

PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR ..... TAHUN .....  
TENTANG  
EVALUASI TAPAK INSTALASI NUKLIR UNTUK ASPEK KEGEMPAAN

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA  
KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

- Menimbang : a. bahwa untuk menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang terjadi saat ini yang semakin menuntut adanya keselamatan pengoperasian instalasi nuklir perlu mengganti dengan peraturan yang baru;
- b. bahwa Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2008 tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya untuk Aspek Kegempaan sudah tidak sesuai lagi dengan perkembangan standar internasional yang berlaku saat ini berkaitan dengan keselamatan pengoperasian instalasi nuklir;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b perlu menetapkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir tentang Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir untuk Aspek Kegempaan;
- 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 Pemerintah Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir (Lembaran

Negara...

Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 107, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5313);

4. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 5 Tahun 2007 tentang Ketentuan Keselamatan Evaluasi Tapak Reaktor Nuklir;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR TENTANG EVALUASI TAPAK INSTALASI NUKLIR UNTUK ASPEK KEGEMPAAN.

Pasal 1

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

1. Patahan adalah struktur tektonik yang menunjukkan adanya pergeseran material bumi yang berdekatan secara paralel dengan bidang rekahan.
2. Patahan Kapabel adalah suatu patahan yang mempunyai potensi signifikan untuk terjadinya pergeseran pada atau dekat permukaan tanah.
3. Fungsi Atenuasi adalah suatu fungsi yang menggambarkan korelasi antara intensitas gerakan tanah di suatu tempat dengan kekuatan gempa dan jarak hiposenter dari suatu sumber gempa.
4. Gempa adalah getaran yang disebabkan oleh proses pelepasan atau pembebasan sejumlah energi yang telah terkumpul sekian lama secara tiba-tiba, baik oleh aktivitas tektonik, vulkanik maupun oleh runtuhnya material yang besar.
5. Riwayat Waktu adalah urutan nilai dari suatu kuantitas yang bervariasi terhadap waktu yang diukur pada rentang waktu yang tetap.
6. Model Seismotektonik adalah model yang menetapkan

karakterisasi sumber gempa di wilayah sekitar tapak, termasuk ketidakpastiannya.

7. Struktur Seismogenik adalah struktur yang menunjukkan aktivitas gempa atau yang menunjukkan bukti rekahan permukaan atau efek dari aktivitas gempa lampau, dan diperkirakan berpotensi menghasilkan gempa selama kurun waktu yang dipertimbangkan.
8. Pemohon Evaluasi Tapak selanjutnya disebut 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.
9. Badan Pengawas Tenaga Nuklir yang selanjutnya disebut BAPETEN adalah instansi yang bertugas melaksanakan pengawasan melalui peraturan, perizinan, dan inspeksi terhadap segala kegiatan Pemanfaatan Tenaga Nuklir sebagaimana yang dimaksud dalam Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran.

#### Pasal 2

- (1) Peraturan Kepala BAPETEN ini memberikan pedoman bagi PET dalam melakukan evaluasi tapak instalasi nuklir untuk aspek kegempaan.
- (2) Evaluasi tapak instalasi nuklir untuk aspek kegempaan dilakukan melalui pendekatan bertingkat.
- (3) Pendekatan bertingkat sebagaimana dimaksud pada ayat (2) bergantung pada karakteristik dan potensi bahaya radiologi instalasi nuklir.
- (4) Potensi bahaya radiologi meliputi antara lain:
  - a. jenis instalasi nuklir;
  - b. jenis bahan nuklir; dan
  - c. lingkup kegiatan instalasi nuklir.

Pasal...

### Pasal 3

Peraturan Kepala BAPETEN ini bertujuan memberikan pedoman mengenai evaluasi bahaya kegempaan tapak instalasi nuklir dalam menentukan:

- a. potensi kapabilitas Patahan dan laju pergeseran Patahan yang dapat mempengaruhi kelayakan tapak dan keselamatan operasi instalasi nuklir pada tapak; dan
- b. bahaya gerakan tanah dalam rangka menetapkan gerakan tanah dasar desain.

### Pasal 4

- (1) PET harus mengevaluasi bahaya kegempaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 terhadap tapak dan wilayah sekitarnya, dengan urutan sebagai berikut:
  - a. pengumpulan informasi dan investigasi kegempaan;
  - b. pembuatan Model Seismotektonik; dan
  - c. evaluasi bahaya gerakan tanah.
- (2) Dalam hal terdapat indikasi Patahan dalam area dengan radius 5 (lima) kilometer dari tapak sebagai hasil pengumpulan informasi dan investigasi kegempaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a, pengkajian potensi kapabilitas Patahan harus dilakukan.
- (3) Radius 5 (lima) kilometer sebagaimana dimaksud pada ayat (2) bergantung pada kondisi geologi dan tektonik.

