbangan (militer maupun sipil)	8 km
4	Pengembangan kegiatan manusia yang masih berada pada tahap perencanaan	Disesuaikan dengan sumber bahaya potensial

Keterangan Tabel:

1. Nilai d adalah jarak yang terukur antara tapak dengan bandara (dalam km).
2. Jarak terdekat adalah jarak pada saat sumber bahaya potensial terdekat dievaluasi dan tidak memberikan dampak signifikan terhadap Instalasi Nuklir, maka dapat dipastikan untuk sumber bahaya potensial yang sama di luar jarak terdekat tersebut dapat ditapis.

Dalam hal sumber bergerak dan tidak bergerak lokasinya masuk dalam NJP serta memiliki tingkat keparahan yang signifikan, maka dilakukan pengumpulan informasi lebih rinci.

Informasi rinci untuk sumber tidak bergerak, meliputi:

1. Sifat (karakter kemudahan bakar (*flash point*), kemungkinan sebaran kebakaran), jenis dan jumlah maksimal bahan berbahaya dan beracun yang ada dalam penyimpanan, proses atau transit.
2. Kondisi fisik penyimpanan dan tahapan proses;

3. Dimensi bejana utama, tempat penyimpanan atau bentuk lain penyungkup (*containment*);
4. Lokasi penyungkup;
5. Konstruksi dan sistem isolasi;
6. Kondisi operasi termasuk frekuensi perawatan;
7. Fitur keselamatan aktif dan pasif;
8. Ukuran (diameter) sumber pemicu;
9. Data atmosferik lokasi (kecepatan angin, arah angin, temperatur, kelembaban);
10. Data geografi lokasi (koordinat dan elevasi);
11. Statistik kecelakaan, (untuk transportasi, data dapat diperoleh dari KNKT);
12. Karakteristik geologi dan geofisik pada bawah permukaan (*subsurface*) di dalam area tapak untuk menjamin Instalasi Nuklir selamat dari tanah runtuh atau tanah longsor;
13. Tambang dan galian pada waktu masa lalu, sekarang, dan masa mendatang termasuk jumlah maksimum bahan peledak yang mungkin tersimpan di setiap lokasi, yang memiliki potensi bahaya menggunakan bahan peledak dalam eksploitasi sehingga dapat menimbulkan gelombang tekanan, proyektil, getaran tanah, tanah runtuh, dan tanah longsor;
14. Karakteristik geologi dan geofisik pada bawah permukaan (*subsurface*) di dalam area tapak; dan
15. Frekuensi, intensitas, arus, daya, dan/atau tegangan dari sumber yang menyebabkan interferensi gelombang elektromagnetik.

Apabila terdapat kesulitan dalam mengumpulkan dan mengevaluasi informasi di fasilitas militer, termasuk instalasi pendukungnya, maka perlu dijalin hubungan yang baik antara otoritas sipil dan militer.

Informasi rinci untuk sumber bergerak, meliputi:

a. Jalur Transportasi,

Bagian ini berisi mengenai karakteristik jalur transportasi, meliputi:

1. sifat, jenis, jumlah bahan berbahaya dan beracun yang diangkut;

2. jenis dan kapasitas pengangkut;
3. ukuran (diameter) sumber potensial;
4. kecepatan, statistik kendali dan peralatan keselamatan;
5. data geografi lokasi (koordinat dan elevasi), dan
6. statistik kecelakaan.

b. Jalur pipa

Bagian ini berisi karakteristik jalur pipa, meliputi:

1. sifat, jenis dan jumlah bahan berbahaya dan beracun yang dialirkan;
2. jenis, kapasitas, tekanan internal pipa;
3. jarak antar katup atau stasiun pompa;
4. fitur keselamatan;
5. data meteorologi antara lain: arah dan kecepatan angin, temperatur, kelembaban; dan
6. statistik kecelakaan.

c. Lalu lintas udara

Bagian ini berisi karakteristik lalu-lintas udara, meliputi:

1. lokasi bandar udara dan koridor udara;
2. pola lepas landas dan pendaratan pesawat;
3. jenis dan karakteristik pesawat, jenis alat peringatan dan alat kendali yang tersedia;
4. frekuensi penerbangannya; dan
5. statistik kecelakaan.

PET melakukan identifikasi tingkat kerusakan yang mungkin muncul berdasarkan skala keparahan.

Gambaran mekanisme efek dari kejadian dan konsekuensi (tingkat kerusakan) terhadap Instalasi Nuklir yang dihasilkan mengacu pada Tabel 4.

Tabel 4. Efek dan Konsekuensi Terhadap Instalasi Nuklir.

No	Efek	Parameter	Konsekuensi
1	Gelombang Tekanan	Tekanan berlebih setempat pada Instalasi Nuklir sebagai fungsi waktu	Runtuhnya bagian-bagian struktur atau gangguan ( <i>disruption</i> ) sistem dan komponen.
2	Proyektil	a. Massa b. Kecepatan	a. Penetrasi, perforasi atau pengelupasan

		<ul style="list-style-type: none"> <li>c. Bentuk</li> <li>d. Ukuran</li> <li>e. Jenis bahan</li> <li>f. Fitur struktur</li> <li>g. Sudut benturan</li> </ul>	<p>(<i>spalling</i>) struktur atau gangguan sistem dan komponen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>b. Runtuhnya bagian-bagian struktur atau gangguan sistem dan komponen.</li> <li>c. Vibrasi yang mengakibatkan sinyal palsu dalam peralatan</li> </ul>
3	Panas	Fluks panas maksimum dan jangka waktu.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menurunnya tingkat layak-huni ruang kendali.</li> <li>b. Gangguan pada sistem atau komponen</li> <li>c. Terbakarnya bahan mudah terbakar</li> </ul>
4	Asap dan debu	Komposisi Konsentrasi dan jumlah sebagai fungsi waktu	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Penyumbatan filter hisap</li> <li>b. Menurunnya tingkat layak-huni ruang kendali, ruang instalasi penting lainnya, dan area yang kena pengaruh.</li> </ul>
5	Bahan asfiksia dan bahan beracun	Konsentrasi dan jumlah sebagai fungsi waktu Toksisitas dan batasan asfiksia	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Ancaman terhadap kehidupan dan kesehatan manusia dan menurunnya tingkat layak-huni area yang terkait keselamatan.</li> <li>b. Hambatan terhadap terpenuhinya fungsi keselamatan oleh operator</li> </ul>
6	Cairan, gas dan aerosol korosif dan radioaktif	Konsentrasi dan jumlah sebagai fungsi waktu Batasan korosif dan radioaktif Tempat asal usul (laut, darat)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Ancaman terhadap kehidupan dan kesehatan manusia dan menurunnya tingkat layak-huni area yang terkait keselamatan</li> <li>b. Korosi dan gangguan terhadap sistem atau komponen</li> <li>c. Hambatan terhadap terpenuhinya fungsi keselamatan oleh operator</li> </ul>
7	Getaran tanah	Spektrum respon	Kerusakan mekanis
8	Banjir atau	Ketinggian permukaan air	Kerusakan terhadap

