



**PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 3 TAHUN 2008  
TENTANG  
EVALUASI TAPAK REAKTOR DAYA UNTUK ASPEK PENENTUAN DISPERSI  
ZAT RADIOAKTIF DI UDARA DAN AIR, DAN PERTIMBANGAN DISTRIBUSI  
PENDUDUK DI SEKITAR TAPAK REAKTOR DAYA**

**DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA**

**KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,**

Menimbang : bahwa untuk menindaklanjuti ketentuan Pasal 106 Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 5 tentang Ketentuan Keselamatan Evaluasi Tapak Reaktor Nuklir, perlu menetapkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya untuk Aspek Penentuan Dispersi Zat Radioaktif di Udara dan Air, dan Pertimbangan Distribusi Penduduk di Sekitar Tapak Reaktor Daya;

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 tentang Ketentuan Keselamatan Evaluasi Tapak Reaktor Nuklir;

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR TENTANG EVALUASI TAPAK REAKTOR DAYA UNTUK ASPEK PENENTUAN DISPERSI ZAT RADIOAKTIF DI UDARA DAN AIR, DAN PERTIMBANGAN DISTRIBUSI PENDUDUK DI SEKITAR TAPAK REAKTOR DAYA.

Pasal 1

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

1. Akuifer adalah suatu atau sekelompok formasi geologi bawah tanah yang mengandung air, sumber air tanah untuk sumur dan mata air.
2. Akuitar adalah unit geologi yang tersaturasi dengan permeabilitas (dapat ditembus air) yang relatif rendah dalam suatu rangkaian stratigrafi relatif terhadap akuifer yang diamati.
3. Akuiklud adalah unit geologi yang tersaturasi yang tidak dapat memancarkan air dalam jumlah yang cukup pada kemiringan hidrolis yang wajar.
4. Bahan bakar (bahan bakar nuklir) adalah bahan yang dapat menghasilkan proses transformasi inti berantai.
5. Difusi adalah perpindahan zat radioaktif di udara atau air akibat perbedaan konsentrasi.
6. Dispersi adalah penyebaran zat radioaktif di udara (penyebaran aerodinamis atau penyebaran atmosfer) atau air (penyebaran hidrodinamis atau penyebaran hidrosfir) akibat proses fisika (transport, difusi dsb.) yang mempengaruhi gerakan berbagai molekul dalam medium.
7. Jaminan mutu adalah semua tindakan yang terencana dan sistematis yang diperlukan untuk memperoleh keyakinan bahwa suatu barang atau jasa akan memenuhi persyaratan

kualitas yang diberikan.

8. Operasi adalah seluruh kegiatan yang dilaksanakan untuk mencapai tujuan desain fasilitas Reaktor Daya yang mencakup perawatan, penggantian bahan bakar (*refuelling*), inspeksi *in-service* dan kegiatan-kegiatan lainnya.
9. Operasi normal adalah operasi Reaktor Daya di dalam Batasan dan Kondisi Operasi (BKO), yang mencakup *startup*, operasi daya, proses *shutdown (shutting down)*, *shutdown*, perawatan, pengujian dan penggantian bahan bakar (*refuelling*).
10. Status Operasi adalah status yang dinyatakan dalam kondisi operasi normal atau kejadian operasi terantisipasi.
11. Kejadian Operasi Terantisipasi adalah proses operasi yang menyimpang dari operasi normal yang diperkirakan terjadi sekali atau beberapa kali selama umur operasi instalasi penyimpanan bahan bakar bekas, dan dari segi ketentuan desain, tidak menyebabkan kerusakan apapun terhadap komponen yang penting untuk keselamatan atau tidak mengakibatkan kondisi kecelakaan.
12. Kecelakaan (atau Status Kecelakaan) adalah status yang dinyatakan dalam kondisi kecelakaan atau kecelakaan parah.
13. Kondisi Kecelakaan adalah penyimpangan dari status operasi di mana pelepasan zat radioaktif dijaga agar masih berada di dalam batasan yang dapat diterima melalui ciri desain (*design feature*) yang memadai.
14. Kecelakaan Parah (*Severe Accident*) adalah status Reaktor Daya di luar kondisi kecelakaan, termasuk kecelakaan yang menyebabkan degradasi teras yang parah.
15. Keselamatan (atau keselamatan nuklir) adalah pencapaian kondisi operasi yang layak, pencegahan kecelakaan atau mitigasi akibat kecelakaan, dalam rangka melindungi pekerja, masyarakat dan lingkungan hidup dari bahaya radiasi.

16. Kelompok kritis adalah kelompok anggota masyarakat yang homogen dilihat dari segi penerimaan paparan dari sumber radiasi dan jalur paparan radiasi dan adalah tipikal individu yang menerima dosis efektif dan dosis ekuivalen paling tinggi yang berasal dari jalur paparan dan sumber tertentu.
17. Pemantauan adalah pengukuran suatu parameter atau penentuan status suatu sistem yang dilakukan baik secara kontinyu maupun secara berkala.
18. Pengungkung (*containment*) adalah bangunan atau bejana kedap udara di sekeliling bagian utama reaktor yang didesain untuk mampu menghalangi terlepasnya zat radioaktif secara tak terkendali ke lingkungan dan mampu menahan tekanan berlebih (*overpressure*) setelah kecelakaan.
19. Transport adalah perpindahan zat radioaktif di udara atau air akibat aliran medium.
20. Wilayah (*Region*) adalah wilayah geografis tapak dan kawasan di sekitarnya yang cukup luas untuk mencakup semua ciri yang berkaitan dengan fenomena dan dampak kejadian yang perlu dipertimbangkan dalam evaluasi tapak Reaktor Daya.
21. Zona Eksterna (*External Zone*) adalah kawasan di sekitar tapak yang distribusi, kepadatan dan laju pertumbuhan penduduknya, dan aktivitas industrinya, serta tata guna tanah dan airnya harus diperhitungkan dalam evaluasi resiko terhadap masyarakat dan kelayakan penerapan tindakan kedaruratan.
22. Pemohon Evaluasi Tapak yang selanjutnya disingkat PET adalah Badan Pelaksana, Badan Usaha Milik Negara, koperasi, atau badan swasta yang berbentuk badan hukum yang mengajukan permohonan untuk melaksanakan kegiatan evaluasi tapak selama pembangunan, pengoperasian dan dekomisioning reaktor nuklir.

23. Badan Pengawas Tenaga Nuklir yang selanjutnya disingkat BAPETEN adalah instansi yang bertugas melaksanakan pengawasan melalui peraturan, perizinan, dan inspeksi terhadap segala pemanfaatan tenaga nuklir.

## Pasal 2

- (1) Peraturan Kepala BAPETEN ini mengatur PET dalam melakukan penentuan dispersi zat radioaktif di udara dan air, serta pertimbangan distribusi penduduk dalam tapak Reaktor Daya yang meliputi :
- a. pengembangan deskripsi aspek meteorologi, hidrologi dan hidrogeologi tapak;
  - b. program untuk mengumpulkan data meteorologi dan hidrologi (air permukaan dan air tanah);
  - c. program untuk mengumpulkan data tentang distribusi penduduk untuk menunjukkan kelayakan rencana kedaruratan yang efektif;
  - d. pengaruh dari Reaktor Daya yang direncanakan terhadap penggunaan tanah dan air di daerah tapak harus dievaluasi dan merupakan aspek yang harus dipertimbangkan pada penyiapan rencana kedaruratan dan penilaian pengaruh lingkungan;
  - e. metoda untuk perhitungan konsentrasi dan laju deposisi zat radioaktif akibat dispersi efluen di udara atau air; dan
  - f. penggunaan data lingkungan yang terkait dengan model perhitungan yang digunakan untuk memastikan bahwa tipe data yang digunakan tepat menurut standar bagi tujuan pengaturan/pengawasan.
- (2) Peraturan Kepala BAPETEN ini tidak mencakup penentuan dispersi zat radioaktif di udara dan air, serta pertimbangan distribusi penduduk dalam tapak Reaktor Daya yang meliputi :
- a. arahan pada penilaian dosis pada penentuan tapak Reaktor

Daya ;

- b. perhitungan dosis dan identifikasi karakteristik tapak yang relevan terhadap pengaruh radiasi Reaktor Daya pada lingkungan lokal dan wilayah; dan
- c. informasi terinci tentang metoda tertentu atau model matematis tertentu.

### Pasal 3

Peraturan Kepala BAPETEN ini merupakan ketentuan bagi PET yang bertujuan untuk :

- a. memberikan petunjuk praktis mengenai studi dan penyelidikan yang diperlukan untuk menilai dampak Reaktor Daya terhadap masyarakat dan lingkungan hidup ;
- b. memberikan petunjuk mengenai kelayakan penerapan program penanggulangan keadaan darurat yang efektif dengan mempertimbangkan fitur tapak yang relevan;
- c. memberikan petunjuk mengenai penyelidikan yang berkaitan dengan dispersi efluen di udara, air permukaan dan air tanah, dan distribusi penduduk;
- d. memberikan petunjuk cara menentukan tapak yang dipilih untuk Reaktor Daya memenuhi persyaratan dan kemungkinan paparan radiologi dan bahaya terhadap masyarakat dan lingkungan hidup dikendalikan dalam batas yang ditetapkan dalam Peraturan Kepala BAPETEN terkait.