### Pasal 5

- (1) Pengumpulan informasi dan investigasi kegempaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 ayat (1) huruf a dilakukan terhadap kondisi:
  - a. geologi, geofisik, dan geoteknik; dan
  - b. seismologi.
- (2) Ketentuan mengenai pengumpulan informasi dan investigasi kegempaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tercantum dalam Lampiran I yang merupakan bagian

tidak...

tidak terpisahkan dari peraturan Kepala BAPETEN ini.

#### Pasal 6

- (1) Kajian potensi kapabilitas Patahan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 ayat (2) meliputi paling sedikit:
  - a. pemetaan geologi dan geomorfologi;
  - b. analisis topografi;
  - c. survei geofisika;
  - d. analisis parit uji;
  - e. pemboran;
  - f. penentuan umur sedimen atau *faulted rock*; dan
  - g. investigasi kegempaan lokal.
- (2) Kajian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan untuk mengevaluasi:
  - a. lokasi dan geometri Patahan relatif ke tapak
  - b. sifat dan besar pergeseran yang meliputi:
    1. bidang pergeseran;
    2. jumlah pergeseran;
    3. besar pergeseran per kejadian; dan
    4. sifat dan jangkauan lipatan terkait dan Patahan sekunder.
  - c. potensi pergeseran selama beberapa periode di masa depan yang meliputi:
    1. interval pengulangan;
    2. laju pergeseran; dan
    3. waktu pergeseran terakhir.
- (3) Dalam melakukan kajian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus dipertimbangkan adanya kemungkinan Patahan yang akan aktif kembali karena beban reservoir, injeksi fluida, penarikan fluida atau fenomena lainnya.
- (4) Patahan dinyatakan kapabel apabila paling sedikit terdapat:
  - a. bukti deformasi di permukaan atau dekat permukaan pada bentukan lahan atau endapan geologi dengan

- periode pengulangan 500.000 (lima ratus ribu) tahun atau paling sedikit terjadi sekali dalam 50.000 (lima puluh ribu) tahun terakhir;
- b. keterkaitan dengan satu atau lebih Gempa besar atau aktivitas Gempa yang berkelanjutan yang biasanya disertai dengan deformasi permukaan signifikan; dan
  - c. keterkaitan struktur dengan Patahan Kapabel yang ada sehingga pergerakan satu Patahan dapat menyebabkan pergerakan Patahan lain pada permukaan atau dekat permukaan.
- (5) Dalam melakukan kajian potensi kapabilitas Patahan sebagaimana dimaksud pada ayat (1), PET harus memastikan tidak ada Patahan Kapabel dalam area dengan radius 5 (lima) kilometer dari tapak bergantung pada kondisi geologi dan tektonik.

#### Pasal 7

- (1) Pembuatan Model Seismotektonik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 ayat (1) huruf b dilakukan dengan menggunakan masukan dari 2 (dua) jenis sumber Gempa, yaitu:
- a. Struktur Seismogenik; dan
  - b. zona seismisitas menyebar.
- (2) Struktur Seismogenik yang diperhitungkan dalam pembuatan Model Seismotektonik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a meliputi semua Struktur Seismogenik yang berkontribusi secara signifikan terhadap bahaya gerakan tanah dan pergeseran Patahan.
- (3) Zona seismisitas menyebar yang diperhitungkan dalam pembuatan Model Seismotektonik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b meliputi area yang diasumsikan mempunyai potensi Gempa yang sama.
- (4) Ketentuan mengenai pembuatan Model Seismotektonik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tercantum dalam

Lampiran II yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari peraturan Kepala BAPETEN ini.

#### Pasal 8

- (1) Untuk mengevaluasi bahaya gerakan tanah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 ayat (1) huruf c, PET harus melakukan proses:
  - a. penentuan Fungsi Atenuasi;
  - b. analisis deterministik;
  - c. analisis probabilistik; dan
  - d. analisis perambatan gelombang Gempa.
- (2) Evaluasi bahaya gerakan tanah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan untuk periode ulang:
  - a. 500 (lima ratus) tahun; dan
  - b. 10.000 (sepuluh ribu) tahun.
- (3) Dalam melakukan evaluasi bahaya gerakan tanah, PET harus memastikan percepatan tanah puncak di tapak dengan periode ulang 10.000 (sepuluh ribu) tahun sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b tidak melampaui 0,6 g pada level fondasi.
- (4) Ketentuan mengenai evaluasi bahaya gerakan tanah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tercantum dalam Lampiran III yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari peraturan Kepala BAPETEN ini.

#### Pasal 9

- (1) PET harus menerapkan sistem manajemen dalam melaksanakan evaluasi tapak untuk aspek kegempaan.
- (2) Sistem manajemen evaluasi tapak untuk aspek kegempaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus terintegrasi dengan sistem manajemen evaluasi tapak secara keseluruhan.

