



**SALINAN**

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA  
NUKLIR REPUBLIK INDONESIA

PERATURAN BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 12 TAHUN 2020  
TENTANG  
KLASIFIKASI STRUKTUR, SISTEM, DAN KOMPONEN INSTALASI NUKLIR

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang:
- a. bahwa klasifikasi struktur, sistem, dan komponen instalasi nuklir merupakan bagian yang penting dalam mendesain instalasi nuklir untuk menjamin terpenuhinya fungsi keselamatan dasar desain instalasi nuklir;
  - b. bahwa klasifikasi struktur, sistem, dan komponen instalasi nuklir merupakan persyaratan penting dalam memperoleh persetujuan desain sehingga diperlukan pengaturan yang jelas sebagai pedoman pelaksanaannya;
  - c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir tentang Klasifikasi Struktur, Sistem, dan Komponen Instalasi Nuklir;

- Mengingat:
1. Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1997 Nomor 23, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3676);
  2. Peraturan Pemerintah Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 107, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5313);
  3. Keputusan Presiden Nomor 103 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Lembaga Pemerintah Non Kementerian sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Peraturan Presiden Nomor 145 Tahun 2015 tentang Perubahan Kedelapan atas Keputusan Presiden Nomor 103 tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Lembaga Pemerintah Non Kementerian (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 323);
  4. Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 9 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 1452);

MEMUTUSKAN:

- Menetapkan: PERATURAN BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR TENTANG KLASIFIKASI STRUKTUR, SISTEM, DAN KOMPONEN INSTALASI NUKLIR.

## BAB I KETENTUAN UMUM

### Pasal 1

Dalam Peraturan Badan ini yang dimaksud dengan:

1. Instalasi Nuklir adalah sebagaimana dimaksud dalam Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran.
2. Struktur, Sistem, dan Komponen yang penting untuk keselamatan yang selanjutnya disebut SSK adalah bagian dari suatu sistem keselamatan Instalasi Nuklir yang apabila gagal atau terjadi malfungsi menyebabkan terjadinya paparan radiasi terhadap pekerja tapak atau anggota masyarakat.
3. Kejadian Awal Terpostulasi adalah proses yang teridentifikasi pada desain yang menimbulkan kejadian operasional terantisipasi atau kondisi kecelakaan dan ancaman terhadap fungsi keselamatan.
4. Batasan dan Kondisi Operasi adalah seperangkat aturan yang menetapkan batasan parameter, kemampuan fungsi dan tingkat kinerja peralatan dan petugas yang disetujui oleh Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir untuk mengoperasikan Instalasi Nuklir secara selamat.
5. Operasi Normal adalah proses operasi instalasi nuklir dalam kondisi batas untuk operasi yang dinyatakan pada batasan dan kondisi operasi.
6. Kejadian Operasi Terantisipasi adalah proses yang menyimpang dari operasi normal yang diperkirakan terjadi paling tidak satu kali selama umur operasi instalasi, tetapi menurut pertimbangan desain tidak menyebabkan kerusakan berarti pada peralatan yang

penting untuk keselamatan atau mengarah pada kondisi kecelakaan.

7. Kecelakaan Dasar Desain adalah kondisi kecelakaan yang digunakan sebagai dasar untuk desain Instalasi Nuklir menurut kriteria desain yang ditetapkan sehingga lepasan zat radioaktif tidak melampaui batas yang diizinkan.
8. Kecelakaan yang Melampaui Dasar Desain adalah kondisi kecelakaan yang lebih parah dari Kecelakaan Dasar Desain dan mengakibatkan lepasan radioaktif ke lingkungan hidup.
9. Kondisi Operasi adalah keadaan yang mencakup kondisi operasi normal dan Kejadian Operasi Terantisipasi.
10. Kondisi Kecelakaan adalah keadaan penyimpangan dari operasi normal yang lebih parah dari pada Kejadian Operasi Terantisipasi, yang mencakup Kecelakaan Dasar Desain dan Kecelakaan yang Melampaui Dasar Desain.
11. Fungsi Keselamatan adalah fungsi yang harus dipenuhi untuk mencapai keselamatan.
12. Pertahanan Berlapis adalah penerapan upaya proteksi sehingga tujuan keselamatan dapat terwujud meskipun salah satu upaya proteksi mengalami kegagalan.
13. Keadaan Selamat adalah kondisi dimana fungsi dasar keselamatan instalasi nuklir dapat dijamin dan dipertahankan stabil dalam jangka waktu yang lama.
14. Pemohon Izin adalah badan pelaksana, badan usaha milik negara, koperasi, atau badan swasta yang berbentuk badan hukum yang mengajukan permohonan untuk melaksanakan kegiatan konstruksi, pengoperasian dan dekomisioning instalasi nuklir.
15. Badan adalah Badan Pengawas Tenaga Nuklir.



## Pasal 2

Peraturan Badan ini bertujuan memberikan ketentuan bagi Pemohon Izin untuk melakukan identifikasi SSK dan menetapkan klasifikasi berdasarkan fungsinya.

## Pasal 3

Ruang lingkup Peraturan Badan ini meliputi kriteria untuk menetapkan klasifikasi, proses klasifikasi, dan pemilihan standar yang dapat diterapkan untuk SSK.