### Pasal 4

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

Pasal 5

Peraturan Kepala BAPETEN ini berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di J a k a r t a

pada tanggal 1 Februari 2008

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd

SUKARMAN AMINJOYO

Salinan sesuai dengan aslinya  
Kepala Biro Hukum dan Organisasi,

ttd

Guritno Lokollo

**LAMPIRAN**  
**PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR**  
**NOMOR 3 TAHUN 2008**  
**TENTANG**  
**EVALUASI TAPAK REAKTOR DAYA UNTUK ASPEK PENENTUAN DISPERSI**  
**ZAT RADIOAKTIF DI UDARA DAN AIR, DAN PERTIMBANGAN DISTRIBUSI**  
**PENDUDUK DI SEKITAR TAPAK REAKTOR DAYA**



## **SISTEMATIKA**

### **EVALUASI TAPAK REAKTOR DAYA UNTUK ASPEK PENENTUAN DISPERSI ZAT RADIOAKTIF DI UDARA DAN AIR, DAN PERTIMBANGAN DISTRIBUSI PENDUDUK DI SEKITAR TAPAK REAKTOR DAYA**

- BAB I PROSEDUR UMUM PENILAIAN DOSIS AKIBAT PELEPASAN ZAT RADIOAKTIF DARI REAKTOR DAYA**
  - A. UMUM
  - B. ESTIMASI PARAMETER SUMBER UNTUK PELEPASAN ZAT RADIOAKTIF
  - C. ESTIMASI KONSENTRASI RADIONUKLIDA DI LINGKUNGAN
  - D. ESTIMASI DOSIS
  
- BAB II DISPERSI EFLUEN DI ATMOSFIR**
  - A. PERTIMBANGAN UMUM
  - B. PARAMETER SUMBER RADIOAKTIF UNTUK PELEPASAN KE UDARA PADA KONDISI NORMAL DAN KECELAKAAN
  - C. PROGRAM PENYELIDIKAN METEOROLOGI
  - D. DATA METEOROLOGI YANG DIPERLUKAN UNTUK PROGRAM I
  - E. PENGUMPULAN DATA
  - F. INSTRUMENTASI
  - G. ANALISIS DAN PRESENTASI DATA
  - H. PEMODELAN PENYEBARAN ATMOSFIR
  - I. PENYIMPANAN DAN DOKUMENTASI DATA
  
- BAB III PENYEBARAN EFLUEN DI HIDROSFIR**
  - A. PERTIMBANGAN UMUM
  - B. SUKU SUMBER RADIASI UNTUK KONDISI NORMAL DAN KECELAKAAN DI AIR PERMUKAAN DAN AIR TANAH
  - C. PROGRAM PEMANTAUAN AIR PERMUKAAN DAN AIR TANAH
  - D. AIR PERMUKAAN
  - E. AIR TANAH
  - F. DATA YANG DIPERLUKAN UNTUK INVESTIGASI AIR TANAH
  
- BAB IV TATA GUNA TANAH DAN AIR DI WILAYAH SEKITAR TAPAK**
  
- BAB V DISTRIBUSI PENDUDUK**
  - A. DATA PENDUDUK DAN DISTRIBUSINYA
  - B. PERTIMBANGAN YANG BERKAITAN DENGAN PAPARAN RADIOLOGI
  
- BAB VI PERTIMBANGAN KELAYAKAN RENCANA PENANGGULANGAN KEADAAN DARURAT**
  
- BAB VII PROGRAM JAMINAN MUTU**

**BAB I**  
**PROSEDUR UMUM PENILAIAN DOSIS**  
**AKIBAT PELEPASAN ZAT RADIOAKTIF DARI REAKTOR DAYA**

**A. UMUM**

1. Berdasarkan prinsip proteksi radiasi, dalam pengoperasian Reaktor Daya harus dilakukan penilaian dosis kelompok kritis serta dosis kolektif akibat pelepasan zat radioaktif ke lingkungan. Secara umum, kelompok kritis dapat ditentukan berdasarkan laju konsumsi makanan atau kebiasaan hidup lainnya, serta lokasinya relatif terhadap titik pelepasan atau sumber dari paparan secara langsung. Kelompok ini harus cukup kecil sehingga dapat dianggap homogen dalam hal umur, pola makan, kondisi kehidupan dan lingkungan, serta aspek perilaku lainnya yang berpengaruh pada dosis yang diterima. Ukuran kelompok kritis biasanya berjumlah puluhan orang, walaupun dalam beberapa kasus, ukuran ini bisa lebih besar.
2. Dalam hal tidak ditemukan kelompok kritis, misalnya pada lingkungan yang tidak dihuni, untuk melakukan penilaian dosis harus dipostulasikan adanya suatu kelompok kritis. Sebagai contoh, untuk pelepasan ke udara, bisa diasumsikan ada kelompok kritis yang berada di batas fasilitas, atau pada jarak di mana konsentrasi radionuklida di udara diperkirakan paling tinggi. Untuk pelepasan di perairan, bisa diasumsikan bahwa penggunaan air dan/atau paparan terjadi di titik pelepasan. Meskipun demikian, jalur paparan, laju konsumsi makanan, serta karakteristik lain yang diasumsikan harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan yang dinilai.
3. Dispersi zat radioaktif yang dilepaskan melalui atmosfer air permukaan, dimodelkan, dan selanjutnya konsentrasi radionuklida di area yang penduduknya mungkin terpapar dinilai.
4. Paparan eksterna berasal dari beluk (*plume*) maupun dari zat radioaktif yang terdeposisi di permukaan, sedangkan paparan interna berasal dari inhalasi radionuklida di udara maupun melalui ingesti radionuklida yang berada dalam makanan maupun air. Pendekatan yang direkomendasikan untuk menghitung paparan total adalah dengan menjumlahkan paparan dari semua jalur paparan,

meskipun pada kenyataannya, anggota kelompok kritis tidak menerima paparan dari semua jalur tersebut.

## **B. ESTIMASI PARAMETER SUMBER UNTUK PELEPASAN ZAT RADIOAKTIF**

5. Dalam estimasi parameter sumber untuk pelepasan zat radioaktif, diperlukan informasi mengenai jumlah dan jenis radionuklida yang dilepaskan, moda pelepasan, titik pelepasan dan sebagainya. Laju pelepasan harus ditentukan secara terpisah berdasarkan jalur pelepasan, yaitu melalui atmosfer (diuraikan di Bab II) serta melalui air permukaan dan air tanah (Bab III).

## **C. ESTIMASI KONSENTRASI RADIONUKLIDA DI LINGKUNGAN**

### **C.1. Konsentrasi Radionuklida di Udara dan Air**

6. Setelah parameter sumber untuk pelepasan zat radioaktif diestimasi, langkah berikutnya yaitu estimasi konsentrasi radionuklida di udara dan air untuk setiap jalur pelepasan. Konsentrasi radionuklida pada lokasi terdekat dengan fasilitas yang dapat dijangkau oleh masyarakat, atau di lokasi yang air atau bahan makanannya mungkin dimanfaatkan oleh masyarakat harus diestimasi.

### **C.2. Konsentrasi Radionuklida dalam Bahan Makanan**

7. Konsentrasi radionuklida dalam bahan makanan yang berasal dari daratan (*terrestrial food*) dapat diestimasi berdasarkan laju deposisi dan pembentukan radionuklida di tanah. Bahan makanan yang berasal dari daratan (*terrestrial food*) adalah bahan makanan yang merupakan hasil pertanian di darat bukan dari sungai atau laut. Penyerapan (*uptake*) dan retensi radionuklida oleh bahan makanan daratan dapat diestimasi dengan memperhitungkan deposisi langsung dari udara, irigasi penyerapan radionuklida dari tanah. Efek dari pemasukan (*intake*) radionuklida melalui ingesti tanah secara tidak sengaja oleh manusia atau hewan ternak dapat diperhitungkan secara implisit di dalam pemilihan nilai koefisien penyerapan radionuklida dari tanah ke tanaman.
8. Penyerapan dan retensi radionuklida oleh biota akuatik dapat diestimasi dengan menggunakan faktor bioakumulasi khusus unsur (*element specific bioaccumulation factor*) yang menggambarkan kesetimbangan antara konsentrasi radionuklida di dalam biota dan air.

9. Penggunaan air permukaan sebagai sumber irigasi dapat diperhitungkan dengan menggunakan konsentrasi radionuklida di air dan laju irigasi yang sesuai untuk mengestimasi laju deposisi ke permukaan tanaman ataupun lahan pertanian. Kontaminasi air permukaan dari atmosfer harus dipertimbangkan.
10. Peluruhan radioaktif diperhitungkan dalam estimasi terhadap retensi zat radioaktif yang terdeposisi di permukaan tanaman dan tanah, serta dalam estimasi pengurangan zat radioaktif yang mungkin terjadi selama waktu sejak panen sampai dengan dikonsumsi oleh manusia.