	kekeringan	sebagai fungsi waktu Laju alir	struktur, sistem dan komponen
9	Amblesan ( <i>Subsidence</i> )	Penurunan ( <i>settlement</i> ), pergeseran diferensial ( <i>differential displacement</i> ), laju penurunan	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	Kerusakan pada pengambilan air	Bobot kapal, laju alir dan area dampak, derajat penyumbatan	Tidak tersedianya air pendingin

Penentuan tingkat kerusakan pada kejadian eksternal akibat ulah manusia dapat dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak, antara lain: ALOHA, BREZEE, FlexPDE, PHAST, dan FLACS. Penggunaan perangkat lunak tersebut telah diverifikasi dan divalidasi untuk memenuhi standar jaminan mutu.

#### A.2. Penapisan probabilistik

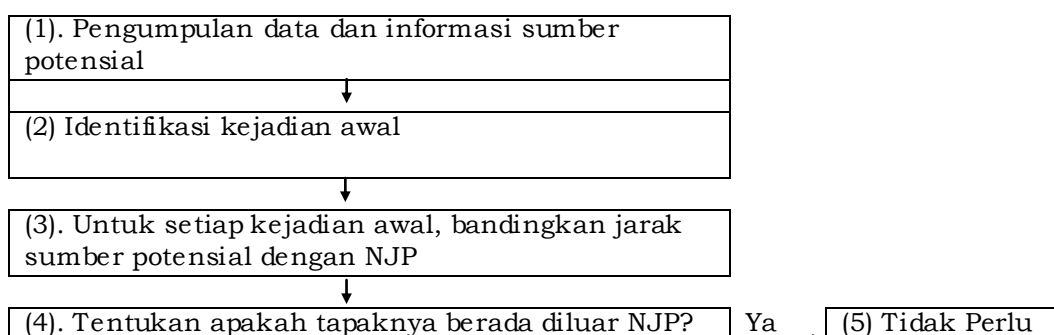
Kriteria penapisan probabilistik dilaksanakan melalui evaluasi kebolehjadian kemunculan kejadian awal dengan batasan tingkat kebolehjadian penapisan (TKP).

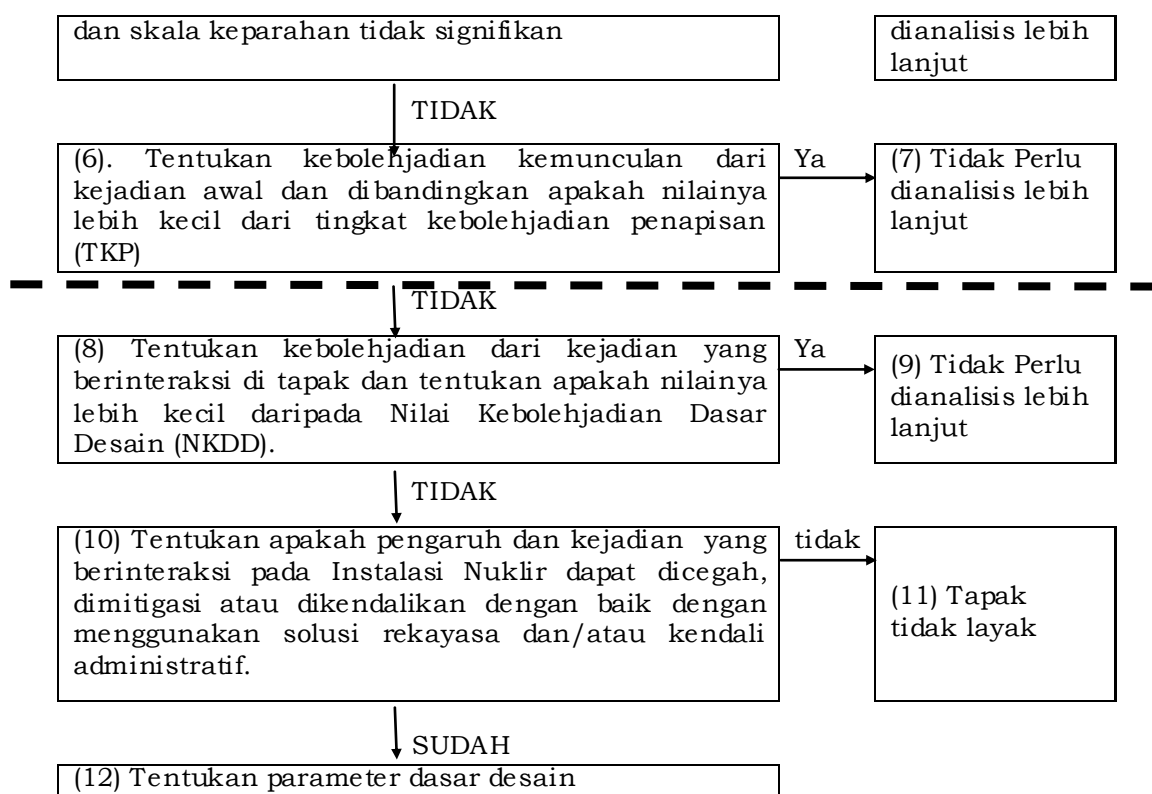
Nilai kebolehjadian kemunculan kejadian awal yang lebih kecil dari TKP ( $10^{-7}$  per tahun) tidak perlu dipertimbangkan lebih lanjut.