Pasal...

Pasal 10

Pada saat Peraturan Kepala BAPETEN ini berlaku, PET yang telah mengajukan persetujuan evaluasi tapak tetap mengikuti Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2008 tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya untuk Aspek Kegempaan.

Pasal 11

Pada saat Peraturan Kepala BAPETEN ini mulai berlaku, Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 Tahun 2008 tentang Evaluasi Tapak Reaktor Daya untuk Aspek Kegempaan, dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Pasal 12

Peraturan Kepala BAPETEN ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, Peraturan Kepala BAPETEN ini diundangkan dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di J a k a r t a

pada tanggal

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

AS NATIO LASMAN

Diundangkan di Jakarta

padatanggal

MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

REPUBLIK INDONESIA

AMIR SYAMSUDIN

BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA TAHUN    NOMOR

LAMPIRAN I  
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR x TAHUN 20xx  
TENTANG  
EVALUASI TAPAK INSTALASI NUKLIR UNTUK ASPEK  
KEGEMPAAN

PENGUMPULAN INFORMASI DAN INVESTIGASI KEGEMPAAN

Pengumpulan informasi dan investigasi ke gempa dilakukan terhadap kondisi:

- A. geologi, geofisik dan geoteknik; dan
- B. seismologi.

Semua data dan informasi ke gempa hasil investigasi dikumpulkan dalam suatu sistem informasi geografi yang terintegrasi.

A. Pengumpulan Informasi dan Investigasi Kondisi Geologi, Geofisik dan Geoteknik

Pengumpulan informasi dan investigasi kondisi Geologi, Geofisik dan Geoteknik dilakukan melalui empat skala investigasi yang meliputi:

1. Investigasi Wilayah;
2. Investigasi Wilayah Dekat;
3. Investigasi Sekitar Tapak; dan
4. Investigasi Area Tapak.

1. Investigasi Wilayah

Investigasi wilayah dilakukan dengan tujuan:

1. mengidentifikasi tatanan geodinamik umum;
2. mengkarakterisasi fitur geologi;
3. mengidentifikasi sumber Gempa; dan
4. mengkarakterisasi rejim tektonik Kuartar (2,6 juta tahun).

Investigasi wilayah dilakukan pada area dengan radius paling sedikit 300 (tiga ratus) km bergantung pada kondisi geologi dan tektonik.

Dalam investigasi wilayah dilakukan:

- a. investigasi geologi awal melalui studi literatur secara komprehensif yang dilengkapi dengan konfirmasi data di lapangan;
- b. karakterisasi geologi terkait dengan bahaya Gempa yang berpengaruh ke tapak;
- c. pengumpulan data pergerakan tektonik yang terjadi selama pergerakan terakhir, holosen, kuarterner dan pliosen;

Bila data dari literatur tidak mencukupi untuk menggambarkan Struktur Seismogenik dalam bentuk lokasi, luas dan laju deformasi, maka perlu dilakukan:

1. verifikasi data yang lengkap dengan menggunakan data geologi dan geofisik yang baru;
2. perbandingan dengan hasil investigasi pada wilayah dekat dan wilayah sekitar tapak dengan skala yang lebih kecil.

Investigasi di lapangan perlu dilakukan pada lokasi tertentu dalam wilayah apabila terdapat sumber Gempa potensial yang signifikan.

Penyajian data investigasi wilayah berupa peta struktur geologi pada peta dengan skala 1:500.000 atau lebih besar dengan tampang lintang yang sesuai.

## 2. Investigasi Wilayah Dekat

Investigasi wilayah dekat dilakukan dengan tujuan:

- a. menentukan karakterisasi seismotektonik wilayah dekat berdasarkan data yang lebih rinci yang diperoleh dari hasil investigasi wilayah;
- b. menentukan pergerakan terkini dari Patahan yang menyebabkan Gempa; dan
- c. menentukan besar dan sifat pergeseran, laju aktivitas dan bukti terkait segmentasi semua Patahan yang ada.

Investigasi wilayah dekat dilakukan pada area dengan radius paling sedikit 25 (dua puluh lima) km bergantung pada kondisi geologi dan tektonik.

Dalam investigasi wilayah dekat dilakukan:

- a. investigasi geologi lanjutan dengan menggunakan data investigasi geologi awal dan dilengkapi dengan studi literatur secara komprehensif;
- b. karakterisasi seismotektonik melalui kajian terhadap bahaya Gempa, rata-rata jumlah gerakan, dan bukti Patahan dari seismotektonik;
- c. pemetaan potensi Patahan Kapabel berdasarkan:
  1. data permukaan dari foto udara atau citra satelit, studi kuarter, analisis teras, studi pedologi, dan sedimentologi;
  2. data bawah permukaan dari hasil investigasi geofisika meliputi refleksi, refraksi, gravimetri, teknik elektrik dan magnetik; dan
  3. data laju dan jenis deformasi yang sedang berlangsung dengan menggunakan pemantauan data GPS dan pengukuran laju geser.
- d. penetapan kondisi tektonik terkini dilakukan dengan masukan data sekunder stratigrafi, struktur geologi, dan sejarah tektonik;

Penyajian data investigasi wilayah dekat berupa peta struktur geologi pada peta dengan skala 1:50.000 atau lebih besar dengan tampang lintang yang sesuai.