#### **D. ESTIMASI DOSIS**

11. Konsentrasi radionuklida di udara, air, dan bahan makanan yang telah diestimasi dikombinasikan dengan laju pemasukan (*intake*) untuk memperoleh estimasi pemasukan total radionuklida. Nilai pemasukan total ini kemudian dikalikan dengan koefisien dosis yang sesuai untuk mendapatkan dosis efektif yang berasal baik dari inhalasi maupun ingesti. Dengan cara yang sama, konsentrasi radionuklida baik di lapisan sedimen di garis pantai maupun di permukaan tanah dikombinasikan dengan koefisien dosis yang sesuai untuk mengestimasi dosis efektif yang diterima dari radiasi eksternal.
12. Dosis efektif akibat paparan dari radionuklida yang terbawa oleh awan (*immersion in a cloud containing radionuclides*) dapat diestimasi dengan mengalikan konsentrasi radionuklida di udara dengan koefisien dosis eksternal yang sesuai.
13. Untuk memperoleh dosis efektif total, dosis efektif dari semua radionuklida dan dari semua jalur paparan dijumlahkan. Estimasi dosis ekuivalen untuk mata dan kulit hanya dijumlahkan untuk jaringan ini.
14. Dalam penilaian dosis kolektif akibat pelepasan zat radioaktif ke atmosfer, wilayah dibagi menjadi sejumlah area yang dianggap homogen dalam hal populasi, pertanian dan sebagainya. Dosis kolektif diestimasi untuk masing-masing area dan selanjutnya dijumlahkan untuk memperoleh dosis kolektif total.
15. Dalam penilaian dosis kolektif akibat pelepasan zat radioaktif ke hidrosfir, biasanya digunakan model kompartemen untuk mewakili penyebaran dan perpindahan melalui lingkungan ke manusia. Kemudian dosis kolektif dievaluasi dengan menjumlahkan untuk semua radionuklida dan semua jalur paparan.

## **BAB II**

### **DISPERSI EFLUEN DI ATMOSFIR**

#### **A. PERTIMBANGAN UMUM**

16. Atmosfir merupakan jalur paparan utama zat radioaktif yang lolos terbawa ke lingkungan sampai ke lokasi masyarakat, baik pada operasi normal maupun pada kondisi kecelakaan.
17. Evaluasi transport zat radioaktif yang keluar dari Reaktor Daya ke atmosfer pada keadaan operasi normal dan pada kondisi kecelakaan merupakan salah satu persyaratan dalam desain dan proses perizinan. Penyelidikan meteorologi harus dilakukan untuk mengevaluasi parameter meteorologi khusus yang ada di lokasi tapak atau wilayah.
18. Kontaminasi udara, tanah dan air dalam waktu singkat maupun lama harus dideskripsikan dalam model penyebaran atmosfer, dengan memperhitungkan kondisi difusi di lingkungan. Elevasi orografis yang memiliki kemiringan (*slope*) signifikan harus diperhitungkan dalam model.
19. Tipe dan cakupan dari data meteorologi yang diperoleh dan disimpan harus memungkinkan analisis statistik yang terpercaya untuk menentukan distribusi paparan radiasi.
20. Pengaruh dan konsekuensi pada publik dan lingkungan dari pelepasan radioaktif dalam waktu singkat dan lama harus dinilai berdasarkan informasi meteorologi dan kondisi spesifik tapak yang berhubungan dengan penggunaan tanah dan air, distribusi penduduk, infrastruktur di sekitar tapak, dan parameter radiologi yang relevan.
21. Penyelidikan meteorologi secara rinci harus dilakukan di wilayah sekitar tapak. Perhitungan dispersi dan konsentrasi zat radioaktif harus menunjukkan konsekuensi radiologi dari pelepasan zat radioaktif ke atmosfer baik yang bersifat rutin maupun dalam kondisi kecelakaan tidak melebihi nilai batas yang telah ditetapkan. Hasil perhitungan ini dapat digunakan untuk menetapkan nilai batas pelepasan zat radioaktif ke atmosfer.

22. Hasil penyelidikan meteorologi harus digunakan untuk:
- a. melakukan konfirmasi kelayakan tapak;
  - b. mendapatkan garis acuan (*baseline*) evaluasi tapak;
  - c. menentukan apakah karakteristik meteorologi lokal telah berubah sejak dibuatnya evaluasi tapak sampai sebelum dimulainya operasi Reaktor Daya;
  - d. memilih model dispersi yang tepat bagi tapak;
  - e. menetapkan batas pelepasan bahan radioaktif ke atmosfer;
  - f. menetapkan batas bagi performansi disain (misalnya laju kebocoran pengungkung Reaktor Daya dan kemudahan/habitabilitas ruang kontrol); dan
  - g. membantu mendemonstrasikan kelayakan program penanggulangan keadaan darurat.

**B. PARAMETER SUMBER RADIOAKTIF UNTUK PELEPASAN KE UDARA PADA KONDISI NORMAL DAN KECELAKAAN**

23. Sifat-sifat dan parameter berikut harus diperkirakan untuk sumber radioaktif :

- a. radioaktivitas :
  - 1) laju pelepasan tiap nuklida penting dan total aktivitas untuk tiap nuklida penting yang dilepaskan pada perioda tertentu; dan
  - 2) variasi dari laju pelepasan untuk tiap nuklida penting.
- b. sifat kimia zat yang dilepaskan;
- c. sifat fisik zat yang dilepaskan ; dan
- d. aspek geometri dan mekanika dari pelepasan sumber radioaktif tersebut.

24. Informasi tentang tingkat aktivitas latar belakang di udara yang disebabkan sumber-sumber radioaktif alamiah dan buatan harus dikumpulkan.

**C. PROGRAM PENYELIDIKAN METEOROLOGI**

25. Program penyelidikan meteorologi harus dirancang untuk mengumpulkan dan mengevaluasi data secara kontinyu, juga meliputi parameter berikut sepanjang operasi normal dari Reaktor Daya yaitu :
- a. parameter meteorologi spesifik tapak yang berhubungan dengan penyebaran zat radioaktif di atmosfer dan analisis statistik ;

- b. parameter meteorologi spesifik tapak yang dispesifikasi dalam program penanggulangan keadaan darurat; dan
  - c. parameter meteorologi spesifik tapak yang berhubungan dengan operasi normal dan konfirmasi terhadap disain dasar (*basis design*) dari Reaktor Daya.
26. Program pengukuran meteorologi harus memberikan data selama periode waktu yang mencukupi (minimum 1 tahun penuh) yang menggambarkan keadaan tapak sebelum dimulainya pembangunan Reaktor Daya, dan harus terus berlanjut sepanjang umur reaktor. Selain itu harus dibandingkan dengan data setelah Reaktor Daya dibangun tetapi sebelum dioperasikan, untuk menentukan apakah diperlukan perubahan pada disain dasar atau pada asumsi yang dibuat dalam model perhitungan.

#### **D. DATA METEOROLOGI YANG DIPERLUKAN UNTUK PROGRAM INI**

27. Data meteorologi yang dikumpulkan harus kompatibel dalam hal sifatnya (*nature*), ruang lingkup, dan presisinya dengan metoda dan model yang akan digunakan untuk mengevaluasi paparan radiasi terhadap masyarakat dan dampak radiologi pada lingkungan untuk penilaian terhadap tiap tujuan pengaturan.
28. Pengukuran meteorologi seringkali dipengaruhi oleh keadaan lapangan (*terrain*), fitur lokal seperti tanaman dan penutup tanah (*ground cover*), fitur orografis dan struktur bangunan (seperti menara pendingin dan tiang penopang sensor meteorologi yang mendukung), serta bangunan yang dapat mempengaruhi keterwakilan data yang diperoleh. Dalam mengumpulkan data meteorologi, perhatian harus dilakukan secara hati-hati untuk mencegah efek lokal dari perubahan harga parameter yang harus diukur.
29. Untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi meteorologi, data berikut harus diperoleh secara paralel :
- a. vektor angin (arah dan kecepatan angin);
  - b. indikator spesifik untuk turbulensi di atmosfer;
  - c. presipitasi;
  - d. temperatur udara;
  - e. kelembaban; dan

f. tekanan udara.

## **E. PENGUMPULAN DATA**

30. Harus dipastikan bahwa data yang dikumpulkan cukup merepresentasikan kondisi meteorologi lokal. Kegiatan tersebut harus dilakukan sejalan dengan standar internasional. Sekurang-kurangnya data yang mewakili satu tahun harus disajikan. Informasi harus diberikan untuk menunjukkan seberapa jauh data ini mewakili karakteristik meteorologi jangka panjang dari tapak. Informasi ini dapat diperoleh dengan membandingkan data lokal dengan data jangka panjang yang relevan yang berasal dari stasiun meteorologi di area sekitar tapak.

### **E.1. Penempatan sistem pengukuran meteorologi**

31. Peralatan meteorologi harus dipasang sedemikian rupa untuk mendapatkan data yang mewakili kondisi dispersi pada titik pelepasan. Diperlukan pengujian keadaan lapangan sampai beberapa kilometer di sekitar tapak Reaktor Daya. Fitur topografi yang harus diperhatikan meliputi lembah, garis pantai, pegunungan yang terisolasi, area yang hutan dan pohon, dan bangunan buatan dalam ukuran besar kesemuanya ini harus dicatat. Lembah landai dengan kedalaman kurang dari 100m dan lebar 5-10 km harus diperhitungkan karena ia dapat mempengaruhi angin berkecepatan rendah. Peralatan harus terkena angin sebagaimana diharapkan dan ditempatkan jauh dari penghalang untuk meminimalkan pengaruhnya terhadap pengukuran. Penutup tanah dan tumbuh-tumbuhan harus di atur selama pengukuran untuk menghindari pengaruh setempat.

32. Jika tapak berdekatan dengan perbatasan internasional dan diperlukan untuk menempatkan peralatan meteorologi di wilayah negara tetangga, maka diperlukan adanya perjanjian untuk pemasangan dan perawatan peralatan serta pengumpulan data.

### **E.2. Karakteristik angin**

33. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi atmosfer di tapak, posisi dan pengaturan alat harus dipilih untuk mendapatkan paparan maksimal. Lagi pula, peralatan harus mampu memperoleh data yang mewakili keseluruhan profil angin sekurang-kurangnya sampai ketinggian pelepasan yang



potensial.