Nilai kebolehjadian dasar desain (NKDD) untuk kejadian interaksi yang dipertimbangkan diperoleh melalui pembagian TKP dengan NKK, sesuai dengan formula sebagai berikut:

$$NKDD = \frac{TKP}{NKK}$$

NKK adalah batas atas kebolehjadian maksimum yang menandakan bahwa kejadian ini akan menyebabkan konsekuensi radiologis yang tidak dapat diterima. NKK secara umum diambil sebesar 0,10.





Gambar 2 . Diagram Alir Dalam Evaluasi Bahaya Sumber Potensial

Kebolehjadian kemunculan kejadian interaksi dibandingkan dengan NKDD yang diperoleh dari kejadian interaksi yang dipertimbangkan. Salah satu dari dua situasi berikut dapat muncul, yaitu:

- a. dalam hal kebolehjadiannya lebih rendah dari NKDD, tidak perlu diberikan pertimbangan lebih lanjut terhadap kejadian tersebut dan nilai parameter dasar desain menggunakan nilai NKDD.
- b. dalam hal kebolehjadiannya lebih besar dari NKDD, dilakukan evaluasi untuk menetapkan pengaruh (konsekuensi) dari kejadian interaksi pada Instalasi Nuklir dan cara mitigasinya, melalui solusi rekayasa dan/atau kendali administratif.

### 3. Evaluasi Rinci

Bagian evaluasi rinci dilakukan untuk :

1. setiap jenis sumber potensial atau kejadian yang tidak tereliminasi pada kedua tahap penapisan (deterministik dan probablistik);



2. dalam hal kebolehjadian kemunculan kejadian awal yang dipertimbangkan lebih besar dari pada nilai TKP yang ditetapkan, dan kebolehjadian kejadian interaksi lebih besar dari NKDD.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

JAZI EKO ISTIYANTO

Salinan sesuai dengan aslinya  
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
Kepala Biro Hukum, Kerja Sama,  
dan Komunikasi Publik,



Indra Gunawan  
Pembina Tk. I  
NIP 197102221999111001

LAMPIRAN III  
PERATURAN BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 6 TAHUN 2019  
TENTANG  
EVALUASI TAPAK INSTALASI NUKLIR UNTUK ASPEK  
KEJADIAN EKSTERNAL AKIBAT ULAH MANUSIA

**CONTOH EVALUASI BAHAYA UNTUK KEJADIAN EKSTERNAL  
AKIBAT ULAH MANUSIA**

**A. JATUHNYA PESAWAT TERBANG**

Potensi jatuhnya pesawat terbang merupakan hasil dari kebolehjadian kemunculan jatuhnya pesawat terbang yang berasal dari satu atau lebih kejadian berikut ini:

1. Kejadian jenis 1

Jatuhnya pesawat terjadi pada tapak akibat dari lalu lintas udara umum di wilayah tapak. Untuk mengevaluasi kebolehjadian jatuhnya pesawat, tapak dipertimbangkan sebagai *tract* atau luas lingkaran 0,1-1 km<sup>2</sup>, dan wilayah dianggap sebagai wilayah lingkaran dengan radius 100-200 km.

2. Kejadian jenis 2

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

3. Kejadian jenis 3

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

A.1. Penapisan Deterministik

Kejadian eksternal jatuhnya pesawat terbang di wilayah tapak dipertimbangkan pada jarak yang sudah ditentukan dari tapak.

Penapisan deterministik dilakukan dengan NJP yang ditentukan dari kejadian jenis 2 dan jenis 3.

Informasi yang dikumpulkan untuk ditapis berdasarkan dengan NJP mencakup:

- a. jarak dari bandar udara ke tapak dan lokasi jalur pendaratan terhadap lokasi Instalasi Nuklir;
- b. jumlah frekuensi lalu lintas udara;
- c. lintasan koridor lalu lintas udara dan lokasi persimpangan lintasan udara;
- d. jarak dari Instalasi Nuklir ke fasilitas militer.

Untuk kejadian jenis 1, potensi bahaya pesawat terbang dapat diabaikan apabila kebolehjadian jenis 1 lebih kecil dari TKP.

NJP dalam penapisan deterministik dibandingkan dengan Tabel 3 Lampiran II.

Skala keparahan adalah tingkat kerusakan akibat kejadian eksternal yang diperkirakan berpengaruh terhadap tapak. Skala keparahan untuk kejadian jatuhnya pesawat terbang diberikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tingkat Kerusakan terhadap Skala Keparahannya pada Kejadian Eksternal akibat Jatuhnya Pesawat Terbang

Skala Keparahannya	Energi Tumbukan	Kecepatan	Tingkat Kerusakan
Rendah	< 35 MJ	Kecepatan pesawat <61 m/s, bobot <19 ton	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kerusakan minor pada struktur</li><li>• korban tidak membutuhkan perawatan medis</li></ul>
Sedang	35-500 MJ	Kecepatan pesawat 61 – 152 m/s, bobot <19 ton	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kerusakan struktur moderat yang dapat menyebabkan proyektil sekunder</li><li>• satu korban jiwa atau korban disabilitas yang parah (&gt;30%) untuk satu orang atau lebih</li></ul>
Tinggi	500-1700 MJ	Kecepatan pesawat >152 m/s, bobot 19-149 ton	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kerusakan struktur major (dapat melubangi dinding beton)</li><li>• satu korban jiwa atau korban disabilitas yang parah (&gt;50%) untuk satu orang atau lebih</li></ul>
Sangat Tinggi	>1700 MJ	Kecepatan pesawat >152 m/s, Bobot >150 ton	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kerusakan parah yang menyebabkan keruntuhan</li><li>• banyak korban jiwa atau korban disabilitas yang signifikan lebih dari 50 orang</li></ul>

## A.2. Penapisan Probabilistik

Analisis kebolehjadian akibat jatuhnya pesawat terbang per satuan luas (untuk kejadian Jenis 1) dilakukan dengan menggunakan data kecelakaan pesawat yang terjadi pada radius 100 – 200 km dari tapak. Tapak dianggap sebagai jalur atau area dengan luas lingkaran  $0,1 - 1 \text{ km}^2$ . Untuk kejadian jenis 2 dan 3, kebolehjadian jatuhnya pesawat umumnya dinyatakan dalam jumlah kejadian per jumlah penerbangan atau per jarak perjalanan.

Dalam hal skala keparahan lebih dari tingkat rendah, maka dilakukan evaluasi TKP.