## BAB II

### KLASIFIKASI SSK

#### Bagian Kesatu

#### Umum

## Pasal 4

- (1) Pemohon Izin wajib melakukan klasifikasi SSK berdasarkan kelas keselamatan, kelas seismik, dan kelas mutu.
- (2) Klasifikasi SSK berdasarkan kelas keselamatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan melalui analisis keselamatan, yaitu:
  - a. fungsi keselamatan yang akan dilakukan oleh SSK; dan
  - b. konsekuensi kegagalan untuk melakukan fungsi keselamatan.
- (3) Klasifikasi SKK berdasarkan kelas seismik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan mempertimbangkan fungsi keselamatan SSK selama dan sesudah gempa.
- (4) Klasifikasi SKK berdasarkan kelas mutu sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan

mempertimbangkan kendali pemenuhan persyaratan desain, dan sistem manajemen.

#### Pasal 5

Pemohon Izin wajib melakukan klasifikasi SSK selama proses desain.

#### Pasal 6

- (1) Pemegang izin harus mempertahankan klasifikasi SSK selama umur instalasi.
- (2) Pemegang izin dapat melakukan kaji ulang klasifikasi SSK, dalam hal:
  - a. terjadi perubahan desain atau modifikasi SSK; atau
  - b. dilakukan penilaian keselamatan berkala.

#### Bagian Kedua

#### Kelas Keselamatan

#### Pasal 7

- (1) Pemohon Izin dalam menentukan klasifikasi SSK berdasarkan kelas keselamatan harus melaksanakan:
  - a. identifikasi fungsi dan kategori fungsi; dan
  - b. identifikasi ketentuan desain (*design provision*).
- (2) Dalam menentukan kelas keselamatan SSK, Pemohon Izin harus melakukan verifikasi kecukupan kelas keselamatan berdasarkan analisis keselamatan.
- (3) Ketentuan mengenai proses klasifikasi SSK berdasarkan kelas keselamatan tercantum dalam Lampiran I yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Badan ini.

#### Pasal 8

- (1) Pelaksanaan identifikasi fungsi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (1) huruf a meliputi

fungsi keselamatan dasar dan fungsi keselamatan pendukungnya.

- (2) Fungsi keselamatan dasar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
  - a. mengendalikan reaktivitas atau mempertahankan keadaan subkritik dan mengendalikan sifat kimia;
  - b. memindahkan panas dari teras reaktor atau panas peluruhan radionuklida; dan
  - c. mengungkung zat radioaktif dan menahan radiasi.
- (3) Fungsi keselamatan pendukung sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi, namun tidak terbatas pada:
  - a. proteksi dan pencegahan bahaya internal dan eksternal terhadap instalasi nuklir;
  - b. proteksi radiasi terhadap pekerja; dan/atau
  - c. pemantauan parameter operasi dan lepasan zat radioaktif.
- (4) Identifikasi fungsi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan pada setiap kondisi instalasi nuklir yang dipertimbangkan dalam analisis keselamatan dan diterapkan pada semua tingkat pertahanan berlapis.

#### Pasal 9

- (1) Pemohon Izin harus melakukan identifikasi kategori fungsi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (1) huruf a berdasar pada:
  - a. tingkat keparahan;
  - b. fungsi keadaan terkendali; dan
  - c. fungsi keadaan selamat.
- (2) Identifikasi kategori fungsi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) digunakan untuk menetapkan kategori keselamatan.
- (3) Kategori keselamatan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) terdiri dari:

- a. kategori keselamatan 1,
  - b. kategori keselamatan 2; dan
  - c. kategori keselamatan 3.
- (4) Fungsi keadaan terkendali sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b terdiri atas:
- a. Fungsi untuk mencapai keadaan terkendali setelah kejadian operasi terantisipasi; atau
  - b. Fungsi untuk mencapai keadaan terkendali setelah kecelakaan dasar desain.
- (5) Fungsi keadaan selamat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
- a. Fungsi untuk mencapai dan mempertahankan keadaan selamat; atau
  - b. Fungsi untuk mengurangi konsekuensi kecelakaan di luar dasar desain.
- (6) Jika SSK dikategorikan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) lebih dari satu, SSK tersebut harus dikategorikan ke dalam kategori yang tertinggi.

#### Pasal 10

- (1) Pemohon Izin dalam melakukan identifikasi ketentuan desain (*design provision*) sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (1) huruf b harus menggunakan tingkat keparahan.
- (2) Ketentuan desain sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri dari:
- a. fitur desain yang mengeliminasi kegagalan SSK;
  - b. fitur desain SSK untuk mengurangi frekuensi kecelakaan;
  - c. fitur desain pasif SSK untuk melindungi pekerja dan masyarakat dari bahaya radiasi pada operasi normal;
  - d. fitur desain pasif SSK untuk melindungi SSK dari bahaya internal dan eksternal; atau

- e. fitur desain SSK untuk mencegah kejadian awal terpostulasi yang mengarah ke kejadian kecelakaan.

#### Pasal 11

- (1) Pemohon Izin dalam menentukan tingkat keparahan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a dan Pasal 10 ayat (1) harus berdasarkan konsekuensi radiologi atau batasan dan kondisi operasi.
- (2) Tingkat keparahan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
  - a. tingkat keparahan tinggi;
  - b. tingkat keparahan sedang; dan
  - c. tingkat keparahan rendah.