34. Jika kecepatan dan arah angin tidak banyak berbeda di daerah sekitar tapak, maka dapat dilakukan pengukuran arah dan kecepatan angin di satu daerah yang mewakili tapak untuk mendapatkan data angin secara kontinyu pada ketinggian berikut :
  - a. pada elevasi 10 m, untuk membandingkan dan mengkorelasikan data angin dari tapak dengan data dari jaringan sinoptik dari berbagai stasiun meteorologi; dan
  - b. pada titik yang mewakili ketinggian efektif pelepasan zat radioaktif (akan dievaluasi berdasarkan informasi awal).
35. Pada kasus lain, pengukuran harus dilakukan pada lebih dari satu lokasi. Misalnya ketika efek dari angin laut penting, data yang berasal dari stasiun meteorologi tambahan dipedalaman harus digunakan untuk mengevaluasi karakteristik rejim difusi untuk angin laut (*sea breeze*) didaratan.
36. Data meteorologi harus diperoleh sekurang-kurangnya setiap jam sekali. Waktu Perata-rataan dan waktu pengambilan cuplikan harus sesuai dengan tujuan pengaturan. Instrumen harus disediakan untuk dapat merekam secara kontinyu guna menjamin bahwa data akan terkumpul dan tersedia pada beberapa lokasi dimana data tersebut digunakan.
37. Pengukuran parameter angin pada stasiun tambahan harus dilakukan bersamaan dengan pengukuran parameter lain.

### **E.3. Turbulensi di Atmosfir**

38. Fluktuasi kondisi meteorologi merupakan indikator langsung dari turbulensi di atmosfer. Tergantung model yang digunakan, turbulensi harus diindikasikan dengan penggunaan data yang berhubungan dengan satu atau lebih hal-hal berikut:
  - a. fluktuasi arah angin (metoda *sigma theta*);
  - b. temperatur udara dan laju perubahan temperatur (metoda *delta T*);
  - c. kecepatan angin dan tingkat radiasi matahari atau selubung langit (*sky cover*) sepanjang siang hari, dan selubung atau tingkat radiasi netto pada waktu malam (metoda insulasi); dan
  - d. kecepatan angin pada berbagai ketinggian.

39. Untuk memenuhi tujuan pengaturan tertentu (khususnya yang berkaitan dengan evaluasi tapak dan disain), karakteristik dispersi dari lapisan atmosfer harus ditentukan oleh variasi temperatur dengan ketinggian antara sekurangnya dua tingkat pengukuran. Tingkat ini harus meliputi tingkat dimana angin diukur.
40. Frekuensi, lama dan waktu pengukuran dari variasi temperatur terhadap ketinggian harus dicocokkan dengan data angin. Untuk situasi meteorologi yang rumit, misalnya dalam hubungannya dengan orografi, pengukuran indikator turbulensi yang dibuat di daerah tapak saja mungkin belum mencukupi. Tergantung karakteristik khusus wilayah, mungkin diperlukan untuk membuat pengukuran tambahan dari angin dan indikator turbulensi pada beberapa kilometer dari tapak. Dalam kasus tertentu, pelepasan normal efluen atau pelepasan perunut (*tracer*) eksperimen digunakan untuk membuat model difusi lokal, yang seringkali merupakan model umum dengan penyesuaian yang diturunkan dari nilai konsentrasi udara yang diukur di tapak dan di wilayah sekitarnya.
41. Dalam mengembangkan model difusi spesifik untuk tapak, informasi tentang distribusi angin dan temperatur terhadap waktu dan ruang harus diperoleh agar dapat diketahui dan ditentukan lintasan dan efluen yang lolos ke lingkungan. Informasi tersebut harus diperoleh dengan program pengukuran lapangan. Program ini harus direncanakan untuk dilakukan dalam berbagai musim dan waktu per harinya selama sekurang-kurangnya setahun agar mewakili kondisi meteorologi.
42. Jika turbulensi atmosfer ditentukan dengan observasi visual atas selubung langit pada berbagai waktu tiap harinya (metoda insulasi), maka observasi jumlah selubung langit dan ketinggian awan harus dikombinasikan dengan data angin yang diukur bersamaan di tapak.

#### **E.4. Presipitasi dan Kelembaban**

43. Presipitasi harus dilaporkan minimal tiap jam. Pengukuran intensitas, jenis dan nilai total presipitasi digunakan untuk mengevaluasi dampak presipitasi pada konsentrasi polutan di udara dan di darat. Data tentang kelembaban juga dapat membantu menentukan efek dari menara pendingin. Kelembaban udara dapat mengubah dispersi aerosol, sebagaimana juga dapat meningkatkan perpaduan

partikulat (*particulates*).

## F. INSTRUMENTASI

44. Peralatan meteorologi harus diberi pelindung, dipelihara dan dikalibrasi secara kontinyu terhadap peristiwa-peristiwa alam yang mungkin mengganggu fungsinya.
45. Dalam menganalisis akurasi instrumentasi, harus dianalisis kesalahan karena pengkabelan, pengkondisian sinyal, perekaman, radiasi matahari, dan efek fluktuasi temperatur. Akurasi dan kelayakan peralatan harus dijamin oleh program jaminan mutu mencakup perawatan dan pemeriksaan rutin.
46. Dalam hal instrumentasi *Doppler-SODAR* digunakan untuk menentukan vektor angin, sebuah sistem pengukuran harus tetap dipertahankan untuk mengukur kondisi pada elevasi 10 m dan elevasi lainnya yang diperlukan.

## G. ANALISIS DAN PRESENTASI DATA

47. Ada 2 (dua) konsep dalam menganalisis data, yaitu:
  - a. perata-rataan variabel pada interval tertentu; dan
  - b. analisis statistik dari nilai rata-rata ini.
48. Vektor angin pada elevasi yang berbeda dan temperatur harus dirata-rata minimum per jam, sedangkan untuk variabel lain seperti tingkat radiasi matahari dan tingkat presipitasi periode integrasi harus dalam jangka waktu satu jam. Arah angin harus dirata-rata sebagai vektor dan laju angin sebagai skalar selama jangka waktu yang ditentukan.
49. Untuk tujuan evaluasi tapak dan disain, analisis statistik harus dilakukan untuk mengevaluasi pelepasan rutin maupun kecelakaan.
50. Tergantung pada model perhitungan, analisis pelepasan rutin mungkin memerlukan distribusi frekuensi bersama antara arah angin dan laju angin untuk tiap kelas stabilitas atmosfer. Dalam hal *washout*, kelas presipitasi harus diperhitungkan.
51. Analisis atas pelepasan zat radioaktif yang dipostulatkan harus meliputi probabilitas kemunculan untuk berbagai set kondisi meteorologi untuk periode waktu yang berbeda selama kecelakaan, sebagai contoh, dalam beberapa jam

pertama dari kecelakaan yang dipostulatkan, pada hari pertama, selama satu pekan pertama, dan selama waktu kesetimbangan.

52. Informasi berikut diperlukan untuk analisis dosis:
- suku sumber untuk pelepasan zat radioaktif sebagai fungsi waktu;
  - karakteristik atmosfer;
  - jaringan makanan sampai ke manusia; dan
  - karakteristik penduduk dan perubahannya terhadap waktu.

#### **H. PEMODELAN PENYEBARAN ATMOSFIR**

53. Model penyebaran atmosfer yang digunakan harus memenuhi tujuan sebagai berikut:
- untuk memperoleh konsentrasi ternormalisasi dalam jangka pendek; dan
  - untuk memperoleh integrasi konsentrasi ternormalisasi dalam jangka lebih panjang (bulanan); dan
  - untuk memperoleh integrasi konsentrasi ternormalisasi dalam jangka panjang (tahunan).
54. Ketika gas radioaktif atau aerosol tercampur di udara maka ia akan berjalan dan tersebar sesuai dengan sifat fisisnya dan sifat fisis atmosfer terkait. Bahan polutan biasanya masuk atmosfer dengan kecepatan dan temperatur yang berbeda dengan atmosfer sekitarnya. Kondisi ini harus diperhitungkan dalam pemilihan model perhitungan transport yang digunakan.
55. Eلفuen, yang mengalami transport dan difusi harus dapat mengalami proses sebagai berikut :
- proses peluruhan dan buildup;
  - deposisi basah;
  - deposisi kering;
  - formasi aerosol ; dan
  - resuspensi material terdeposisi di permukaan.
56. Model perhitungan untuk penyebaran atmosfer harus disesuaikan dengan tujuan regulasi.
57. Metoda dan model matematis yang digunakan dalam model untuk indikasi turbulensi, penyebaran di atmosfer, dll, selanjutnya akan diatur pada Peraturan

Kepala BAPETEN mengenai Model Generik Dalam Menilai Pengaruh Pelepasan Zat Radioaktif ke Lingkungan dan Pemantauan Pelepasan Zat Radioaktif ke Lingkungan.

**I. PENYIMPANAN DAN DOKUMENTASI DATA**

58. Data mentah harus tetap disimpan sampai analisis kualifikasi dan statistik dari data dilakukan.
59. Program untuk investigasi meteorologi wilayah dan data terkait harus didokumentasikan untuk evaluasi tapak dan disain, termasuk untuk program penanggulangan keadaan darurat.