Data frekuensi kejadian mengacu pada data dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) atau data probabilistik dari literatur. Penyesuaian nilai probabilistik perlu dilakukan apabila menggunakan literatur global, sesuai dengan kondisi di lapangan.

Penentuan kebolehjadian jatuhnya pesawat terbang terhadap tapak mempertimbangkan faktor berikut, antara lain:

1. statistik frekuensi kecelakaan untuk jenis pesawat yang berbeda (dinyatakan dalam frekuensi per tahun per luas area);
2. rincian bandar udara lokal termasuk jalur penerbangan, rezim operasi dan volume penerbangan;
3. rincian aktivitas penerbangan militer di area fasilitas;
4. rincian area lokal dengan aktivitas penerbangan yang intens;
5. rincian pembatasan penerbangan lokal termasuk penerbangan di sekitar instalasi itu sendiri;
6. rincian setiap koridor penerbangan lokal menuju tapak, dan/atau
7. rincian tata letak, dimensi Instalasi Nuklir dan sebagainya.

Penapisan probabilistik untuk masing-masing jenis kejadian dilakukan dengan mempertimbangkan faktor berikut:

1. kebolehjadian untuk kejadian jenis 1 mempertimbangkan wilayah dengan populasi yang padat dengan satu atau lebih bandar udara sipil dengan jadwal penerbangan yang padat.
2. kebolehjadian untuk kejadian jenis 2 biasanya lebih besar pada area sekitar bandar udara, baik sipil maupun militer.

3. kebolehjadian untuk kejadian jenis 3, jatuhnya pesawat terbang sipil di dekat koridor kendali lalu lintas udara dievaluasi secara cermat. Kebolehjadian tidak berlaku untuk pesawat terbang militer yang tidak mengikuti rencana penerbangan terprogram atau regulasi penerbangan.

### A.3. Evaluasi Rinci

Evaluasi rinci potensi jatuhnya pesawat terbang di tapak diberikan dalam bentuk diagram F-N dengan F (frekuensi) dan N (jumlah kematian), atau matriks resiko (yg menghubungkan frekuensi dan konsekuensi).

Evaluasi rinci memberikan rekomendasi parameter dasar desain penentuan resiko jatuhnya pesawat terbang dilakukan untuk masing-masing kelas pesawat terbang (pesawat sipil dan militer berukuran kecil, sedang dan besar) terhadap wilayah tapak yang dinyatakan dalam jumlah jatuhnya pesawat terbang per tahun per satuan luas dikalikan dengan luas efektif kerusakan terhadap SSK yang penting untuk keselamatan.

Kecelakaan jatuhnya pesawat terbang lebih sering terjadi dalam 3 (tiga) atau 4 (empat) kilometer terakhir sebelum perimeter pendaratan ekstrim dari landasan pacu, dan pada sektor yang mengarah sekitar  $30^{\circ}$  di kedua sisi sumbu landasan pacu.

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 SSK yang penting untuk keselamatan;  
dan
- d. toleransi yang diperbolehkan untuk ukuran pesawat terbang.
- e. toleransi untuk penggelinciran.

Contoh dari efek yang dipertimbangkan dalam kejadian jatuhnya pesawat terbang dan tercakup dalam dasar desain, antara lain:

#### A.3.1. Efek benturan primer dan proyektil sekunder.

1. benturan dan perambatan gelombang kejut akibat tumbukan pesawat terbang yang mengakibatkan kerusakan atau kegagalan struktur dan SSK penting untuk keselamatan di Instalasi Nuklir.
2. proyektil yang diakibatkan pecahnya bagian pesawat yang terpisah dengan lintasannya, yang akibat adanya benturan secara bersamaan terhadap sistem redundan yang terpisah.
3. proyektil sekunder.

#### A.3.2. Efek yang disebabkan oleh bahan bakar pesawat terbang

1. terbakarnya bahan bakar pesawat terbang di luar (*outdoors*) yang menyebabkan kerusakan bagian luar komponen Instalasi Nuklir yang penting untuk keselamatan;
2. meledaknya sebagian atau seluruh bahan bakar di luar bangunan;
3. masuknya hasil pembakaran ke dalam ventilasi atau sistem catu udara;
4. masuknya bahan bakar ke dalam bangunan melalui bukaan normal, 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.

### **B. LEPASAN FLUIDA BERBAHAYA DAN BERACUN**

Evaluasi tapak mempertimbangkan akibat fluida berbahaya dan beracun yaitu fluida yang bersifat eksplosif, mudah terbakar, korosif, dan beracun, termasuk gas cair (*liquified gas*).

Fluida berbahaya dan beracun pada kondisi normal disimpan dalam wadah, tetapi bila terlepas dapat membahayakan SSK yang penting untuk keselamatan dan kehidupan manusia. Fluida berbahaya dan beracun diberikan perhatian khusus karena memiliki potensi lepasan dari zat-zat sebagai berikut:

1. gas dan uap mudah terbakar yang dapat membentuk awan ledakan dan dapat memasuki saluran sistem ventilasi, kemudian terbakar atau meledak;
2. gas beracun dan gas asfiksia yang dapat mengancam kehidupan manusia dan merusak fungsi kesehatan yang penting; dan
3. gas dan cairan bersifat korosif dan radioaktif yang dapat mengancam kehidupan manusia dan merusak fungsi peralatan.

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 Instalasi Nuklir melalui dua cara:

1. pada waktu awan berada di luar Instalasi Nuklir (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.
2. awan tersebut dapat menyebar masuk ke gedung Instalasi Nuklir, mengakibatkan bahaya bagi personel dan SSK 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 Instalasi Nuklir.

Hal-hal yang dipertimbangkan, yaitu:

1. awan gas beracun atau gas asfiksia dapat memberikan pengaruh yang parah bagi personel Instalasi Nuklir; dan
2. gas korosif dapat merusak sistem keselamatan misalnya menyebabkan kehilangan kemampuan insulasi sistem elektrik.

Perhitungan informasi meteorologi dilakukan dalam memperkirakan bahaya yang disebabkan awan bergerak karena kondisi meteorologi lokal akan mempengaruhi dispersi awan tersebut. Studi dispersi dibuat dengan didasarkan pada distribusi kebolehdarian arah angin, kecepatan angin, dan kelas kestabilan atmosfer.

Pertimbangan 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 NJP, untuk kejadian terpostulasi gas atau uap berbahaya dan beracun yang berasal dari bawah tanah.