### 3. Investigasi Sekitar Tapak

Investigasi sekitar tapak dilakukan dengan tujuan:

- a. menentukan potensi dan laju pergeseran Patahan; dan
- b. mengidentifikasi potensi ketidakstabilan geologi akibat fenomena alam, seperti longsor, erosi, amblesan, rongga bawah permukaan atau proses kars, dan ulah manusia, seperti bendungan atau industri penambangan.

Investigasi sekitar tapak dilakukan pada area dengan radius paling sedikit 5 (lima) km bergantung pada kondisi geologi dan tektonik.

Dalam investigasi sekitar tapak dilakukan:

- a. pembuatan peta geomorfologi dan geologi rinci;
- b. pembuatan profil geofisika berdasarkan informasi bawah permukaan (investigasi geofisika dan pembuatan profil);
- c. pemboran dan pembuatan parit uji;
- d. pendataan sejarah Patahan neotektonik;

- e. identifikasi potensi Patahan permukaan;
- f. analisis kondisi potensi ketidakstabilan geologi; dan
- g. pendataan geologi dan geofisik berdasarkan data pemboran dan parit uji berupa:
  - 1. korelasi terpadu dari pendataan geologi, geofisik dan geoteknik darat dan laut; dan
  - 2. data Gempa yang potensial terhadap bendungan besar, sumber air, injeksi air, dan galian tanah.
- h. pendataan dari hasil investigasi berupa:
  - 1. umur, jenis, besar dan laju pergeseran semua Patahan; dan
  - 2. lokasi potensi ketidakstabilan geologi;

Penyajian data investigasi sekitar tapak berupa peta struktur geologi pada peta dengan skala 1:5.000 atau lebih besar dengan tampang lintang yang sesuai.

#### 4. Investigasi Area Tapak

Investigasi area tapak dilakukan dengan tujuan:

- a. menentukan fenomena pergeseran tanah permanen terkait Gempa, seperti kapabilitas Patahan, amblesan, dan likuifaksi;
- b. menentukan stratigrafi dan struktur secara rinci di area tapak; dan
- c. mendapatkan informasi sifat statis dan dinamis dari berbagai lapisan bawah permukaan, seperti kecepatan gelombang primer dan sekunder, yang akan digunakan dalam analisis respons tapak.

Investigasi area tapak dilakukan pada area dengan radius paling sedikit 1 (satu) km bergantung pada kondisi geologi dan tektonik.

Dalam investigasi area tapak dilakukan:

- a. pendataan bawah permukaan rinci secara langsung di lapangan (*insitu*) dan di laboratorium yang meliputi pemboran, penggalian dan pengujian;
- b. karakterisasi tanah dan batuan yang statis dan dinamis dari material pondasi, seperti kecepatan gelombang primer dan sekunder;

- c. analisis pengaruh tapak berdasarkan studi perilaku dinamik tanah dan batuan dengan menggunakan alat, data masa lalu sebagai panduan, dan menggunakan hasil uji lapangan dan laboratorium.

Penyajian data investigasi area tapak dalam peta struktur geologi pada peta dengan skala 1:500 atau lebih besar dengan tampang lintang yang sesuai.

## B. Pengumpulan Informasi dan Investigasi Kondisi Seismologi

Pengumpulan informasi dan investigasi kondisi Seismologi meliputi data:

1. Gempa Pra-Sejarah dan Sejarah; dan
2. Hasil Pengukuran atau Pemantauan.

### 1. Gempa Pra-Sejarah dan Sejarah

Pengumpulan data Gempa pra-sejarah dan sejarah dilakukan melalui studi literatur dan investigasi lapangan.

Data Gempa pra-sejarah dan sejarah meliputi informasi:

- a. *palaeoseismic* dan arkeologi;
- b. tanggal, waktu, durasi Gempa, termasuk periode Gempa lebih dari 100 tahun;
- c. lokasi episenter makroseismik;
- d. kedalaman hiposenter yang diperkirakan memiliki kedalaman kurang dari 100 km;
- e. magnitudo, jenis magnitudo, seperti magnitudo momen, magnitudo gelombang permukaan, magnitudo gelombang, magnitudo lokal, dan dokumentasi metode yang digunakan untuk memperkirakan magnitudo dari intensitas makroseismik;
- f. intensitas Gempa pada tapak, intensitas Gempa maksimum dan/atau tingkat kerusakan sarana dan prasarana akibat Gempa;
- g. kontur isoseismal;
- h. perkiraan ketidakpastian untuk semua parameter;
- i. evaluasi terhadap kualitas dan kuantitas data;
- j. informasi Gempa pendahuluan dan Gempa susulan; dan
- k. informasi Patahan kausatif.