### **BAB III**

#### **PENYEBARAN EFLUEN DI HIDROSFIR**

##### **A. PERTIMBANGAN UMUM**

60. Perairan merupakan jalur penyebaran zat radioaktif baik untuk pelepasan rutin maupun kecelakaan. Perairan ini meliputi perairan atas permukaan dan perairan bawah tanah. Keduanya ditangani secara terpisah.
61. Investigasi rinci tentang perairan ini harus dilakukan. Perhitungan penyebaran dan konsentrasi zat radioaktif harus dilakukan untuk melihat apakah konsekuensi radiologisnya dapat diterima atau tidak. Hasil perhitungan ini dapat digunakan untuk mendemonstrasikan kepatuhan terhadap batas pelepasan efluen radioaktif yang diatur dalam Peraturan Kepala BAPETEN mengenai Pelepasan Zat Radioaktif ke Lingkungan.
62. Informasi yang diperlukan untuk penilaian dosis dari pelepasan radioaktif lewat perairan adalah sebagai berikut :
  - a. suku sumber (*source terms*) ;
  - b. karakteristik hidrologis, fisis, kimia fisik dan biologis mempengaruhi dispersi dan retensi zat radioaktif ;
  - c. rantai makanan yang relevan sampai manusia ;
  - d. lokasi dan jumlah air untuk minum, industri, pertanian, dan rekreasi ; dan
  - e. kebiasaan makan populasi dan informasi terkait lainnya.
63. Hasil investigasi hidrosfir harus digunakan untuk konfirmasi tentang tepat tidaknya tapak, memilih dan kalibrasi model penyebaran tapak, dan menentukan limit pelepasan radioaktif yang dibolehkan ke lingkungan (perairan) termasuk untuk menunjukkan kelayakan program penanggulangan keadaan darurat.

##### **B. SUKU SUMBER RADIASI UNTUK KONDISI NORMAL DAN KECELAKAAN DI AIR PERMUKAAN DAN AIR TANAH**

64. Parameter berikut harus diestimasi :
  - a. radioaktivitas;
  - b. sifat kimia;
  - c. sifat fisis (T, densitas, beban);

- d. laju alir pelepasan kontinyu;
  - e. variasi terhadap waktu dari suku sumber; dan
  - f. geometri dan mekanisme pelepasan.
65. Zat radioaktif yang dilepaskan ke atmosfer dapat terdeposit di atas permukaan tanah atau air permukaan dan kemudian dapat masuk sampai ke air tanah. Potensi kontaminasi tidak langsung dalam air permukaan dan kemungkinan kontaminasi air tanah dari permukaan harus dianalisis.

### **C. PROGRAM PEMANTAUAN AIR PERMUKAAN DAN AIR TANAH**

66. Program pemantauan harus dilaksanakan baik untuk air permukaan maupun air tanah. Program semacam ini bertujuan untuk mendapatkan acuan dasar (*baseline*) evaluasi tapak dan untuk menentukan apakah karakteristik hidrologi daerah tersebut mengalami perubahan sejak evaluasi tapak sampai sebelum dimulainya operasi Reaktor Daya.
67. Program pemantauan untuk air tanah harus dimulai sekitar dua tahun sebelum dimulainya pembangunan Reaktor Daya. Daerah sekitar tapak harus dipantau sebelum pembangunan pondasi dimulai untuk verifikasi kemungkinan perubahan rezim air bawah tanah, dan pemantauan ini harus terus berlanjut setelah selesainya pembangunan konstruksi.
68. Air tanah dipantau dengan menganalisis sampel air yang diambil dari lubang bor dan sumur. Sampel dapat juga diambil dari air tanah yang mencapai permukaan pada mata air atau pada depresi alamiah. Program pemantauan ini harus terus berlanjut sepanjang umur Reaktor Daya. Lubang bor dan sumur harus terus dijaga dalam kondisi dapat beroperasi sepanjang perioda tersebut.
69. Program pemantauan air permukaan harus dilakukan jauh sebelum dimulainya konstruksi Reaktor Daya dan harus terus berlanjut sepanjang umur Reaktor Daya.
70. Semua air permukaan dan air tanah di sekitar tapak Reaktor Daya harus dianalisis secara kontinyu dengan interval waktu yang bergantung pada umur paroh radionuklida yang berpotensi terlepas ke lingkungan air tersebut.

## D. AIR PERMUKAAN

### D.1. Data yang diperlukan

71. Data yang diperlukan untuk analisis hidrologi permukaan untuk tapak Reaktor Daya dapat berasal dari berbagai sumber. Sumber-sumber data dari jaringan hidrometeorologi biasanya memberikan data yang memadai. Namun data ini harus diverifikasi sebelum digunakan.
72. Keperluan data yang dipaparkan di sini berhubungan dengan metoda perhitungan standar. Untuk model maju (*advanced model*), data yang diperlukan tergantung model yang digunakan untuk memenuhi tujuan pengaturan yang relevan.
73. Badan air tipikal di sekitar Reaktor Daya dapat berupa sungai, estuaria, danau besar, laut dan samudra sampai waduk buatan manusia. Pengumpulan data hidrologi untuk tiap badan air di wilayah tapak Reaktor Daya dibahas dalam topik berikut.

### D.2. Tapak di sekitar Sungai

74. Untuk tapak di sekitar sungai, hidrologi dan informasi lainnya harus mencakup sebagai berikut :
  - a. geometri kanal, lebar rata-rata, penampang lintang rata-rata, dan kemiringan rata-rata dari sungai yang ditinjau (level air dapat dihitung dari geometri kanal dan laju alir sungai). Jika terdapat ketidakaturan/ketidaklaziman penting seperti zona mati dan adanya peralatan hidrolis dalam aliran yang dapat mempengaruhi penyebaran bahan terlarut, maka hal ini harus dideskripsikan. Pengukuran tambahan di hilir untuk geometri kanal harus dibuat karena diperlukan dalam menganalisis proses penyebaran di sungai tersebut;
  - b. laju alir sungai disajikan sebagai rata-rata bulanan dari kebalikan (*inverse*) aliran harian. Kebalikan dari laju alir digunakan karena konsentrasi campuran secara umum berbanding lurus dengan kebalikan dari laju alir jika efek penyerapan oleh sedimen dapat diabaikan. Laju alir dari perairan-perairan lain yang penting dan relevan (seperti anak-anak sungai di hilir) harus diukur jika mereka mempengaruhi dispersi zat radioaktif;
  - c. nilai ekstrim dari laju alir yang dievaluasi dari data historis;



- d. variasi terhadap waktu dari level air sampai jangkauan yang diperlukan ;
- e. variasi pasang-surut permukaan air dan laju alir untuk kasus sungai pasang surut ;
- f. data untuk mendeskripsikan kemungkinan interaksi antara air sungai dengan air tanah dan penentuan jangkauan dari kanal dimana sungai dapat memperoleh tambahan air dari air tanah atau sebaliknya kehilangan air ke air tanah ;
- g. temperatur sungai yang diukur pada beberapa bagian sungai yang representatif sepanjang perioda sekurangnya satu tahun dan dinyatakan dalam rata-rata bulan dari data temperatur harian ;
- h. ketebalan lapisan teratas (*top layer*) jika ada stratifikasi termal;
- i. konsentrasi materi di lokasi bagian hilir dari tapak; dan
- j. data lainnya yang diperlukan untuk analisis penerimaan dosis melalui media air sungai seperti nilai radioaktivitas latar air, sedimen dan makanan air, dan lain-lain.

### **D.3. Tapak di sekitar estuaria**

75. Untuk tapak di sekitar estuaria informasi berikut harus dikumpulkan:
- a. distribusi salinitas ;
  - b. evaluasi perpindahan sedimen ;
  - c. karakteristik kanal;
  - d. koefisien distribusi dari sedimen;
  - e. aktivitas radioaktif latar;
  - f. siklus musiman plankton dan zooplankton; dan
  - g. pelepasan dan siklus pemberian makan spesies ikan utama.
76. Pengukuran temperatur air, salinitas dan parameter lain di estuaria harus dilakukan untuk berbagai kondisi dengan mempertimbangkan kedalaman, jarak, waktu, pasang-surut, dan konfigurasi perairan pada musim yang berbeda.

### **D.4. Tapak di sekitar danau besar, laut dan samudra**

77. Untuk tapak di sekitar danau besar, laut dan samudra data berikut harus dikumpulkan :

- a. konfigurasi pantai dan dasar lautnya;
- b. kecepatan, temperatur, dan arah arus laut dekat pantai;
- c. lama dari stagnasi dan karakteristik arus balik;
- d. stratifikasi termal dari lapisan air ;
- e. berat dari bahan yang ditopang, laju sedimentasi, dan koefisien distribusi sedimen;
- f. radioaktivitas latar ;
- g. siklus musiman plankton dan zooplankton ; dan
- h. pelepasan dan siklus pemberian makan spesies ikan utama.

#### **D.5. Tapak di sekitar Waduk Buatan Manusia**

78. Untuk tapak di sekitar waduk buatan, informasi hidrogeologi berikut harus dikumpulkan :
- a. konfigurasi waduk serta geometri, yang mencakup panjang, lebar dan kedalaman pada lokasi yang berbeda ;
  - b. kecepatan arus air masuk dan keluar;
  - c. fluktuasi ketinggian air;
  - d. kualitas air masuk;
  - e. stratifikasi termal dari lapisan air dan variasi musiman dari perairan yang relevan ;
  - f. interaksi dengan air tanah;
  - g. karakteristik endapan di dasar sedimen;
  - h. distribusi sedimen;
  - i. laju deposisi sedimen ;
  - j. radioaktivitas latar;
  - k. siklus musiman plankton dan zooplankton; dan
  - l. pelepasan dan siklus pemberian makan spesies ikan utama.