#### B.1. Penapisan Deterministik

NJP dalam penapisan secara deterministik dibandingkan dengan Tabel 3 Lampiran II, dengan penentuan kejadian awal lepasan fluida berbahaya dan beracun dapat mengacu ke Tabel 1 Lampiran I.

Skala keparahan untuk kejadian eksternal akibat lepasan fluida berbahaya dan beracun diberikan pada Tabel 6, 7, 8, dan 9 yang ditentukan melalui identifikasi tingkat kerusakan yang mungkin muncul kemudian dikategorikan berdasarkan tingkat keparahannya pada Instalasi Nuklir.

Tabel 6. Kriteria Skala Keparahannya pada Kejadian Eksternal Akibat Kejadian Fluida Berbahaya dan Beracun yang Bersifat Akut

Tingkat Keparahannya	Tingkat Kerusakan
AEGL-1 (rendah)	efek yang ditimbulkan tidak melumpuhkan serta bersifat sementara dan dapat pulih saat penghentian paparan
AEGL-2 (sedang)	efek kesehatan yang cukup serius, bersifat jangka panjang sehingga individu kehilangan kemampuan untuk melindungi diri
AEGL-3 (tinggi)	efek terhadap kesehatan yang cukup signifikan yang dapat mengancam jiwa.

AEGL merupakan konsentrasi maksimum zat di udara dimana seluruh individu akan terpapar dalam periode 10 menit dan 8 jam.

Tabel 7. Kriteria Skala Keparahannya pada Kejadian Eksternal Akibat Kejadian Fluida Berbahaya dan Beracun yang Bersifat Kronis

Tingkat Keparahannya	Tingkat Kerusakan
ERPG-1 (rendah)	efek yang ditimbulkan tidak melumpuhkan serta bersifat sementara dan dapat pulih saat penghentian paparan
ERPG-2 (sedang)	efek kesehatan yang cukup serius, bersifat jangka panjang sehingga individu kehilangan kemampuan untuk melindungi diri
ERPG-3 (tinggi)	efek terhadap kesehatan yang cukup signifikan yang dapat mengancam jiwa.

ERPG merupakan konsentrasi maksimum zat di udara dimana seluruh individu akan terpapar hingga 1 jam.

Tabel 8. Kriteria Skala Keparahannya pada Kejadian Eksternal Akibat Kejadian Fluida Berbahaya dan Beracun

Tingkat Keparahannya (flamibilitas)	Tingkat Kerusakan
Rendah	Berpeluang membentuk campuran dengan udara sebesar 10% LEL ( <i>Lower Explosion Limit</i> )
Sedang	Berpeluang membentuk campuran dengan udara sebesar 60% LEL ( <i>Lower Explosion Limit</i> )
Tinggi	Berpeluang membentuk campuran dengan udara sebesar 100% LEL ( <i>Lower Explosion Limit</i> )

Tabel 9. Kriteria Skala Keparahannya pada Kejadian Eksternal Akibat Kejadian Fluida Berbahaya dan Beracun



Tingkat Keparahan (laju korosi)	Tingkat Kerusakan
Rendah	menimbulkan korosi dengan laju 0,0254 – 0,254 mm/thn pada SSK yang penting untuk keselamatan
Sedang	menimbulkan korosi dengan laju 0,254 – 2,54 mm/thn pada SSK yang penting untuk keselamatan
Tinggi	menimbulkan korosi dengan laju 2,54 – 25,4 mm/thn pada SSK yang penting untuk keselamatan

## B.2. Penapisan Probabilistik

Analisis kebolehjadian lepasan fluida berbahaya dan beracun dilakukan dengan menggunakan *event tree analysis* atau *fault tree analysis*.

Dalam hal skala keparahan lebih dari tingkat rendah, maka dilakukan penapisan probabilistik atau evaluasi TKP.

## B.3. Evaluasi Rinci Fluida Berbahaya dan Beracun untuk Sumber Tidak Bergerak

Evaluasi rinci potensi lepasan fluida berbahaya dan beracun diberikan dalam bentuk diagram F-N dengan F (frekuensi) dan N (jumlah kematian), atau matriks resiko (yg menghubungkan frekuensi dan konsekuensi). Perhitungan konsekuensi tidak hanya dari kejadian tunggal, tetapi juga konsekuensi kejadian penjaran (yang dapat berupa, kebakaran dan ledakan).

Evaluasi rinci menghasilkan pula rekomendasi (berupa parameter dasar desain) plus *alpha* (solusi rekayasa berbasis *layer of protection analysis*).

Hasil konsekuensi kejadian penjaran akan menjadi pertimbangan dalam perhitungan kejadian eksternal lainnya.

## B.4. Evaluasi Rinci Fluida Berbahaya dan Beracun untuk Sumber Bergerak

Evaluasi rinci potensi ledakan berdasarkan rute terdekat dari tapak Instalasi Nuklir diberikan dalam bentuk diagram F-N dengan F (frekuensi) dan N (jumlah kematian), atau matriks resiko (yg menghubungkan frekuensi dan konsekuensi). Perhitungan konsekuensi tidak hanya dari kejadian tunggal, tetapi juga konsekuensi kejadian penjaran (yang dapat berupa, kebakaran dan ledakan).

Evaluasi rinci menghasilkan pula rekomendasi (berupa parameter dasar desain) plus *alpha* (solusi rekayasa berbasis *layer of protection analysis*).

Hasil konsekuensi kejadian penjalaran akan menjadi pertimbangan dalam perhitungan kejadian eksternal lainnya.

### C. LEDAKAN

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. Parameter setiap sumber yang digunakan untuk diidentifikasi dalam evaluasi mencakup:

- 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.

#### C.1. Penapisan Deterministik

NJP dalam penapisan secara deterministik dibandingkan dengan Tabel 3 Lampiran II, dengan penentuan kejadian awal ledakan dapat mengacu ke Tabel 1 Lampiran I.

Skala keparahan untuk kejadian eksternal akibat ledakan diberikan pada Tabel 10, yang ditentukan melalui identifikasi tingkat kerusakan yang mungkin muncul kemudian dikategorikan berdasarkan tingkat keparahannya pada Instalasi Nuklir.