## 2. Hasil Pengukuran atau Pemantauan

Pengumpulan data hasil pengukuran atau pemantauan dilakukan melalui studi literatur dan pemasangan instrumentasi pengukur Gempa.

Data hasil pengukuran atau pemantauan yang perlu dikumpulkan meliputi:

- a. tanggal, waktu dan durasi Gempa;
- b. koordinat episenter;
- c. kedalaman dan mekanisme hiposenter;
- d. magnitudo, jenis magnitudo, seperti magnitudo momen, magnitudo gelombang permukaan, magnitudo gelombang, magnitudo lokal, dan dokumentasi metode yang digunakan untuk memperkirakan magnitudo dari intensitas makroseismik;
- e. informasi Gempa pendahuluan dan Gempa susulan;
- f. momen seismik, pelepasan energi dan parameter sumber Gempa lainnya;
- g. ukuran dan lokasi asperitas;
- h. perkiraan ketidakpastian untuk tiap parameter;
- i. informasi Patahan kausatif, arah dan durasi rekahan; dan
- j. Riwayat Waktu hasil rekaman dari seismometer global dan akselerograf gerakan kuat dalam bentuk pergeseran kecepatan, dan percepatan Gempa terhadap waktu.

Setelah data Gempa pra-sejarah, sejarah dan hasil studi literatur terkumpul dalam katalog dilakukan kajian terhadap kelengkapan dan keandalan informasi yang tersedia.

Apabila terdapat ketidaklengkapan dan ketidakhandalan data pada katalog Gempa perlu suatu metode tertentu yang digunakan untuk melengkapi informasi yang tersedia dalam katalog Gempa.

Untuk memperoleh informasi yang lebih rinci mengenai sumber Gempa potensial, jaringan instrumentasi pengukur Gempa perlu dipasang dan dioperasikan sesuai dengan lokasi yang dibutuhkan berdasarkan survei *noise* pada setiap stasiun pengukur. Jaringan instrumentasi pengukur Gempa tersebut meliputi:

- a. seismograf yang memiliki kemampuan mengukur Gempa mikro untuk pendataan struktur geologi; dan
- b. akselerograf yang memiliki kemampuan mengukur goncangan kuat untuk memperoleh akselerasi Gempa.

Kedua jenis instrumentasi pengukur Gempa tersebut mampu mengukur Gempa dalam 3 komponen arah yang meliputi 2 (dua) horizontal dan 1 (satu) vertikal.

Pengoperasian jaringan pengukur Gempa dilakukan dalam jangka waktu yang memadai untuk memungkinkan dilakukannya interpretasi seismotektonik.

Jaringan pengukur Gempa perlu dihubungkan dengan jaringan pengukur Gempa nasional.

Instrumentasi pengukur Gempa perlu dikalibrasi secara berkala untuk mencegah penyimpangan.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

AS NATIO LASMAN

LAMPIRAN II  
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR x TAHUN 20xx  
TENTANG  
EVALUASI TAPAK INSTALASI NUKLIR UNTUK ASPEK  
KEGEMPAAN

PEMBUATAN MODEL SEISMOTEKTONIK

Pembuatan Model Seismotektonik yang koheren dilakukan dengan mengintegrasikan elemen-elemen dari informasi seismologi, geofisik dan geologi, dan menggunakan masukan dari 2 (dua) jenis sumber Gempa, yaitu:

- A. Struktur Seismogenik; dan
- B. zona seismisitas menyebar.

Dalam pembuatan Model Seismotektonik dengan kedua jenis sumber Gempa diperhitungkan ketidakpastian data.

Jika terdapat lebih dari satu Model Seismotektonik, maka semua model tersebut digunakan dalam evaluasi bahaya gerakan tanah dengan pembobotan yang sesuai untuk masing-masing model dengan memperhitungkan ketidakpastian terkait semua proses model.

Dalam pembuatan Model Seismotektonik untuk kedua jenis sumber Gempa digunakan data dari katalog Gempa dengan mempertimbangkan magnitudo pada skala paling rendah 3,0 dan intensitas paling rendah IV. Sebelum menggunakan katalog Gempa untuk pembuatan Model Seismotektonik dilakukan pemrosesan dan evaluasi yang meliputi:

- a. pemilihan skala magnitudo yang sedapat mungkin linier dengan skala magnitudo momen ( $M_w$ ) untuk menentukan hubungan magnitudo-frekuensi beserta ketidakpastiannya;
- b. penentuan magnitudo seragam dari tiap kejadian dalam katalog Gempa;
- c. identifikasi Gempa utama;
- d. estimasi...