#### **D.6. Pemodelan dispersi radioaktif di air permukaan**

79. Ada beberapa model untuk menghitung penyebaran pada air permukaan. Model maju harus digunakan untuk kondisi yang kompleks. Apabila model yang diacu dalam Peraturan Kepala ini digunakan dalam pemodelan dispersi, maka penerapan model pada tapak tertentu dan keadaan instalasi (pada kondisi operasi

normal atau kecelakaan) harus diverifikasi, karena referensi ini tidak ditujukan langsung pada masalah yang dapat timbul dalam evaluasi tapak Reaktor Daya.

80. Ada 3 kelompok dasar model penyebaran sebagai berikut.
  - a. model perhitungan lanjut: mentransformasi persamaan dasar dari penyebaran radionuklida ke bentuk beda hingga atau elemen hingga dan kemudian memecahkannya;
  - b. model box : keseluruhan perairan ditangani sebagai satu kompartemen yang serba sama (*homogeneous*) dan diwakili dengan parameter yang representatif. Sebagian besar model tentang interaksi radionuklida dengan sedimen merupakan tipe ini; dan
  - c. model dengan banyak penyederhanaan pada geometri perairan dan koefisien penyebaran. Model ini paling sering dipakai untuk analisis hidrologi permukaan.

Sebagai tambahan, Metoda *Monte Carlo* dapat juga digunakan untuk pemodelan geometri perairan dan simulasi partikel.

81. Model perhitungan standar kelompok (b) dan (c) umumnya digunakan dalam evaluasi tapak Reaktor Daya. Pemilihan model harus didasarkan atas tipe pelepasan, tipe perairan, dan penggunaan air yang terkait. Hal ini juga terkait dengan faktor besar suku sumber dalam operasi normal atau saat kecelakaan, dan tingkat akurasi yang diperlukan.
82. Hasil model perhitungan harus dibandingkan dengan data laboratorium atau data lapangan untuk suatu tapak spesifik. Biasanya validasi ini memiliki batas penerapan yang tertentu, dan ini harus ditentukan dengan pemahaman yang baik atas model yang digunakan.

## **E. AIR TANAH**

### **E.1. Pertimbangan umum**

83. Zat-zat radioaktif yang dikeluarkan dari Reaktor Daya mungkin akan mengkontaminasi sistem air tanah pada suatu wilayah secara langsung maupun tidak langsung, melalui tanah, atmosfer atau air permukaan melalui tiga cara berikut:
  - a. buangan tidak langsung ke air tanah melalui rembesan dan infiltrasi dari air

permukaan yang telah terkontaminasi buangan zat-zat radioaktif yang dikeluarkan dari suatu Reaktor Daya ;

- b. infiltrasi zat radioaktif cair dari tangki penampungan atau reservoir ke dalam air tanah ; dan
  - c. pelepasan langsung dari Reaktor Daya; suatu kecelakaan pada Reaktor Daya mungkin menginduksi kejadian semacam ini, dan zat radioaktif dapat melakukan penetrasi ke dalam sistem air tanah. Perlindungan terhadap akuifer (*aquifers*) dari kejadian seperti ini harus dipertimbangkan dalam analisis keselamatan untuk merumuskan kondisi-kondisi kecelakaan, dan penghalang geologis untuk memberikan proteksi harus dipertimbangkan.
84. Evaluasi karakteristik hidrogeologi harus menentukan hal-hal berikut:
- a. perkiraan konsentrasi zat radioaktif dalam air tanah pada titik terdekat dalam wilayah dimana air tanah digunakan untuk konsumsi manusia;
  - b. jalur transport dan waktu perjalanan zat radioaktif untuk mencapai sumber konsumsi dari titik pelepasan zat radioaktif;
  - c. kapasitas transport dari aliran permukaan, aliran antara, dan pengisian ulang air tanah;
  - d. kerentanan (*susceptibility*) terhadap kontaminasi dari akuifer (*aquifers*) pada tingkat yang berbeda; dan
  - e. distribusi ruang dan waktu dari zat radioaktif dalam air tanah yang berasal dari buangan kecelakaan Reaktor Daya.

## **F. DATA YANG DIPERLUKAN UNTUK INVESTIGASI AIR TANAH**

85. Investigasi secara hidrogeologi dalam kerangka kerja evaluasi tapak untuk suatu Reaktor Daya mencakup investigasi lokal dan regional menggunakan survei geofisika permukaan standard secara komparatif dan program-program untuk pengeboran geofisika dan studi peruntan (*tracer studies*).

### **F.1. Informasi hidrogeologi lokal dan regional**

86. Kedua informasi lokal dan regional harus dikumpulkan untuk mengidentifikasi sistem hidrogeologi dan lintasan-lintasan aliran khusus. Informasi yang dikumpulkan harus mencakup:

- a. data klimatologi;
- b. konsentrasi awal dari radionuklida;
- c. unit-unit hidrologi utama beserta parameter hidrodinamikanya dan umur atau waktu balik rata-rata (*mean turnover times*) dari air tanah;
- d. hubungan antara pengisian kembali dan pengosongan; dan
- e. data hidrologi permukaan.

## **F.2. Data klimatologi**

87. Dalam hal curah hujan di wilayah tapak memiliki kontribusi yang substansial terhadap air tanah, data hidrometeorologi mengenai curah hujan musiman dan tahunan dan mengenai penguapan (*evapotranspiration*) yang telah dikumpulkan secara sistematis harus dianalisis untuk jangka waktu selama data itu ada. Dari data meteorologi, pengisian kembali air tanah (presipitasi) harus dihitung. Cara lain, perunut-perunut siklus air (secara kimia atau isotop) dapat dimanfaatkan untuk menghitung pengisian kembali air tanah.

## **F.3. Unit-unit hidrogeologi utama**

88. Data yang menyangkut jenis variasi formasi geologi dalam wilayah dan distribusi stratigrafinya untuk mengkarakterisasi sistem regional dan hubungannya dengan unit-unit hidrogeologi lokal harus diperoleh.
89. Kondisi geologi dan hidrologi permukaan dari areal tapak harus dipelajari dengan cukup detil untuk menentukan jalur lintas potensial dari kontaminasi terhadap air permukaan dan air tanah. Setiap sistem drainase permukaan atau badan air yang dapat dijangkau dari suatu titik pelepasan potensial dari suatu kecelakaan harus diidentifikasi. Daerah dimana air permukaan yang terkontaminasi dapat masuk ke suatu akuifer secara langsung harus ditentukan. Informasi hidrogeologi yang relevan untuk pengosongan permukaan atau dekat permukaan mencakup informasi tentang sifat-sifat kelembaban tanah, laju infiltrasi, konfigurasi zona-zona tak tersaturasi, dan sifat penyimpanan kimia dibawah kondisi tak tersaturasi.
90. Untuk pertimbangan potensi transport dari rembesan dan air tanah dalam wilayah tapak (dalam radius beberapa puluh kilometer), data tentang tipe akuifer, akuitar (*aquitards*) dan akuiklud (*aquicludes*), interkoneksi diantaranya dan

kecepatan aliran serta waktu balik rata-rata harus diinvestigasi. Data seperti itu memungkinkan untuk melakukan karakterisasi terhadap pola aliran regional dan hubungannya dengan pola aliran lokal dari rembesan dan air tanah. Investigasi ini harus mencakup data berikut:

- a. data geologi: litologi, ketebalan, luas, tingkat homogenitas, dan tingkat iklim permukaan dari unit-unit geologi;
- b. data hidrogeologi: fungsi hidrolis dari zona tak tersaturasi, transmisivitas dan konduktivitas hidrolis, koefisien penyimpanan dan hasil spesifik (*specific yield*), parameter-parameter penyebaran, dan gradien hidrolis dari daerah saturasi untuk setiap unit geologi;
- c. kedalaman dihubungkan dengan umur air dan waktu balik rata-rata;
- d. interkoneksi antara akuifer dan akuitar tanpa dan dengan penggunaan air tanah;
- e. komposisi kimia air tanah dari masing-masing akuifer dan akuitar dibandingkan dengan litologinya;
- f. sifat fisika dari air tanah, khususnya temperatur, kandungan gas, dan kerapatan;
- g. variasi tingkat air dalam sumur dan lubang tambang dan dalam pengosongan mata air dan sungai; dan
- h. lokasi-lokasi lubang-lubang penyedot aktif dan potensial dalam wilayah tapak.

#### **F.4. Karakteristik penahanan air dari unit-unit hidrogeologi**

91. Informasi tentang karakteristik penahanan air dari unit-unit hidrogeologi utama harus dikumpulkan, termasuk informasi tentang sifat-sifat berikut:
  - a. kelembaban;
  - b. porositas dan kerapatan;
  - c. hasil spesifik untuk akuifer tak terbatas dan koefisien penyimpanan untuk akuifer terbatas;
  - d. konduktivitas atau permeabilitas hidrolis; dan
  - e. transmisivitas untuk akuifer terbatas yang tersaturasi secara penuh.
92. Untuk unit-unit hidrogeologi yang relevan, informasi tentang sifat-sifat fisika dan kimia dari air tanah berikut harus dikumpulkan:

- a. konsentrasi dan oksidasi dan keadaan-keadaan kompleks dari anion dan kation penting, dan keberadaannya dalam senyawa organik;
- b. kandungan material biologi dan organik;
- c. pH;
- d. Eh;
- e. temperatur; dan
- f. karakteristik sorpsi (*sorption characteristics*)

#### **F.5. Hubungan internal antara air tanah dan air permukaan**

93. Luas dan tingkat hubungan hidrolik antara badan-badan air permukaan dan air tanah harus diidentifikasi. Topografi dan peta geologi harus dipelajari untuk mengetahui jalur-jalur atau wilayah-wilayah dimana terdapat hubungan hidrolik antara air permukaan dan air tanah. Jumlah pertukaran harus diestimasi dan kelompok-kelompok pertukaran yang bersesuaian harus ditentukan.