#### Pasal 12

- (1) Pemohon Izin dalam menentukan kelas keselamatan harus berdasarkan kategori keselamatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 atau tingkat keparahan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10.
- (2) Kelas keselamatan terdiri atas:
  - a. kelas keselamatan 1;
  - b. kelas keselamatan 2; dan/atau
  - c. kelas keselamatan 3.
- (3) Kelas keselamatan 1 sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a mencakup SSK kategori keselamatan 1 dan/atau SSK yang memiliki tingkat keparahan tinggi.
- (4) Kelas keselamatan 2 sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b mencakup SSK kategori keselamatan 2 dan/atau SSK yang memiliki tingkat keparahan sedang.
- (5) Kelas keselamatan 3 sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf c mencakup SSK kategori keselamatan 3 dan/atau SSK yang memiliki tingkat keparahan rendah.
- (6) Dalam hal terdapat SSK yang terhubung dengan SSK lain dengan kelas keselamatan setingkat lebih tinggi,

maka komponen penghubung yang berperan sebagai pemisah kedua SSK dan selanjutnya harus diklasifikasikan ke dalam kelas keselamatan yang lebih tinggi diantara kedua SSK.

#### Pasal 13

Dalam hal terdapat perbedaan penetapan kelas keselamatan yang berdasarkan kategori keselamatan dan tingkat keparahan, kelas keselamatan ditetapkan sebagai kelas keselamatan yang lebih tinggi.

#### Pasal 14

SSK yang belum dikategorikan, namun memiliki dampak terhadap SSK yang penting untuk keselamatan harus dikategorikan secara tepat.

#### Pasal 15

SSK yang telah ditetapkan pada kelas keselamatan tertentu dapat diubah ke dalam kelas yang lebih rendah dengan pembuktian teknis.

#### Pasal 16

- (1) Pemohon Izin harus memverifikasi kecukupan kelas keselamatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 ayat (1) dengan menggunakan analisis keselamatan deterministik dan dapat dilengkapi dengan analisis keselamatan probablistik dan/atau penilaian teknis.
- (2) Untuk reaktor daya komersial, Pemohon Izin harus melengkapi dengan analisis keselamatan probabilistik.

### Bagian Ketiga

#### Kelas Seismik

#### Pasal 17

- (1) Pemohon Izin harus melakukan klasifikasi SSK berdasarkan kebutuhan tetap berfungsinya struktur,

sistem, dan komponen tersebut selama gempa dengan skala keparahan tertentu, dengan mempertimbangkan kondisi pascagempa dan kemungkinan perambatan kerusakan.

- (2) Klasifikasi SSK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat dilakukan dengan pendekatan:
  - a. analisis; dan
  - b. pengujian.
- (3) Skala keparahan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
  - a. kondisi yang disebabkan oleh gempa bumi dengan periode ulang 10.000 (sepuluh ribu) tahun, sehingga SSK dapat tetap berfungsi sesuai dengan fungsi keselamatan dasar selama dan/atau sesudah gempa; dan
  - b. kondisi yang disebabkan oleh gempa bumi dengan periode ulang 500 (lima ratus) tahun, sehingga SSK tetap berfungsi tanpa membahayakan keselamatan bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan.
- (4) Proses klasifikasi SSK sebagaimana dimaksud pada ayat (2) tercantum dalam Lampiran II yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Badan ini.

#### Pasal 18

- (1) Pemohon Izin harus menentukan klasifikasi SSK sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ke dalam kelas seismik.
- (2) Kelas seismik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibagi menjadi:
  - a. kelas seismik 1;
  - b. kelas seismik 2; dan/atau
  - c. kelas seismik 3 (non-seismik).

- (3) Kelas seismik 1 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a mencakup:
- a. SSK yang apabila gagal dapat secara langsung maupun tidak langsung menyebabkan kecelakaan;
  - b. SSK yang digunakan untuk pemadaman instalasi nuklir dan menjaga dalam keadaan selamat;
  - c. SSK yang dibutuhkan untuk mencegah atau memitigasi lepasan zat radioaktif yang melebihi nilai batas lepasan radioaktif ke lingkungan;
  - d. SSK yang dibutuhkan untuk memitigasi konsekuensi kecelakaan di luar dasar desain dan yang kegagalannya akan menyebabkan konsekuensi dengan tingkat keparahan tinggi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11 ayat (2) huruf a; dan
  - e. SSK yang mendukung, memantau dan menjalankan sistem yang dibutuhkan untuk memenuhi fungsi b, c, dan d.
- (4) Penghalang fisik yang didesain untuk melindungi instalasi nuklir dari dampak kejadian eksternal selain dari kejadian seismik harus tetap berfungsi dan menjaga integritas setelah gempa bumi dengan skala keparahan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ayat 3 huruf (a).
- (5) Kelas seismik 2 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b mencakup:
- a. SSK yang memiliki interaksi spasial atau interaksi lainnya dengan SSK kelas seismik 1, termasuk dampak keselamatan terkait tindakan operator;
  - b. SSK yang tidak termasuk di kelas seismik 1 yang dibutuhkan untuk mencegah atau memitigasi kecelakaan untuk periode lama dengan mempertimbangkan pada periode gempa bumi



dengan periode ulang 10.000 (sepuluh ribu) tahun dapat terjadi; dan

- c. SSK yang terkait dengan infrastruktur yang diperlukan untuk penerapan kedaruratan nuklir.
- (6) Kelas seismik 3 (non-seismik) sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c mencakup SSK yang bukan berada di dalam kelas seismik 1 dan 2.
- (7) Kelas seismik 3 sebagaimana dimaksud pada ayat (6) mencakup SSK yang:
- a. tidak termasuk kelas keselamatan;
  - b. tidak menimbulkan bahaya radiasi apabila gagal; dan
  - c. tidak menimbulkan dampak pada SSK kelas keselamatan 1 dan 2 apabila gagal.