- d. estimasi kecukupan katalog sebagai fungsi magnitudo, lokasi wilayah dan periode waktu; dan
- e. kajian kualitas terhadap data yang diperoleh, dengan estimasi ketidakpastian dari semua parameter.

Untuk tiap sumber Gempa ditentukan magnitudo potensial maksimum ( $m_{maks}$ ) yang digunakan sebagai magnitudo skenario dalam analisis deterministik dan sebagai batas atas integrasi dalam analisis probabilistik. Ketidakpastian  $m_{maks}$  dijelaskan dengan distribusi probabilitas kontinu atau diskrit.

Untuk tapak di area *intraplate*, perlu digunakan analogi global untuk menentukan analogi seismotektonik yang sesuai.

Di area yang catatan Gempa sejarahnya kurang, pembuatan Model Seismotektonik dilakukan dengan studi palaeoseismik dengan tujuan sebagai berikut:

- a. identifikasi Struktur Seismogenik berdasarkan pengenalan efek Gempa lampau di wilayah;
- b. perbaikan kecukupan katalog Gempa untuk kejadian besar dengan menggunakan identifikasi dan penentuan umur Gempa;
- c. estimasi  $m_{maks}$  dari Struktur Seismogenik yang umumnya berdasarkan panjang maksimum struktur dan pergeseran per kejadian maupun efek kumulatif; dan
- d. kalibrasi analisis probabilistik dengan menggunakan interval perulangan dari Gempa besar.

#### A. Struktur Seismogenik

Pembuatan Model Seismotektonik dengan sumber Gempa berupa Struktur Seismogenik dilakukan melalui:

1. identifikasi; dan
2. karakterisasi.

## 1. Identifikasi

Model Seismotektonik perlu memperhitungkan semua Struktur Seismogenik yang berkontribusi secara signifikan terhadap bahaya gerakan tanah dan pergeseran Patahan.

Struktur Seismogenik diidentifikasi dari informasi geologi, geofisik, geoteknik dan seismologi.

Keterkaitan antara hiposenter Gempa dengan suatu fitur geologi diidentifikasi berdasarkan, antara lain:

- a. karakteristik fitur geologi;
- b. luas geometri dan geografi; dan
- c. hubungan struktural untuk kerangka tektonik wilayah.

Apabila terdapat kekurangan data pada suatu fitur geologi, identifikasi Struktur Seismogenik dilakukan melalui perbandingan rinci dengan fitur geologi analog lainnya di wilayah mengenai:

- a. umur geologi;
- b. karakteristik gerakan; dan
- c. sejarah gerakan.

Pengintegrasian Struktur Seismogenik ke dalam Model Seismotektonik dilakukan berdasarkan data yang tersedia dan memperhitungkan ketidakpastian dalam identifikasi Struktur Seismogenik.

## 2. Karakterisasi

Karakterisasi Struktur Seismogenik yang telah diidentifikasi dilakukan untuk memperoleh  $m_{maks}$  dengan menggunakan hubungan empiris dari data yang mencakup:

- a. dimensi struktur (panjang, *down-dip*, lebar);
- b. orientasi (jurus, kedalaman);
- c. besar dan arah pergeseran;
- d. laju deformasi;
- e. intensitas dan magnitudo sejarah maksimum;

- f. data palaeoseismik;
- g. kompleksitas geologi (segmentasi, percabangan, hubungan struktural);
- h. data Gempa; dan
- i. perbandingan dengan struktur serupa yang data sejarahnya tersedia.

Selain data di atas, untuk memprediksi  $m_{maks}$  dapat dilakukan melalui:

- a. data aliran panas, ketebalan kerak dan laju regangan;
- b. dimensi total;
- c. kedalaman dan panjang Patahan atau rejim tegangan pada Patahan tersebut untuk Struktur Seismogenik yang berupa Patahan; atau
- d. analisis statistik dari hubungan magnitudo-frekuensi untuk Gempa terkait dengan struktur tertentu.

Untuk menentukan  $m_{maks}$  pada daerah Patahan yang terdiri dari beberapa segmen Patahan, masing-masing Patahan diperhitungkan. Analisis juga dilakukan terhadap kemungkinan patahnya beberapa segmen Patahan secara bersamaan selama Gempa tunggal.

Dalam menentukan  $m_{maks}$  perlu diperhitungkan ketidakpastian. Untuk mengurangi ketidakpastian  $m_{maks}$  digunakan beberapa skenario panjang rekahan Patahan dalam estimasi nilai  $m_{maks}$  terbaik.

Selain estimasi  $m_{maks}$  untuk tiap Struktur Seismogenik ditentukan pula:

- a. laju aktivitas Gempa; dan
- b. jenis dan ketidakpastian hubungan magnitudo-frekuensi yang sesuai.