Tabel 10. Kriteria Skala Keparahannya Pada Kejadian Eksternal Akibat Ledakan

Tingkat Keparahannya	Tekanan	Kecepatan angin maksimum	Tingkat Kerusakan
Rendah	6.894,76 paskal	38 m/jam	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jendela kaca pecah</li><li>• Kecelakaan ringan dari pecahan</li></ul>
	13.789,5 paskal	70 m/jam	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kerusakan sedang pada rumah (jendela dan pintu hancur dan kerusakan parah pada atap)</li><li>• pecahan kaca yang beterbangan</li></ul>
Sedang	20.684,3 paskal	102 m/jam	<ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur gedung runtuh</li><li>• Mayoritas cedera parah dengan peluang kematian rendah</li></ul>
	34.473,8 paskal	163 m/jam	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayoritas gedung runtuh</li><li>• Cedera parah dengan peluang kematian tinggi</li></ul>
Tinggi	68.947,6 paskal	294 m/jam	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gedung beton bertulang rusak parah atau hancur</li></ul>

			<ul style="list-style-type: none"><li>• Hampir semua orang meninggal</li></ul>
	137.895 paskal	502 m/jam	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gedung beton berkualitas tinggi rusak parah atau hancur</li><li>• Kematian mencapai 100%</li></ul>

Dalam hal skala keparahan lebih dari tingkat rendah, maka dilakukan penapisan probabilistik atau evaluasi TKP.

### C.2. Penapisan Probabilistik

Bagian ini berisi analisis kebolehjadian kebakaran menggunakan *event tree analysis* atau *fault tree analysis* untuk mengidentifikasi kemungkinan terjadinya VCE (*Vapour Cloud Explosion*), BLEVE (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*), dan ledakan mekanik (bukan karena bahan kimia, contoh ledakan *boiler*).

### C.3. Evaluasi Rinci Sumber Ledakan Tidak Bergerak

Evaluasi rinci potensi ledakan diberikan dalam bentuk diagram F-N dengan F (frekuensi) dan N (jumlah kematian), atau matriks resiko (yg menghubungkan frekuensi dan konsekuensi). Perhitungan konsekuensi tidak hanya dari kejadian tunggal, tetapi juga konsekuensi kejadian penjalaran (yang dapat berupa, kebakaran, ledakan, lepasan fluida berbahaya, dan lemparan proyektil).

Evaluasi rinci menghasilkan pula rekomendasi (berupa parameter dasar desain) plus *alpha* (solusi rekayasa berbasis *layer of protection analysis*).

Hasil konsekuensi kejadian penjalaran akan menjadi pertimbangan dalam perhitungan kejadian eksternal lainnya.

### C.4. Evaluasi Rinci Sumber Ledakan Bergerak

Evaluasi rinci potensi ledakan berdasarkan rute terdekat dari tapak Instalasi Nuklir diberikan dalam bentuk diagram F-N dengan F (frekuensi) dan N (jumlah kematian), atau matriks resiko (yg menghubungkan frekuensi dan konsekuensi). Perhitungan konsekuensi tidak hanya dari kejadian tunggal, tetapi juga konsekuensi kejadian penjalaran (yang dapat berupa, kebakaran, ledakan, lepasan fluida berbahaya dan lemparan proyektil).

Evaluasi rinci menghasilkan pula rekomendasi (berupa parameter dasar desain) plus *alpha* (solusi rekayasa berbasis *layer of protection analysis*).

Hasil konsekuensi kejadian penjalaran akan menjadi pertimbangan dalam perhitungan kejadian eksternal lainnya.

#### **D. KEJADIAN EKSTERNAL LAINNYA YANG DIAKIBATKAN ULAH MANUSIA**

Kejadian eksternal lain akibat ulah manusia selain ketiga tipe utama kejadian eksternal yang dipengaruhi ulah manusia, yaitu:

##### **D.1. KEBAKARAN**

Analisis kejadian kebakaran berdasarkan parameter dan sifatnya, yang meliputi karakter mudah terbakar (*flash point*) cairan atau uap, jumlah bahan yang mudah terbakar (terkait dengan durasi kebakaran), kemungkinan persebaran kebakaran, fluk panas maksimum, magnitude (skala keparahan) bahaya dari fragmen yang terbakar dan asap.

Parameter lain juga dipertimbangkan seperti kondisi cuaca, arah dan kecepatan angin. Evaluasi terhadap hasil samping dari kebakaran seperti asap, partikulat, serta kejadian sekunder seperti ledakan juga perlu dilakukan.

##### **D.1.1 Penapisan deterministik**

NJP dalam penapisan secara deterministik dibandingkan dengan Tabel 3 Lampiran II, dengan penentuan kejadian awal kebakaran dapat mengacu ke Tabel 1 Lampiran I.

Skala keparahan untuk kejadian kebakaran diberikan pada Tabel 11 ditentukan melalui identifikasi kerusakan akibat kebakaran yang mungkin muncul kemudian dikategorikan berdasarkan tingkat keparahannya pada Instalasi Nuklir.

Tabel 11. Kriteria Skala Keparahannya pada Kejadian Eksternal akibat Kebakaran

Tingkat Keparahannya	Tingkat Kerusakan
Rendah ( $>5 \text{ kW}/(\text{m}^2)$ )	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rasa sakit (secondary burn) dalam 60 detik</li><li>• struktur tidak mengalami kerusakan</li></ul>
Sedang ( $>12.5 \text{ kW}/(\text{m}^2)$ )	<ul style="list-style-type: none"><li>• tindakan menyelamatkan diri selama beberapa menit</li><li>• struktur tidak mengalami kerusakan</li><li>• 1% ada kemungkinan meninggal dalam 1 menit</li></ul>

Tinggi ( $>37.5 \text{ kW}/(\text{m}^2)$ )	<ul style="list-style-type: none"><li>• tindakan menyelamatkan diri dalam beberapa detik</li><li>• struktur mengalami kerusakan parah</li><li>• 1% ada kemungkinan meninggal dalam 10 detik</li></ul>
---	---

#### D.1.2 Penapisan probabilistik

Analisis kebolehjadian kebakaran dilakukan dengan menggunakan *event tree analysis* atau *fault tree analysis*, untuk mengidentifikasi kemungkinan terjadinya *flashfire*, *jetfire*, *poolfire* dan *fireball*.

Dalam hal skala keparahan lebih dari tingkat rendah, maka dilakukan penapisan probabilistik atau evaluasi TKP.