#### Bagian Keempat

##### Kelas Mutu

#### Pasal 19

- (1) Pemohon Izin harus melakukan klasifikasi SSK berdasarkan kendali pemenuhan persyaratan desain dan sistem manajemen pada tahap desain, konstruksi termasuk manufaktur dan pemasangan peralatan, komisioning, dan operasi.
- (2) Kendali pemenuhan persyaratan desain sebagaimana dimaksud pada ayat (1) memenuhi persyaratan desain Instalasi Nuklir yang tercantum dalam peraturan badan mengenai desain instalasi nuklir.

#### Pasal 20

- (1) Setelah kelas keselamatan SSK telah ditentukan, selanjutnya Pemohon Izin harus menentukan dan menerapkan kelas mutu yang sesuai.
- (2) Penentuan kelas mutu SSK harus didasarkan pada kelas keselamatan dan kelas seismik.

- (3) Penentuan dan penerapan kelas mutu sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus menggunakan standar nasional Indonesia yang diberlakukan terhadap SSK.
- (4) Dalam hal standar nasional Indonesia sebagaimana dimaksud pada ayat (3) untuk SSK belum ditetapkan, Pemohon Izin harus menerapkan kode dan standar yang berlaku untuk SSK yang serupa dari negara pemasok.
- (5) Dalam hal digunakan kode dan standar yang berbeda untuk SSK yang berbeda, Pemohon Izin harus memverifikasi dan memvalidasi kesetaraan kode dan standar sesuai dengan klasifikasi.
- (6) Ketentuan mengenai contoh penggunaan kode dan standar yang diterapkan untuk penentuan kelas mutu pada instalasi nuklir tercantum dalam Lampiran III yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Badan ini.

### BAB III

#### KETENTUAN PERALIHAN

##### Pasal 21

Klasifikasi SSK yang telah ditentukan oleh setiap pemegang izin operasi Instalasi Nuklir sebelum berlakunya Peraturan Badan ini dinyatakan tetap berlaku sampai dengan habis berlakunya izin operasi instalasi nuklir.

### BAB IV

#### KETENTUAN PENUTUP

##### Pasal 22

Peraturan Badan ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

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

Ditetapkan di Jakarta  
pada tanggal 8 Desember 2020

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

JAZI EKO ISTIYANTO

Diundangkan di Jakarta  
pada tanggal 10 Desember 2020

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

ttd.

WIDODO EKATJAHJANA

BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA TAHUN 2020 NOMOR 1455

Salinan sesuai dengan aslinya

BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

Kepala Biro Hukum, Kerja Sama, dan Komunikasi Publik

  
Ditandatangani secara elektronik

Indra Gunawan  
NIP. 197102221999111001

## LAMPIRAN I

### PERATURAN BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

#### NOMOR 12 TAHUN 2020

#### TENTANG KLASIFIKASI STRUKTUR, SISTEM, DAN KOMPONEN INSTALASI NUKLIR

### PROSES KLASIFIKASI SSK BERDASARKAN KELAS KESELAMATAN

Klasifikasi SSK merupakan proses *top down* yang dimulai dengan pemahaman dasar desain instalasi nuklir, analisis keselamatan dan fungsi keselamatan yang akan dicapai. Dengan menggunakan informasi tersebut, fungsi dan persyaratan desain yang dibutuhkan untuk memenuhi fungsi keselamatan dasar instalasi nuklir diidentifikasi pada semua kondisi instalasi nuklir. Dengan menggunakan informasi dari kajian keselamatan, fungsi keselamatan dasar, SSK instalasi nuklir dikategorikan berdasarkan pentingnya terhadap keselamatan. Penentuan klasifikasi SSK didasarkan pada identifikasi fungsi dan kategori fungsi. Selain itu, dapat juga dilakukan melalui identifikasi ketentuan desain (*design provisions*).

Gambar 1 menunjukkan proses yang harus dilalui dalam penetapan kelas keselamatan SSK. Adapun uraian dari setiap tahapan proses adalah sebagai berikut:

#### A. IDENTIFIKASI FUNGSI

Tingkat kerincian fungsi yang diidentifikasi tergantung pada tahap pengembangan desain. Identifikasi fungsi dilakukan terhadap SSK yang melakukan fungsi keselamatan dasar di semua kondisi instalasi nuklir, termasuk fungsi keselamatan pendukung.