## B. Zona Seismisitas Menyebar

Pembuatan Model Seismotektonik dengan sumber Gempa berupa zona seismisitas menyebar dilakukan melalui:

1. identifikasi; dan
2. karakterisasi.

## 1. Identifikasi

Identifikasi dilakukan berdasarkan:

- a. kedalaman Gempa maksimum yang diperoleh dari informasi seismologi yang sudah didapat; dan
- b. penentuan zona (*province*) seismotektonik yang mengasumsikan area dengan potensi Gempa yang sama.

Zona (*province*) seismotektonik ditentukan batasnya dari perbedaan yang signifikan pada:

- a. laju kejadian Gempa;
- b. kedalaman hiposenter;
- c. mekanisme hiposenter;
- d. keadaan tegangan;
- e. karakteristik tektonik; dan
- f. nilai hubungan magnitudo-frekuensi (*b Gutenberg-Richter*).

## 2. Karakterisasi

Karakterisasi zona seismisitas menyebar yang telah diidentifikasi dilakukan untuk memperoleh  $m_{maks}$  dengan menggunakan data yang mencakup:

- a. karakteristik seismotektonik (orientasi, besar dan arah pergeseran, intensitas dan magnitudo sejarah maksimum, dan data Gempa); dan
- b. perbandingan dengan zona seismisitas menyebar yang serupa yang data sejarahnya tersedia.

Untuk sumber Gempa dengan kejadian Gempa jarang, penentuan nilai hubungan magnitudo-frekuensi (*b Gutenberg-Richter*) dilakukan dengan mengadopsi nilai yang mewakili zona tektonik dari sumber Gempa.

Dalam menentukan  $m_{maks}$  perlu diperhitungkan ketidakpastian.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

AS NATIO LASMAN

LAMPIRAN III  
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR x TAHUN 20xx  
TENTANG  
EVALUASI TAPAK INSTALASI NUKLIR UNTUK ASPEK  
KEGEMPAAN

EVALUASI BAHAYA GERAKAN TANAH

Evaluasi bahaya gerakan tanah dilakukan untuk menentukan percepatan puncak Gempa untuk kondisi medan bebas pada batuan dasar, pada level fondasi dan pada permukaan tanah.

Evaluasi bahaya gerakan tanah dilakukan melalui proses:

- A. penentuan Fungsi Atenuasi;
- B. analisis deterministik
- C. analisis probabilistik; dan
- D. analisis perambatan gelombang Gempa.

A. Penentuan Fungsi Atenuasi

Fungsi Atenuasi ditentukan melalui perhitungan intensitas gerakan tanah yang sesuai dengan kondisi tapak berdasarkan kriteria sebagai berikut:

- a. Fungsi Atenuasi dipilih fungsi yang terkini dan digunakan secara luas;
- b. Fungsi Atenuasi konsisten dengan jenis Gempa dan karakteristik atenuasi wilayah serta sesuai dengan kondisi lingkungan tektonik wilayah; dan
- c. Fungsi Atenuasi diperoleh sedapat mungkin menggunakan data gerakan tanah lokal.

Apabila tidak ada Fungsi Atenuasi yang sesuai dengan kondisi tapak perlu dibuat penyesuaian dengan menggunakan faktor respons tapak empiris atau teoritis dengan memperhitungkan ketidakpastiannya.

Untuk memperkecil ketidakpastian *epistemic* hendaknya digunakan beberapa Fungsi Atenuasi yang sesuai dengan lingkungan tektonik. Fungsi Atenuasi

tersebut dipilih untuk mendapatkan kecukupan interpretasi dari karakteristik model gerakan tanah.

## B. Analisis Deterministik

Analisis deterministik dilakukan untuk menentukan estimasi percepatan puncak Gempa pada batuan dasar berdasarkan sumber Gempa yang memiliki dampak paling parah.

Analisis deterministik menggunakan masukan:

- a. semua elemen dan parameter Model Seismotektonik terutama nilai  $m_{maks}$  untuk setiap sumber Gempa, beserta ketidakpastiannya.
- b. Fungsi Atenuasi yang sudah ditentukan.

Analisis deterministik dilakukan melalui:

- a. pengasumsian  $m_{maks}$  terjadi pada titik terdekat dari area tapak, untuk setiap sumber Gempa. Dalam hal, titik terdekat tersebut berada pada area tapak maka  $m_{maks}$  diasumsikan terjadi di tapak.
- b. pengasumsian  $m_{maks}$  terjadi pada titik batas daerah yang terdekat dengan tapak untuk zona seismisitas menyebar dalam tiap zona seismotektonik yang berdekatan.
- c. penggunaan beberapa persamaan prediksi gerakan tanah untuk menentukan gerakan tanah yang disebabkan oleh tiap Gempa pada tapak, dengan memperhitungkan keragaman korelasi, simulasi model sumber dan kondisi lokal pada tapak.