Data yang diperlukan untuk penentuan kebolehjadiannya, meliputi:

1. identifikasi noda (titik) berbahaya; dan
2. frekuensi kegagalan peralatan yang mengakibatkan kecelakaan akibat kebakaran yang berbeda.

Data mengenai kegagalan peralatan dapat mengacu pada data OREDA (2002) atau data U.K. Health Safety and Executive (2012).

#### D.1.3. Evaluasi Rinci Sumber Kebakaran Tidak Bergerak

Evaluasi rinci potensi kebakaran diberikan dalam bentuk diagram F-N dengan F (frekuensi) dan N (jumlah kematian), atau matriks resiko (yg menghubungkan frekuensi dan konsekuensi). Perhitungan konsekuensi tidak hanya dari kejadian tunggal, tetapi juga konsekuensi kejadian penjalaran (yang dapat berupa, kebakaran, ledakan dan lepasan fluida berbahaya).

Evaluasi rinci menghasilkan pula rekomendasi (berupa parameter dasar desain) plus *alpha* (solusi rekayasa berbasis *layer of protection analysis*).

Hasil konsekuensi kejadian penjalaran akan menjadi pertimbangan dalam perhitungan kejadian eksternal lainnya.

#### D.1.4. Evaluasi Rinci Sumber Kebakaran Bergerak

Evaluasi rinci potensi kebakaran berdasarkan rute terdekat dari tapak Instalasi Nuklir diberikan dalam bentuk diagram F-N dengan F (frekuensi) dan N (jumlah kematian), atau matriks resiko (yg menghubungkan frekuensi dan

konsekuensi). Perhitungan konsekuensi tidak hanya dari kejadian tunggal, tetapi juga konsekuensi kejadian penjaran (yang dapat berupa, kebakaran, ledakan dan lepasan fluida berbahaya).

Evaluasi rinci menghasilkan pula rekomendasi (berupa parameter dasar desain) plus *alpha* (solusi rekayasa berbasis *layer of protection analysis*).

Hasil konsekuensi kejadian penjaran akan menjadi pertimbangan dalam perhitungan kejadian eksternal lainnya.

## D.2. Tabrakan Kapal Laut

Tabrakan kapal laut menyebabkan bahaya pada saluran masuk air dari reaktor nuklir.

Simulasi gerakan kapal dan kapal wisata yang tidak terkendali (khususnya kapal layar) 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.

### D.2.1. Penapisan deterministik

NJP dalam penapisan secara deterministik dibandingkan dengan Tabel 3 Lampiran II.

Skala keparahan untuk kejadian Tabrakan kapal laut diberikan pada Tabel 12, yang ditentukan melalui identifikasi tingkat kerusakan kapal laut yang mungkin muncul kemudian dikategorikan berdasarkan skala keparahannya.

Tabel 12. Kriteria Skala Keparahannya pada Kejadian Eksternal akibat Tabrakan Kapal Laut

Skala Keparahannya	Tingkat Kerusakan
Rendah (hijau)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Terlepasnya substansi api telah dipadamkan dan tidak ada ancaman untuk ignisi ulang dan/atau</li><li>• konsekuensi ledakan tidak mempengaruhi keselamatan kapal berbahaya</li></ul>
Sedang (Kuning)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pelepasan substansi berbahaya dapat menyebabkan bahaya di beberapa titik di kapal, namun dapat dikendalikan</li><li>• Api atau ledakan berdampak pada area terbatas dan dapat dikendalikan</li></ul>
Tinggi (Merah)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pelepasan substansi berbahaya menyebabkan bahaya langsung pada seluruh bagian kapal</li><li>• Api tidak dapat dikendalikan atau ledakan dapat menyebabkan bahaya langsung pada seluruh bagian kapal</li></ul>

Dalam hal skala keparahan lebih dari tingkat rendah, maka dilakukan evaluasi TKP.

#### D.2.2. Penapisan Probabilistik

Analisis kebolehjadian kebakaran dilakukan dengan menggunakan *event tree analysis* atau *fault tree analysis*.

Informasi yang diperlukan dalam penentuan kebolehjadian tabrakan kapal laut di daerah tapak Instalasi Nuklir, antara lain:

1. statistik frekuensi kecelakaan untuk Tabrakan kapal (dinyatakan dalam frekuensi per tahun per kurun waktu pengamatan);
2. frekuensi lalu lintas pergerakan kapal
3. skenario tabrakan kapal (dermaga, terdapat kapal berlabuh, ditabrak kapal yang datang)

#### D.2.3. Evaluasi Rinci

Evaluasi rinci potensi Tabrakan kapal laut diberikan dalam bentuk diagram F-N dengan F (frekuensi) dan N (jumlah kematian), atau matriks resiko (yg menghubungkan frekuensi dan konsekuensi). Perhitungan konsekuensi tidak hanya dari kejadian tunggal, tetapi juga konsekuensi kejadian penjalaran (yang dapat berupa kebakaran, ledakan dan lepasan fluida berbahaya).

Evaluasi rinci menghasilkan pula rekomendasi (berupa parameter dasar desain) plus *alpha* (solusi rekayasa berbasis *layer of protection analysis*).

Hasil konsekuensi kejadian penjalaran akan menjadi pertimbangan dalam perhitungan kejadian eksternal lainnya.

Evaluasi rinci pada kejadian Tabrakan kapal laut disebabkan, antara lain:

1. tabrakan kapal sehingga air laut masuk ke tapak

Sejumlah energi terlepas ke badan air sehingga menimbulkan gelombang air laut. Kenaikan gelombang air laut dapat menyebabkan air laut masuk ke dalam tapak dan merusak peralatan Instalasi Nuklir.

2. efek kapal terbakar dan/atau meledak

Terbakar atau meledaknya kapal sebagai akibat dari Tabrakan kapal akan menghasilkan bahaya berupa radiasi panas, asap dan partikulat, serta gelombang tekan yang dapat merusak struktur bangunan Instalasi Nuklir.

### 3. efek terlepasnya fluida berbahaya ke dalam air laut

Tabrakan kapal dengan dermaga atau kapal lainnya berpotensi menimbulkan pelepasan fluida B3 yang tersimpan di dalam kapal ke dalam air laut. Bercampurnya fluida B3 ke dalam air laut akan berbahaya apabila campuran terbawa masuk ke dalam sistem air pendingin yang mungkin merusak peralatan di reaktor.