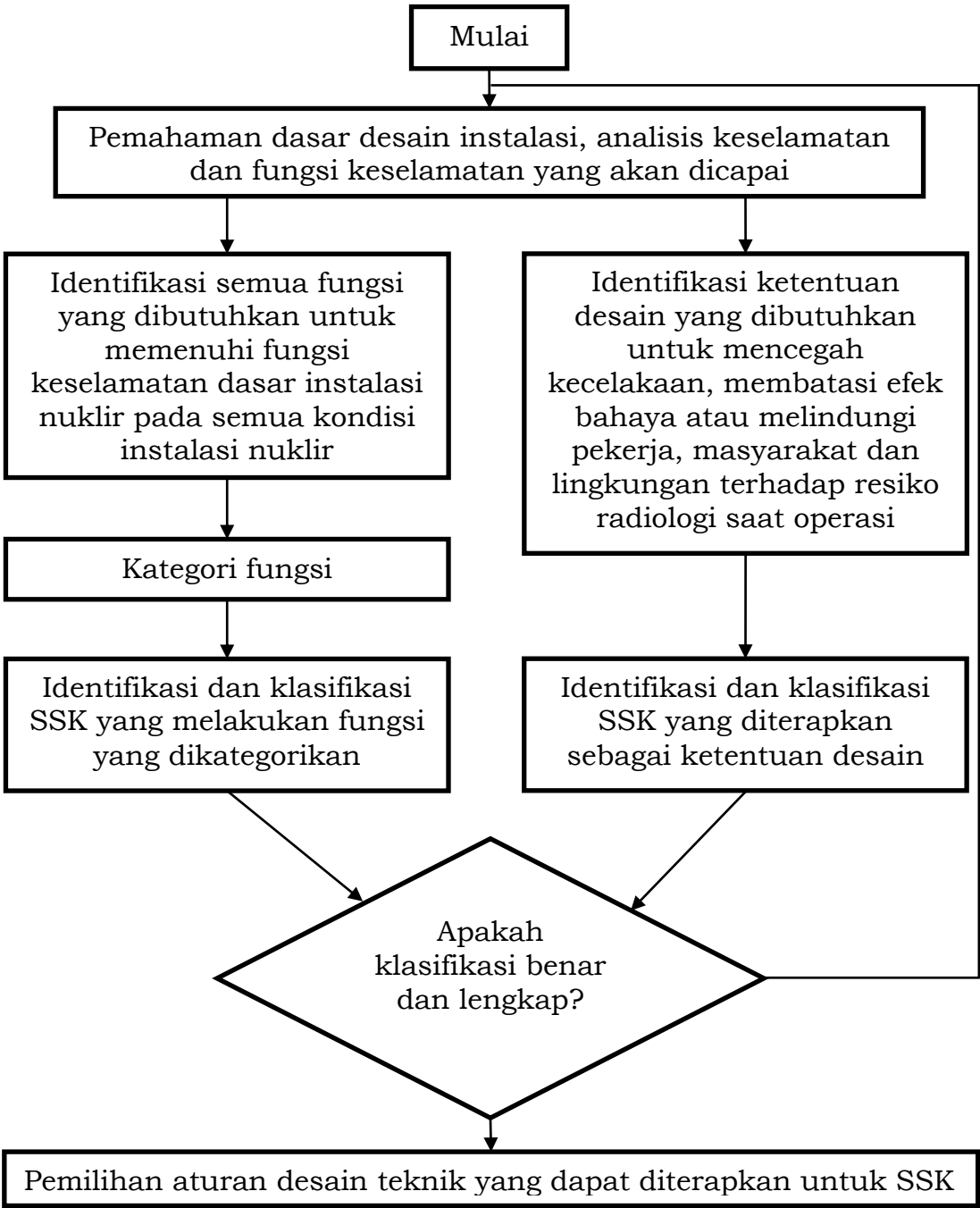
#### B. KATEGORI FUNGSI

Tiga tingkat keparahan dari konsekuensi kegagalan adalah sebagai berikut:

- keparahan dipertimbangkan 'tinggi' jika pada keadaan terburuk kegagalan fungsi dapat menyebabkan lepasan zat radioaktif yang melebihi batas yang telah ditetapkan untuk kecelakaan dasar desain.
- keparahan dipertimbangkan 'sedang' jika pada keadaan terburuk kegagalan fungsi dapat menyebabkan lepasan zat radioaktif yang

melebihi batas yang telah ditetapkan untuk kejadian operasi terantisipasi.

- keparahan dipertimbangkan ‘rendah’ jika pada keadaan terburuk kegagalan fungsi dapat menyebabkan dosis terhadap pekerja melebihi batas yang diizinkan.



Gambar 1. Diagram alir yang menunjukkan proses klasifikasi.

Uraian tingkat keparahan apabila SSK gagal melakukan fungsinya berdasarkan konsekuensi radiologi atau batasan dan kondisi operasi di setiap kondisi instalasi dijelaskan di dalam Tabel 1.

Apabila dosis luar tapak maksimum karena kegagalan SSK melebihi 5 mSv ke seluruh tubuh dikategorikan ke dalam kategori tinggi, sedang, atau

rendah. Namun apabila dosis luar tapak maksimum di bawah 5 mSv dikategorikan ke kategori non-nuklir.

Tabel 1. Tingkat Keparahan di Setiap Kondisi Instalasi

Kondisi Instalasi	Batasan dan Kondisi Operasi	Konsekuensi Radiologi	Tingkat keparahan
Operasi normal	Tidak melebihi KBO	Batas dosis: - pekerja: dosis efektif 20 mSv per tahun - masyarakat: dosis efektif < pembatas dosis anggota masyarakat	Rendah
Kejadian operasi terantisipasi	Tidak melebihi pengesetan sistem keselamatan	Batas dosis anggota masyarakat: dosis efektif 1 mSv/tahun	Sedang
Kecelakaan dasar desain	Tidak melebihi batas keselamatan	Batas dosis kecelakaan dasar desain sebagaimana diterima oleh badan pengawas	Tinggi

Kategori fungsi mempertimbangkan kontribusi fungsi untuk mencapai keadaan terkendali dan keadaan selamat. Untuk fungsi yang dijalankan untuk mencapai keadaan terkendali, fokus utama adalah aktuasi otomatis atau aktuasi jangka pendek untuk mengurangi potensi bahaya. Sedangkan fungsi yang diterapkan untuk mencapai keadaan selamat merupakan fungsi jangka panjang, dan dilakukan sekali setelah keadaan terkendali telah tercapai.