#### **F.6. Pemodelan penyebaran dan penyimpanan radionuklida dalam air tanah**

94. Model-model telah dikembangkan untuk menghitung penyebaran dan penyimpanan radionuklida yang dilepaskan ke air tanah. Model-model perhitungan standard secara umum sudah memuaskan dan harus digunakan dalam banyak kasus. Kompleksitas dari model yang dipilih harus menggambarkan kompleksitas dari sistem hidrogeologi pada suatu tapak tertentu.
95. Evaluasi yang disederhanakan harus dilakukan dengan data dan asumsi yang hati-hati untuk mengevaluasi pengaruh pelepasan zat radioaktif kedalam air tanah pada kecelakaan yang dipostulatkan. Lebih lanjut, jika diperlukan analisis yang lebih disempurnakan dengan asumsi dan model yang lebih realistis harus dilakukan.
96. Arah pergerakan air tanah dan transport radionuklida, secara umum ortogonal dengan kontur-kontur pada lapisan air tanah. Dalam hal ini, diterapkan model perhitungan baku. Jika akuifer bersifat tidak isotropik secara kuat, dan air dan efluen yang terbawa dapat bergerak melewati suatu domain terbatas melewati patahan, biasanya sebagian besar model perhitungan adalah tidak valid. Dalam hal ini dapat dipertimbangkan studi peruntukan.

97. Model-model analitik untuk transport radionuklida dalam air tanah memiliki beberapa sumber ketidakpastian. Model yang digunakan harus divalidasi untuk setiap aplikasi spesifik. Model-model hidrogeologi tervalidasi yang akan diaplikasikan untuk karakteristik yang serupa dengan tapak harus dipandang sebagai referensi untuk tujuan perbandingan.
98. Dokumentasi yang dihasilkan dalam program pemantauan untuk air permukaan dan air tanah harus mengikuti rekomendasi yang dibuat dalam Bab VII tentang Program Jaminan Mutu.



## BAB IV

### TATA GUNA TANAH DAN AIR DI WILAYAH SEKITAR TAPAK

99. Pengoperasian Reaktor Daya akan mempengaruhi penduduk pada area di sekitarnya dan lingkungan lokal serta wilayah tapak. Untuk pengaruh terhadap lingkungan di suatu tapak, tata guna lahan harus diselidiki. Karakteristik penggunaan air dan tanah dalam wilayah harus dipertimbangkan dalam menunjukkan kelayakan rencana penanggulangan kedaruratan.
100. Penyelidikan harus mencakup:
- a. tanah yang diperuntukkan untuk pertanian, luasnya, tanaman-tanaman utama dan hasilnya;
  - b. tanah yang diperuntukkan untuk perusahaan susu, luas dan hasilnya.
  - c. tanah yang diperuntukkan untuk industri, untuk tujuan kelembagaan dan rekreasi, luas dan karakteristik penggunaannya;
  - d. perairan yang digunakan untuk perniagaan, individu dan rekreasi pemancingan, mencakup rincian jenis ikan yang dipancing, kelimpahan dan hasilnya;
  - e. badan air yang digunakan untuk tujuan perniagaan, termasuk navigasi, suplai air masyarakat, irigasi, tujuan rekreasi seperti permandian dan pelayaran;
  - f. tanah dan badan air yang mendukung kehidupan satwa liar dan peternakan
  - g. jalan lintas langsung dan tidak langsung dari potensi kontaminasi radioaktif terhadap rantai makanan;
  - h. produk-produk yang masuk ke atau keluar dari wilayah tapak yang mungkin merupakan bagian dari rantai makanan; dan
  - i. makanan bebas seperti jamur, arbei, dan rumput laut.
101. Penggunaan air saat ini yang dapat dipengaruhi oleh perubahan temperatur air dan oleh pelepasan zat radioaktif dari suatu Reaktor Daya, bersama dengan lokasi, sifat dan perluasan penggunaan harus diidentifikasi. Perubahan tata guna air dalam wilayah, seperti untuk irigasi, aktivitas pemancingan dan rekreasi, harus dipertimbangkan.

102. Setiap pusat kawasan penduduk dimana air minum diperoleh dari badan air yang mungkin dipengaruhi oleh Reaktor Daya harus dipertimbangkan secara khusus. Sedapat mungkin, aliran air dan tata guna air di masa yang akan datang harus diproyeksikan sepanjang umur Reaktor Daya. Hal ini dapat menyebabkan perubahan pada kelompok penduduk kritis selanjutnya disebut kelompok kritis.
103. Untuk lokasi-lokasi dimana air minum diperoleh dari mata air, sumur atau sumber air tanah yang lain, pergerakan dan kualitas air tanah diselidiki dan dinilai.
104. Data mengenai tata guna air meliputi hal-hal berikut :
  - a. air yang digunakan untuk air minum oleh manusia dan hewan, dan untuk keperluan kota dan industri :
    - 1) laju penggunaan air rata-rata dan maksimum;
    - 2) jarak lokasi penggunaan air dari sumber pelepasan zat radioaktif yang potensial;
    - 3) cara penggunaan air; dan
    - 4) jumlah pengguna air.
  - b. air yang digunakan untuk irigasi:
    - 1) laju penggunaan air;
    - 2) luas tanah yang memperoleh irigasi; dan
    - 3) jenis dan jumlah hasil produk pertanian, serta konsumen utamanya.
  - c. air yang digunakan untuk perikanan :
    - 1) spesies akuatik yang ditangkap; dan
    - 2) kelimpahan dan jumlah hasil tangkapan di perairan yang digunakan untuk pemancingan komersial, perseorangan dan rekreasi.
  - d. air yang digunakan untuk rekreasi:
    - 1) jumlah orang yang terlibat dalam kegiatan berenang, naik perahu dan kegiatan rekreasi lainnya; dan
    - 2) waktu yang digunakan untuk kegiatan-kegiatan ini.
105. Investigasi harus mencakup area yang cukup luas di wilayah sekitar tapak. Apabila Reaktor Daya terletak di pinggir sungai, pengguna air di bagian hilir dari tapak harus diidentifikasi. Apabila tapak berada di dekat danau, semua pengguna danau tersebut harus diidentifikasi. Apabila Reaktor Daya terletak di

pantai, pengguna laut pada jarak sampai dengan beberapa puluh kilometer pada semua arah harus diidentifikasi.

106. Informasi mengenai tingkat aktivitas radioaktif latar untuk bahan-bahan yang relevan secara lingkungan seperti: cuplikan tanah, sayur-mayur, dan berbagai jenis makanan lainnya harus dikumpulkan.

## BAB V

### DISTRIBUSI PENDUDUK

#### A. DATA PENDUDUK DAN DISTRIBUSINYA

107. Distribusi dan karakteristik dari penduduk wilayah harus dipelajari dalam evaluasi tapak Reaktor Daya. Studi ini bertujuan untuk:
  - a. mengevaluasi potensi pengaruh radiologi dari pelepasan radioaktif normal dan pelepasan karena kecelakaan; dan
  - b. membantu dalam mendemonstrasikan kelayakan rencana penanggulangan keadaan darurat.
108. Jika suatu tapak berada di dekat perbatasan suatu negara, harus ada kerja sama yang memadai di antara negara-negara di sekitar Reaktor Daya. Upaya harus dilakukan untuk pertukaran informasi yang relevan. Informasi yang berhubungan dengan Reaktor Daya harus diberikan sesuai permintaan negara-negara tetangga untuk mengizinkan evaluasi terhadap sesuatu pengaruh yang mungkin ditimbulkan oleh Reaktor Daya pada wilayah teritorial mereka.
109. Zona eksterna mencakup suatu daerah yang berbatasan langsung dengan tapak Reaktor Daya dimana distribusi penduduk, kerapatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, aktivitas industri, dan tata guna air dan tanah dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kelayakan rencana penanggulangan keadaan darurat.
110. Istilah 'penduduk' mencakup dua kategori yaitu penduduk tetap dan tidak-tetap. Data mengenai penduduk di zona eksterna harus diperoleh dari instansi setempat yang berwenang atau dengan melakukan survei lapangan khusus, dan data ini harus akurat dan terkini. Data serupa juga harus dikumpulkan untuk kawasan di luar zona eksterna sampai dengan jarak yang ditetapkan menurut ketentuan nasional dan tujuan pengawasan. Data tersebut harus mencakup jumlah orang yang biasanya berada di kawasan tersebut, lokasi perumahan, rumah sakit, penjara, dan lembaga lainnya serta fasilitas rekreasi seperti taman dan *marina*.
111. Informasi mengenai penduduk tetap di wilayah sekitar tapak dan distribusinya harus mencakup informasi mengenai pekerjaan, tempat kerja, sarana komunikasi,

dan pola makan penduduk. Keberadaan suatu kota yang berkaitan dengan fasilitas industri besar di wilayah sekitar tapak harus diperhatikan.