#### D.3. Interferensi Elektromagnetik

Interferensi elektromagnetik mempengaruhi fungsi peralatan elektronik. Interferensi elektromagnetik disebabkan oleh sumber luar-tapak misalnya interferensi radio, gardu listrik dan transmisi, instalasi sentral telepon, dan jaringan telepon.

##### D.3.1. Penapisan deterministik

Interferensi elektromagnetik berpotensi mempengaruhi sistem instrumentasi kendali dari Instalasi Nuklir, yang meliputi interferensi elektromagnetik yang berasal dari sumber instalasi sentral telepon, dan instalasi pemancar radio.

NJP dalam penapisan deterministik untuk interferensi gelombang elektromagnetik, dan arus eddy, dibandingkan dengan Tabel 3 Lampiran II. NJP yang digunakan adalah batasan jarak terdekat antara sumber bahaya potensial dengan Instalasi Nuklir, dimana ketika sumber bahaya potensial terdekat dievaluasi dan tidak memberikan dampak signifikan terhadap Instalasi Nuklir, maka dapat dipastikan untuk sumber bahaya potensial yang sama di luar jarak terdekat tersebut dapat ditapis.

Untuk sumber interferensi elektromagnetik yang dapat mempengaruhi sistem instrumentasi kendali Instalasi Nuklir, perlu dibuktikan bahwa frekuensi sumber pada jarak terdekat tersebut tidak menimbulkan gangguan pada sistem kendali.

Skala keparahan untuk kejadian eksternal akibat Interferensi Elektromagnetik diberikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Skala Keparahannya pada Kejadian Eksternal Akibat Interferensi Elektromagnetik

Tingkat Keparahannya	Tingkat Kerusakan
Parah	• Merusak sistem instrumentasi kendali
Menengah	• Memberikan sinyal palsu sistem instrumentasi dan kendali
Rendah	• Tidak memberikan pengaruh yang signifikan



Dalam hal skala keparahan lebih dari tingkat rendah, maka dilakukan penapisan probabilistik atau evaluasi TKP.

#### D.3.2. Penapisan probabilistik

Untuk interferensi elektromagnetik, tidak dilakukan penapisan probabilistik. Karena ketika kondisi terpenuhi maka interferensi elektromagnetik pasti terjadi.

#### D.3.3. Evaluasi Rinci

Evaluasi rinci untuk interferensi elektromagnetik, dimulai dengan melaksanakan identifikasi dan kuantifikasi parameter dasar evaluasi, antara lain frekuensi, intensitas, arus, daya, dan/atau tegangan.

Metodologi evaluasi rinci untuk interferensi elektromagnetik terhadap sistem instrumentasi dan kendali ditujukan untuk memastikan bahwa frekuensi yang digunakan oleh sistem instrumentasi dan kendali tidak mengalami gangguan yang berasal dari sumber interferensi elektromagnetik. PET mendemonstrasikan bahwa tujuan tersebut dapat tercapai.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

JAZI EKO ISTIYANTO

Salinan sesuai dengan aslinya  
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
Kepala Biro Hukum, Kerja Sama,  
dan Komunikasi Publik,



Indra Gunawan  
Pembina Tk. I  
NIP 197102221999111001

LAMPIRAN IV  
PERATURAN BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 6 TAHUN 2019  
TENTANG  
EVALUASI TAPAK INSTALASI NUKLIR UNTUK ASPEK  
KEJADIAN EKTERNAL AKIBAT ULAH MANUSIA

**PENENTUAN PARAMETER DASAR DESAIN**

**A. Jatuhnya Pesawat Terbang**

Bagian ini berisi parameter dasar desain untuk benturan langsung pesawat terbang pada struktur Instalasi Nuklir yang meliputi:

1. jenis kelas pesawat;
2. arah, sudut dan kecepatan tumbukan;
3. distribusi massa dan kekakuan (*stiffness*) sepanjang badan pesawat terbang;
4. ukuran dan lokasi area terdampak;
5. jenis dan jumlah maksimum bahan bakar; dan
6. efek getaran maksimum dan dampaknya terhadap pembentukan proyektil sekunder.

**B. Lepasannya fluida berbahaya dan beracun**

Parameter dasar desain untuk desain dengan adanya awan beracun, korosi, dan sifat mudah terbakar, yaitu :

1. komposisi kimia dan sifat fisika fluida;
2. jumlah fluida yang terlepas;
3. data meteorologi dan kontur antara tapak dan sumber lepasan fluida;
4. batas toksisitas akut, kronik dan korosivitas; dan
5. batas ledakan terendah.

**C. Ledakan**

Parameter dasar desain untuk kejadian eksterbal akibat ledakan meliputi:

1. komposisi kimia dan sifat fisika fluida;
2. jumlah fluida yang terlepas;
3. sifat bahan yang meledak;
4. sifat gelombang hempas (tumbukan langsung, tekanan lebih maksimum, dan kecepatan gelombang hempas; dan
5. sifat proyektil yang dihasilkan (material, ukuran, dan kecepatan benturan).

**D. Kejadian eksternal lainnya yang diakibatkan ulah manusia**

**D.1. Kebakaran**

Parameter dasar desain untuk kejadian kebakaran meliputi:

- a. fluks panas maksimum yang nilainya berbanding terbalik dengan jarak;
- b. jumlah fragmen bakar dan asap; dan
- c. data meteorologi dan kontur antara tapak dan sumber kebakaran.

**D.2. Tabrakan Kapal Laut**

Parameter dasar desain untuk kejadian Tabrakan Kapal, antara lain:

1. kecepatan dan area benturan;
2. massa dan kekakuan kapal;
3. zat yang diangkut;
4. potensi efek sekunder (tumpahan minyak dan ledakan); dan
5. jarak lintasan kapal.

**D.3. Interferensi Gelombang Elektromagnetik**

Parameter dasar desain kejadian Interferensi Elektromagnetik adalah frekuensi sistem instrumentasi dan kendali.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

JAZI EKO ISTIYANTO

Salinan sesuai dengan aslinya  
BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
Kepala Biro Hukum, Kerja Sama,  
dan Komunikasi Publik,



Indra Gunawan  
Pembina Tk. I  
NIP 197102221999111001