- Kategori fungsi dibagi menjadi tiga kategori keselamatan:
1. kategori keselamatan 1: fungsi yang dipersyaratkan untuk mencapai keadaan terkendali setelah kejadian awal terpostulasi atau kecelakaan dasar desain, dan apabila gagal akan mengakibatkan konsekuensi keparahan ‘tinggi’.
  2. kategori keselamatan 2: ada tiga kemungkinan:

- fungsi yang dipersyaratkan untuk mencapai keadaan terkendali setelah kejadian awal terpostulasi atau kecelakaan dasar desain, dan apabila gagal akan mengakibatkan konsekuensi keparahan ‘sedang’; atau
  - fungsi yang dipersyaratkan untuk mencapai dan mempertahankan keadaan selamat dalam jangka waktu yang lama, dan apabila gagal akan mengakibatkan konsekuensi keparahan ‘tinggi’; atau
  - fungsi yang didesain untuk memberikan cadangan fungsi yang dikategorikan di kategori 1, dan dibutuhkan untuk mengendalikan kecelakaan di luar dasar desain tanpa pelelehan teras.
3. kategori keselamatan 3: ada lima kemungkinan:
- fungsi yang diaktuasi saat kejadian awal terpostulasi atau kecelakaan dasar desain, dan apabila gagal akan mengakibatkan konsekuensi keparahan ‘rendah’; atau
  - fungsi yang dipersyaratkan untuk mencapai dan mempertahankan keadaan selamat dalam jangka waktu yang lama, dan apabila gagal akan mengakibatkan konsekuensi keparahan ‘sedang’; atau
  - fungsi yang dipersyaratkan untuk mengurangi konsekuensi kecelakaan di luar dasar desain, kecuali telah dipersyaratkan untuk dikategorikan ke dalam kategori keselamatan 2, dan apabila gagal akan mengakibatkan konsekuensi keparahan ‘tinggi’; atau
  - fungsi yang didesain untuk mengurangi frekuensi aktuasi fitur keselamatan teknis pada saat terjadi deviasi dari operasi normal, termasuk yang didesain untuk mempertahankan nilai parameter operasi dalam rentang operasi normal instalasi; atau
  - fungsi yang terkait dengan pemantauan yang dibutuhkan untuk memberikan pelayanan kedaruratan di luar tapak dan petugas instalasi dengan informasi yang handal dan mencukupi pada saat terjadi kecelakaan (kecelakaan dasar desain atau kecelakaan di luar dasar desain), termasuk tujuan pemantauan dan komunikasi sebagai bagian dari rencana penanggulangan kedaruratan nuklir (pertahanan berlapis tingkat 5), kecuali telah ditetapkan di kategori yang tertinggi.

Tabel 2 memberikan uraian mengenai fungsi yang diberikan dalam analisis kejadian awal terpostulasi dan kategori keselamatan.

Tabel 2. Fungsi yang diberikan dalam analisis kejadian awal terpostulasi dan kategori keselamatan

Fungsi yang diberikan di kajian keselamatan	Tingkat keparahan apabila fungsi tidak dilakukan		
	Tinggi	Sedang	Rendah
Fungsi untuk mencapai keadaan terkendali setelah kejadian operasi terantisipasi	Kategori keselamatan 1	Kategori keselamatan 2	Kategori keselamatan 3
Fungsi untuk mencapai keadaan terkendali setelah kecelakaan dasar desain	Kategori keselamatan 1	Kategori keselamatan 2	Kategori keselamatan 3
Fungsi untuk mencapai dan mempertahankan keadaan selamat	Kategori keselamatan 2	Kategori keselamatan 3	Kategori keselamatan 3
Fungsi untuk mengurangi konsekuensi kecelakaan di luar dasar desain	Kategori keselamatan 2 atau 3	Tidak dikategorikan <sup>a</sup>	Tidak dikategorikan <sup>a</sup>

<sup>a</sup> konsekuensi keparahan sedang atau rendah tidak diharapkan terjadi jika tidak ada respons fungsi khusus untuk mitigasi kecelakaan di luar dasar desain.

<sup>b</sup> penetapan kelas keselamatan didasar pada kategori keselamatan dan tingkat keparahan. Dalam hal terdapat perbedaan penetapan kelas keselamatan yang berdasarkan kategori keselamatan dan tingkat keparahan, kelas keselamatan ditetapkan sebagai kelas keselamatan yang lebih tinggi.

C. KLASIFIKASI STRUKTUR, SISTEM, DAN KOMPONEN

Tahap berikutnya adalah penentuan kelas keselamatan yang sesuai dengan kategori keselamatan dari fungsi yang ditetapkan. Kelas keselamatan dapat dibagi menjadi tiga kelas sesuai dengan tiga kategori keselamatan yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya, yaitu:

- kelas keselamatan 1: SSK yang apabila gagal akan menyebabkan konsekuensi keparahan yang ‘tinggi’;
- kelas keselamatan 2: SSK yang apabila gagal akan menyebabkan konsekuensi keparahan yang ‘sedang’; dan



- kelas keselamatan 3: SSK yang apabila gagal akan menyebabkan konsekuensi keparahan yang 'rendah'.

#### D. VERIFIKASI KELAS KESELAMATAN

Konsistensi antara pendekatan deterministik dan probabilistik menunjukkan bahwa kelas keselamatan benar. Apabila terdapat perbedaan kajian lebih lanjut dilakukan untuk memahami alasan perbedaan dan kelas keselamatan akhir ditetapkan, yang didukung oleh justifikasi yang sesuai. Proses verifikasi kelas keselamatan merupakan proses iteratif, dan memberikan informasi perkembangan desain.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA

ttd.