Hasil analisis deterministik ditampilkan sebagai kurva bahaya Gempa dari gerakan tanah vertikal dan horizontal.

Analisis deterministik memperhitungkan ketidakpastian *aleatory* dan *epistemic* pada tiap langkah evaluasi, dan menghindari perhitungan ganda.

C. Analisis...

### C. Analisis Probabilistik

Analisis probabilistik dilakukan untuk menentukan estimasi percepatan puncak Gempa pada batuan dasar yang dapat terlampaui untuk periode ulang 500 (lima ratus) tahun dan 10.000 (sepuluh ribu) tahun.

Analisis probabilistik menggunakan masukan:

- a. semua elemen dan parameter Model Seismotektonik terutama parameter distribusi frekuensi-magnitudo, dimensi, beserta ketidakpastiannya.
- b. Fungsi Atenuasi yang sudah ditentukan.

Analisis probabilistik dilakukan dengan mengintegrasikan kontribusi semua sumber Gempa yang relevan.

Hasil analisis probabilistik ditampilkan sebagai kurva bahaya Gempa beserta nilai mean atau median dari gerakan tanah vertikal dan horizontal untuk periode ulang 500 (lima ratus) tahun dan 10.000 (sepuluh ribu) tahun.

Hasil analisis probabilistik perlu dikomparasi dengan hasil analisis deterministik untuk mendapatkan perkiraan terbaik.

Analisis probabilistik memperhitungkan ketidakpastian *aleatory* dan *epistemic* pada tiap langkah evaluasi. Ketidakpastian *epistemic* ditentukan dengan menggunakan pohon logika.

Untuk evaluasi kontribusi fraksional dari tiap sumber Gempa terhadap bahaya Gempa total dilakukan proses deagregasi.

### D. Analisis Perambatan Gelombang Gempa

Analisis perambatan gelombang Gempa dilakukan untuk menentukan nilai percepatan puncak Gempa pada level fondasi dan permukaan tanah untuk periode ulang 500 (lima ratus) tahun dan 10.000 (sepuluh ribu) tahun. Nilai percepatan Gempa tersebut ditentukan dengan menggunakan spektra respons dan Riwayat Waktu yang sesuai.

1. Spektra...

## 1. Spektra Respons

Metode yang digunakan dalam penentuan spektra respon adalah sebagai berikut:

- a. menggunakan Fungsi Atenuasi yang sesuai untuk kondisi di tapak, seperti Fungsi Atenuasi yang dikembangkan untuk kondisi bawah permukaan dari tipe yang sesuai dengan tapak;
- b. melakukan analisis respon tapak yang sesuai dengan karakteristik geoteknik dan dinamik tanah dan lapisan batuan di bawah tapak.

Spektra respons ditampilkan dalam bentuk:

- a. spektra respons bahaya seragam yang dibuat berdasarkan kurva bahaya Gempa dari hasil analisis probabilistik dengan melakukan pemilihan nilai ordinat spektral respons (kecepatan atau percepatan) untuk periode ulang 500 tahun dan 10.000 tahun; dan
- b. spektra respons baku yang diperoleh dari berbagai spektra respons dari hasil analisis probabilistik digunakan untuk memperhitungkan kontribusi sejumlah sumber Gempa yang diwakili oleh suatu spektrum halus yang mencakup tingkat gerakan tanah frekuensi rendah dan tinggi.

## 2. Riwayat Waktu

Riwayat Waktu dapat ditentukan dengan berbagai metode, tergantung pada data yang tersedia dan sesuai dengan karakteristik Gempa desain, amplitudo dan bentuk spektra dari spektra respons, dan durasi gerakan tanah desain.

Metode yang digunakan dalam penentuan Riwayat Waktu adalah sebagai berikut:

- a. Riwayat Waktu terekam yang dipilih dan diskalakan secara tepat, dimana faktor skalanya berada dalam rentang 0,5 – 2,0;
- b. Riwayat Waktu terekam yang dipilih secara tepat dimodifikasi dengan menggunakan teknik penyesuaian spektra dimana karakteristik fase gerakan tanah diperhitungkan;
- c. Riwayat Waktu artifisial, biasanya memiliki fase acak; dan
- d. Riwayat Waktu yang disimulasi berdasarkan metode pemodelan numerik.

Dalam...

Dalam penggunaan spektra respons untuk menentukan Riwayat Waktu, perlu dipastikan bahwa Riwayat Waktu mencakup kandungan energi sesuai yang ditunjukkan oleh gerakan tanah desain. Hal ini dapat dilakukan dengan memperhitungkan fungsi densitas spektra daya yang sesuai.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

AS NATIO LASMAN