112. Informasi mengenai penduduk tidak-tetap harus mencakup :
  - a. penduduk tidak-tetap jangka pendek, seperti turis dan pengembara; dan;
  - b. penduduk tidak-tetap jangka panjang, seperti penduduk dan pelajar musiman.
113. Jumlah maksimum penduduk tidak-tetap dan masa tinggalnya di zona eksterna harus diestimasi. Lembaga-lembaga tertentu seperti sekolah, rumah sakit, penjara, dan pangkalan militer di zona eksterna harus diidentifikasi untuk keperluan perencanaan kedaruratan. Estimasi mengenai jumlah penduduk tidak-tetap dan masa tinggalnya juga harus dilakukan untuk kawasan di luar zona eksterna.
114. Jumlah penduduk di wilayah sekitar tapak harus diproyeksikan sampai dengan :
  - a. tahun direncanakannya komisioning Reaktor Daya; dan
  - b. tahun-tahun tertentu (misalnya setiap sepuluh tahun) sepanjang umur Reaktor Daya.
115. Proyeksi dilakukan berdasarkan laju pertumbuhan penduduk, kecenderungan migrasi dan rencana pengembangan wilayah sekitar tapak. Angka proyeksi untuk kedua kategori, yaitu penduduk tetap dan penduduk tidak-tetap, harus diekstrapolasi secara terpisah apabila datanya tersedia.
116. Data harus dianalisis untuk memperoleh baik distribusi penduduk pada saat dilakukannya evaluasi tapak maupun proyeksinya untuk masa yang akan datang berdasarkan arah dan jarak dari Reaktor Daya.
117. Kelompok kritis yang berkaitan dengan masing-masing Reaktor Daya harus diidentifikasi. Kelompok kritis dengan pola makan dan lokasi spesifik untuk jenis kegiatan tertentu di wilayah sekitar tapak harus dipertimbangkan. Kelompok kritis ini mungkin tinggal di luar batas negara.
118. Data penduduk yang dikumpulkan harus disajikan dalam format dan skala yang memadai untuk memungkinkan penarikan korelasi dengan data lain yang terkait, seperti data mengenai penyebaran atmosfer serta tata guna tanah dan air. Kedua kategori penduduk harus diindikasikan dengan jelas. Pada umumnya, data penduduk disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau menggunakan lingkaran-lingkaran konsentrik dan segmen-segmen radial dengan tapak berada di

pusatnya. Data yang lebih terperinci harus diberikan untuk kawasan yang lebih dekat dengan tapak, khususnya pada zona eksterna.

## **B. PERTIMBANGAN YANG BERKAITAN DENGAN PAPARAN RADIOLOGI**

119. Hasil penilaian mengenai karakteristik dan distribusi penduduk, beserta hasil penilaian dispersi zat radioaktif yang dilepaskan ke udara, air permukaan, dan air tanah, harus digunakan untuk menunjukkan bahwa, dengan desain Reaktor Daya yang diusulkan, pada kondisi operasi normal paparan radiologi terhadap masyarakat di wilayah sekitar tapak yang diusulkan tetap serendah mungkin yang dapat dicapai secara wajar (*ALARA, as low as reasonably achievable*), dan pada semua kondisi baik operasi normal maupun kecelakaan paparan radiologi terhadap masyarakat, bahkan untuk kelompok kritis, berada di dalam batas yang ditetapkan oleh Standar Keselamatan Dasar.
120. Informasi serupa dengan informasi di atas harus digunakan untuk menunjukkan bahwa risiko radiologis terhadap masyarakat di wilayah sekitar tapak yang dipilih akibat kecelakaan Reaktor Daya, termasuk kecelakaan yang memerlukan penerapan tindakan kedaruratan, adalah cukup rendah serta sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.
121. Apabila setelah evaluasi tapak dilakukan dengan seksama ternyata bahwa upaya untuk memenuhi persyaratan yang ditetapkan tidak dapat dilakukan, dan ciri keselamatan terekayasa (*engineered safety features*) Reaktor Daya tidak dapat ditingkatkan lebih lanjut, maka tapak harus dianggap tidak layak untuk Reaktor Daya yang diusulkan.

**BAB VI**  
**PERTIMBANGAN KELAYAKAN RENCANA PENANGGULANGAN**  
**KEADAAN DARURAT**

122. Kelayakan program penanggulangan keadaan darurat harus didemonstrasikan, sebelum penerimaan akhir dari suatu tapak Reaktor Daya. Tidak boleh ada kondisi tapak yang merugikan, yang dapat menghalangi perlindungan atau evakuasi penduduk dalam daerah atau pelayanan eksterna yang diperlukan untuk menghadapi suatu keadaan darurat.
123. Kelayakan program penanggulangan keadaan darurat harus didemonstrasikan untuk Reaktor Daya berdasarkan keadaan alamiah spesifik dari tapak dan kondisi infrastruktur dalam wilayah tapak. Dalam konteks ini, infrastruktur berarti jaringan transportasi dan komunikasi, aktivitas industri dan, secara umum sesuatu yang mempengaruhi kecepatan dan perpindahan bebas dari warga dan peralatan yang berada dalam wilayah tapak. Informasi lain tentang wilayah, seperti informasi tentang ketersediaan perlindungan, sistem untuk pengumpulan dan distribusi susu dan produk-produk pertanian lainnya, kelompok penduduk khusus seperti warga dalam suatu lembaga (contoh rumah sakit dan penjara), fasilitas industri, dan kondisi lingkungan seperti kondisi cuaca, harus dikumpulkan untuk mendemonstrasikan kelayakan program penanggulangan keadaan darurat.
124. Faktor yang berhubungan dengan evaluasi tapak harus dimasukkan dalam mendemonstrasikan kelayakan program penanggulangan keadaan darurat. Yang paling penting adalah:
  - a. kerapatan penduduk dan distribusinya dalam daerah tersebut;
  - b. jarak dari tapak ke pusat keramaian penduduk;
  - c. kelompok khusus penduduk yang susah untuk dievakuasi dan dilindungi seperti penghuni rumah sakit, penghuni penjara, atau kelompok nomaden;
  - d. kondisi geografis khusus seperti pulau, gunung dan sungai;
  - e. karakteristik jaringan transportasi dan komunikasi lokal;

- f. fasilitas industri yang mungkin membawa potensi aktivitas bahaya;
  - g. aktivitas pertanian yang sensitif terhadap kemungkinan pelepasan radionuklida; dan
  - h. kejadian-kejadian eksternal yang mungkin terjadi bersamaan.
125. Adanya populasi yang besar dalam wilayah atau dekatnya suatu kota dengan Reaktor Daya akan mengurangi efektifitas dan kelangsungan program keadaan darurat. Dan keadaan spesifik dari suatu kelompok penduduk khusus harus diperhitungkan. Adanya penduduk yang rute evakuasinya harus melewati wilayah Reaktor Daya dapat menyebabkan pembatalan suatu tapak jika tidak ada program darurat lain yang dapat mengatasi kesulitan ini.
126. Kejadian luar atau fenomena alam yang berbahaya seperti kabut atau salju, keberadaan penduduk dalam jumlah besar di daerah sekitar tapak atau kedekatan suatu kota terhadap tapak Reaktor Daya dapat mengurangi keefektifan dan kelangsungan program penanggulangan keadaan darurat. Di samping itu, keberadaan penduduk yang rute evakuasinya harus melewati wilayah di dekat Reaktor Daya dapat mengakibatkan ditolaknya tapak apabila tidak ada tindakan kedaruratan lainnya yang dapat mengatasi masalah ini. Pertimbangan mengenai penyediaan fasilitas cadangan dan rute alternatif harus diberikan.
127. Apabila setelah evaluasi terhadap faktor-faktor di atas beserta konsekuensi-konsekuensinya dilakukan ternyata bahwa tidak ada program penanggulangan keadaan darurat yang dapat diterapkan, maka tapak yang diusulkan harus dianggap tidak layak.
128. Kondisi yang diperhitungkan dalam evaluasi tapak dapat berubah menurut waktu. Faktor-faktor yang terkait dengan tapak yang dipertimbangkan dalam program penanggulangan keadaan darurat, seperti pengembangan prasarana, harus ditinjau ulang secara berkala selama tahap operasi Reaktor Daya.
129. Ketentuan rinci mengenai perencanaan kedaruratan selanjutnya akan diatur dalam Peraturan Kepala BAPETEN tersendiri.



**BAB VII**  
**PROGRAM JAMINAN MUTU**

130. Program Jaminan Mutu (JM) harus ditetapkan untuk semua kegiatan evaluasi tapak reaktor daya untuk aspek penentuan dispersi zat radioaktif di udara dan air, dan pertimbangan distribusi penduduk di sekitar tapak reaktor daya .
131. Proses evaluasi tapak mencakup analisis saintifik dan rekayasa serta pengambilan keputusan. Data yang digunakan untuk analisis dan pembuatan keputusan harus selengkap mungkin dan selayak mungkin. Data yang dikumpulkan harus dengan metode yang sistematis dan harus dievaluasi oleh personil yang berpengalaman dan berkualitas secara teknis. Program JM untuk evaluasi tapak adalah bagian dari program JM menyeluruh untuk Reaktor Daya.
132. Semua program investigasi dan studi lain yang ditetapkan, bersama dengan data dan informasi penting, harus didokumentasikan untuk tujuan evaluasi tapak.
133. Dalam hal data dikumpulkan, direkam, dan dipelihara sepanjang umur Reaktor Daya, maka media perekaman dan penyimpanan data harus diperiksa secara periodik untuk memastikan kompatibilitasnya dengan teknologi yang sedang dipakai (untuk kedua perangkat keras dan lunak).

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd

SUKARMAN AMINJOYO