JAZI EKO ISTIYANTO

Salinan sesuai dengan aslinya

BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

Kepala Biro Hukum, Kerja Sama, dan Komunikasi Publik



Indra Gunawan  
NIP. 197102221999111001

LAMPIRAN II  
PERATURAN BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 12 TAHUN 2020  
TENTANG  
KLASIFIKASI STRUKTUR, SISTEM, DAN  
KOMPONEN INSTALASI NUKLIR

PROSES KLASIFIKASI SSK BERDASARKAN KELAS SEISMIK

Klasifikasi seismik untuk SSK yang penting terhadap keselamatan dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut:

- A. Klasifikasi dengan analisis; dan/atau
- B. Klasifikasi dengan pengujian.

A. KLASIFIKASI DENGAN ANALISIS

Klasifikasi dengan analisis dilakukan melalui:

- a. perhitungan program komputer dengan masukan *time history* dan spektra respons dengan pembebanan seismik pada titik (*node*) lokasi peletakan SSK.
- b. Perhitungan *seismic demand*. Perhitungan *seismic demand* digunakan analisis statik ekuivalen linier, analisis dinamik linier, metode respons frekuensi yang kompleks atau analisis non-linier. *Seismic demand* ditentukan berdasarkan tiga komponen arah gempa (satu vertikal dan dua horizontal). Perhitungan *Seismic demand* dilakukan terhadap semua sambungan lintasan beban gempa yang menyebabkan gaya inersia. Lintasan beban berkelanjutan, dengan kekuatan dan kekakuan yang memadai, diberikan untuk memindahkan semua gaya inersia dari suatu titik ke struktur utama.
- c. Perbandingan dengan *seismic capacity* sesuai dengan kode dan standar dan/atau spesifikasi teknis.
- d. Penentuan frekuensi alami SSK, atau puncak spektrum respons desain.
- e. Perhitungan frekuensi alami dan puncak spektrum respons desain dikalikan dengan faktor *damping* yang sesuai.
- f. Perhitungan energi disipasi dilakukan dengan pemodelan. Apabila analisis modal dilakukan, nilai *damping* modal tersedia untuk setiap komponen dan bahan.

Sistem distribusi, seperti pemipaan, yang saling terhubung dengan titik yang memiliki pergerakan kegempaan dan spektra respons yang berbeda, penggunaan spektrum respons tunggal dijustifikasi. Penerapan *envelope spectrum* dan spektra yang berbeda nilai dilakukan untuk memperhitungkan efek inersia. Efek inersia juga mempertimbangkan efek gerakan kegempaan yang berbeda antar *support*.

## B. KLASIFIKASI DENGAN PENGUJIAN

Jenis pengujian untuk klasifikasi SSK terdiri atas:

1. Pengujian impedansi rendah (pengujian karakteristik dinamik) dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik dinamik utama SSK, seperti frekuensi alami; dan
2. Pengujian keberterimaan (pengujian pembuktian) dilakukan untuk komponen listrik dan mekanik yang aktif untuk menunjukkan gempa dasar desain. Pengujian ini umumnya dilakukan dengan menggunakan meja getar.

Pengujian integritas dan fungsi SSK yang kompleks, seperti panel kendali yang terdiri dari banyak perangkat yang berbeda, dilakukan pada purwarupa SSK atau setiap SSK dengan masukan pengujian seismik berskala.

Klasifikasi dengan pengujian mempertimbangkan efek penuaan yang menyebabkan penurunan kualitas atau perubahan karakteristik dinamis SSK selama masa kerjanya.

Spesifikasi teknis untuk pengujian dikembangkan dengan mempertimbangkan spesifikasi uji (jika belum dicakup dalam standar klasifikasi seismik yang berlaku), yang meliputi antara lain:

- standar uji seismik yang berlaku;
- kriteria penerimaan;
- gerakan masukan (*input motions*);
- persyaratan fungsi;
- kondisi batas (penopang);
- jumlah pengulangan pengujian atau siklus pemuatan per uji;
- kondisi lingkungan (misalnya, tekanan dan suhu); dan/atau
- kondisi operasi, jika kemampuan fungsi dinilai.

Klasifikasi dengan pengujian mencakup:

- uji fungsi untuk memverifikasi kinerja fungsi keselamatan yang diperlukan dari komponen;

- uji integritas yang bertujuan membuktikan kekuatan mekanik komponen; dan
- pengaturan kriteria *similarity* yang terkait dengan metode kualifikasi seismik tidak langsung, apabila dilakukan pengujian dengan skala yang lebih kecil.

Jumlah pengulangan pengujian atau siklus pemuatan per uji sesuai dengan karakteristik SSK yang diuji, tetapi akumulasi kerusakan dari fenomena keausan dan deformasi dipertimbangkan untuk evaluasi umur SSK.

Untuk komponen yang memiliki kemampuan fungsi ditunjukkan melalui pengujian di kondisi gempa, gerak berbagai arah yang simultan diberlakukan. Gerak satu arah di suatu waktu dapat dipertimbangkan memadai bila salah satu kondisi berikut berlaku:

- jika tinjauan desain dan inspeksi visual komponen atau uji eksplorasi secara jelas menunjukkan bahwa efek gerak dalam tiga arah independen satu sama lain; atau
- jika tingkat keparahan uji meja getar dapat ditingkatkan sedemikian rupa sehingga memperhitungkan efek interaksi dari gerak yang simultan dalam tiga arah (misalnya amplitudo gerak dapat ditingkatkan dalam satu arah untuk mencakup respon karena efek penggabungan ke arah lain).

Dalam pengujian ini dipertimbangkan getaran dan durasi gempa untuk periode ulang 500 tahun dan 10.000 tahun. Dalam pengujian ini digunakan hasil *output* dari kualifikasi dengan analisis pada masing-masing titik (*node*) lokasi peletakan SSK. Dengan menggunakan getaran gempa periode ulang tersebut, dilakukan analisis respons gempa pada SSK untuk mengidentifikasi gelombang respons (resonansi vibrasi) gempa pada titik (*node*) lokasi peletakan SSK yang menjadi objek pengujian. Gelombang respons ini digunakan sebagai gelombang masukan pada meja getar pada titik (*node*) lokasi peletakan SSK. Selain digunakan analisis respons gempa, gelombang sinusoidal dapat digunakan untuk pengujian getaran. Selanjutnya dari uji getar dengan gelombang sinusoidal, ditentukan karakteristik getaran SSK. Dari uji getar dengan gelombang respons gempa pada SSK diperoleh tingkat margin desain SSK.

Hasil kualifikasi dengan pengujian adalah periode alami, mode getaran dan konstanta redaman.

Uji fungsi terhadap SSK diperlukan untuk memastikan SSK tetap berfungsi setelah pengujian meja getar. Gempa susulan yang potensial dipertimbangkan dalam menetapkan persyaratan uji fungsi SSK dengan menggunakan meja getar. Hasil uji dengan menggunakan meja getar dapat dianalisis dengan menggunakan program komputer yang tervalidasi dan terverifikasi. Peralatan meja getar untuk pengujian terkalibrasi.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA

ttd.

JAZI EKO ISTIYANTO

Salinan sesuai dengan aslinya

BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

Kepala Biro Hukum, Kerja Sama, dan Komunikasi Publik



Indra Gunawan  
NIP. 197102221999111001

LAMPIRAN III  
PERATURAN BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 12 TAHUN 2020  
TENTANG KLASIFIKASI STRUKTUR, SISTEM, DAN KOMPONEN INSTALASI  
NUKLIR

CONTOH PENGGUNAAN KODE DAN STANDAR

KELAS KESELAMATAN DAN PERSYARATAN KODE UNTUK PERALATAN PENAHAN TEKANAN

Kelas Keselamatan	Kelas Mutu	SSK Penahan Tekanan	Kode dan Standar yang sesuai	Contoh SSK
1	A	- <i>Design provision</i> kelas keselamatan 1 yang gagal di operasi normal secara langsung akan menyebabkan konsekuensi ‘tinggi’	ASME, Bab III, Divisi 1, Subbab NB	Bejana tekan reaktor, <i>shell</i> terluar pembangkit uap, pemipaan yang <i>leak-before-break</i> atau prinsip pencegahan pecah diterapkan
		- Komponen penahan tekanan yang tidak dapat diisolasi dari sistem pendingin rektor melalui dua katup isolasi dalam susunan seri dan yang	RCC-M1	Pemipaan batas tekanan pendingin reaktor > DN 25

Kelas Keselamatan	Kelas Mutu	SSK Penahan Tekanan	Kode dan Standar yang sesuai	Contoh SSK
2	B	kegagalannya menyebabkan kebocoran yang tidak dapat dikompensasi oleh sistem penambah air normal		
		- Komponen yang menyediakan fungsi Kategori 1, kecuali kode seperti ASME Level 1 atau RCC-M1 telah diterapkan berdasarkan aturan di atas	ASME, Bab III, Divisi 1, Subbab NC atau ND  RCC-M2 atau RCC-M3 (bergantung pada kelas penghalang keselamatan)	Sistem pendingin teras darurat, sistem isolasi pengungkung, sistem pemadaman reaktor
		- <i>Design provision</i> kelas keselamatan 2 yang gagal di operasi normal secara langsung akan menyebabkan konsekuensi 'sedang' - Beberapa bagian dari batas tekanan pendingin reaktor yang gagal karena kebocoran dapat dikompensasi oleh sistem penambah air normal - Komponen yang menyediakan fungsi Kategori 3	ASME, Bab III, Divisi 1, Subbab NC  RCC-M2	Sistem pengambilan panas sisa  Pemipaan utama yang tidak dapat diisolasi < DN 25

Kelas Keselamatan	Kelas Mutu	SSK Penahan Tekanan	Kode dan Standar yang sesuai	Contoh SSK
		dengan penghalang keselamatan Kelas 2		
		- Komponen yang menyediakan fungsi Kategori 2	ASME, Bab III, Divisi 1, Subbab ND  RCC-M3	Sistem pendingin kolam bahan bakar bekas
	3	- <i>Design Provision</i> kelas keselamatan 3 yang gagal di operasi normal secara langsung akan menyebabkan konsekuensi 'rendah'	ASME, Bab III, Divisi 1, Subbab ND  RCC-M3	Sistem pengungkung fluida radioaktif saat operasi normal, seperti sistem kendali dan volume kimia, sistem pemrosesan limbah
		- Komponen yang menyediakan fungsi Kategori 3, kecuali persyaratan dan kode khusus diterapkan untuk alasan khusus	Kode dan standar konvensional, seperti: - European Pressure Directive 97/23/EC - ASME, Bab VIII,	Sistem yang menyediakan penambahan ke tangki air umpan dalam kondisi ekstensi desain terpostulasi



Kelas Keselamatan	Kelas Mutu	SSK Penahan Tekanan	Kode dan Standar yang sesuai	Contoh SSK
			Divisi 1 untuk bejana tekan - ANSI B31.1 untuk pemipaan	

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
 REPUBLIK INDONESIA  
 ttd.  
 JAZI EKO ISTIYANTO

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



Indra Gunawan  
 NIP. 197102221999111001