



BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA

No.533, 2011

BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR. Reaktor
Nondaya. Keselamatan Desain. Persyaratan

PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 1 TAHUN 2011
TENTANG
KETENTUAN KESELAMATAN DESAIN REAKTOR NONDAYA

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 12 ayat (3) Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 2006 perlu menetapkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir tentang Ketentuan Keselamatan Desain Reaktor Nondaya;

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 43 Tahun 2006 tentang Perizinan Reaktor Nuklir (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 106, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4668);

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR TENTANG KETENTUAN KESELAMATAN DESAIN REAKTOR NONDAYA.

BAB I KETENTUAN UMUM

Pasal 1

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

1. Reaktor nondaya adalah reaktor nuklir yang memanfaatkan neutron untuk keperluan penelitian atau pembuatan isotop baik untuk kepentingan komersial maupun nonkomersial.
2. Perangkat kritis adalah perangkat yang memuat bahan fisil yang digunakan untuk melangsungkan reaksi fisi berantai yang terkendali pada daya rendah dan digunakan untuk investigasi/penelitian terhadap geometri dan komposisi teras.
3. Bahan bakar nuklir adalah bahan yang dapat menghasilkan proses transformasi inti berantai.
4. Kondisi operasi adalah proses operasi instalasi nuklir yang mencakup operasi normal dan kejadian operasi terantisipasi.
5. Operasi normal adalah pengoperasian instalasi nuklir dalam kondisi batas untuk operasi yang selamat.
6. Kejadian operasi terantisipasi adalah proses operasi yang menyimpang dari operasi normal, yang diperkirakan terjadi paling kurang satu kali selama umur instalasi nuklir, tetapi dari pertimbangan desain tidak menyebabkan kerusakan berarti pada peralatan yang penting untuk keselamatan atau mengarah pada kondisi kecelakaan.
7. Kondisi kecelakaan adalah penyimpangan dari kondisi operasi normal yang melebihi kejadian operasi terantisipasi, yang mencakup kecelakaan dasar desain dan kecelakaan yang melampaui dasar desain.
8. Kecelakaan dasar desain adalah kondisi kecelakaan yang digunakan sebagai dasar untuk mendesain instalasi nuklir menurut kriteria desain yang ditetapkan dan sebagai dasar untuk mempertahankan lepasan zat radioaktif tidak melampaui batas yang diizinkan.
9. Kecelakaan yang melampaui dasar desain adalah kecelakaan yang lebih parah dari pada kecelakaan dasar desain.
10. Struktur, sistem, dan/atau komponen yang penting untuk keselamatan adalah struktur, sistem, dan/atau komponen yang menjadi bagian dari suatu sistem keselamatan dan/atau struktur, sistem, dan/atau komponen yang apabila gagal atau terjadi malfungsi menyebabkan terjadinya paparan radiasi terhadap pekerja tapak atau anggota masyarakat.

11. Batasan dan Kondisi Operasi selanjutnya disingkat BKO adalah seperangkat aturan untuk menetapkan batas parameter, kemampuan fungsi dan tingkat kinerja peralatan dan personil yang disetujui oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir untuk mengoperasikan instalasi nuklir dengan selamat.
12. Batas keselamatan adalah batasan nilai parameter yang di bawah nilai itu instalasi nuklir dapat dioperasikan dengan selamat.
13. Pengesetan sistem keselamatan adalah nilai parameter operasi yang ditetapkan untuk mengaktualisasi sistem keselamatan secara otomatis pada kejadian operasi terantisipasi untuk mencegah terlampauinya batas keselamatan.
14. Sistem keselamatan adalah sistem yang penting untuk keselamatan, yang disediakan untuk menjamin *shutdown* dengan selamat, atau pemindahan panas sisa dari teras, atau untuk membatasi dampak kejadian operasi terantisipasi dan kecelakaan dasar desain.
15. Efluen adalah fluida cair atau gas yang dapat mengandung padatan dalam bentuk partikel yang dilepaskan ke lingkungan.
16. Dasar desain adalah rentang kondisi dan kejadian yang dipertimbangkan dalam desain suatu instalasi nuklir sesuai dengan kriteria yang ditetapkan, sehingga instalasi nuklir mampu mengatasi kondisi dan kejadian tersebut tanpa melampaui batas yang diizinkan melalui pengoperasian sistem keselamatan.
17. Efek Penuaan adalah efek yang dialami oleh struktur, sistem, dan/atau komponen akibat penuaan.
18. Fungsi keselamatan adalah tujuan spesifik yang harus dicapai struktur, sistem, dan/atau komponen yang penting untuk keselamatan agar persyaratan keselamatan terpenuhi.
19. Kegagalan dengan penyebab sama adalah kegagalan fungsi dari satu atau sejumlah struktur, sistem, dan/atau komponen yang diakibatkan oleh kejadian tunggal atau penyebab tunggal.
20. Kejadian awal terpostulasi adalah kejadian awal yang diidentifikasi pada saat desain, yang diyakini sebagai pemicu kejadian operasi terantisipasi atau sebagai pemicu terjadinya kondisi kecelakaan.
21. Margin keselamatan adalah perbedaan antara batas keselamatan dan batas operasi.
22. Kemandirian adalah kemampuan masing-masing komponen atau sistem yang redundan untuk melaksanakan fungsi yang ditentukan, dengan kegagalan salah satu atau beberapa komponen dan/atau sistem tidak mengganggu kemampuan komponen atau sistem yang lain untuk menjalankan fungsinya.

23. Margin *shutdown* adalah reaktivitas negatif yang disediakan sebagai tambahan yang diperlukan untuk mempertahankan reaktor dalam kondisi subkritis tanpa batas waktu, dengan batang kendali yang paling reaktif diangkat dari teras, dan semua eksperimen yang dapat dipindahkan atau diubah selama operasi berada dalam kondisi paling reaktif.
24. Keragaman adalah keberadaan dua atau lebih struktur, sistem, dan/atau komponen untuk melaksanakan satu fungsi yang ditentukan, yang komponen atau sistemnya memiliki atribut yang berbeda untuk meminimalkan kegagalan dengan penyebab sama.
25. Redundansi adalah keberadaan struktur, sistem, dan/atau komponen lebih dari satu, baik identik atau beragam, yang kesemuanya secara bersamaan menjalankan fungsi yang sama, sehingga kehilangan salah satu dari struktur, sistem, dan/atau komponen tidak menyebabkan kehilangan keseluruhan fungsi yang ditentukan.
26. Penghalang ganda adalah dua atau lebih penghalang untuk mencegah atau menghambat terjadinya perpindahan radionuklida atau fenomena lainnya.
27. Komisioning adalah kegiatan pengujian untuk membuktikan bahwa struktur, sistem, dan/atau komponen reaktor nuklir terpasang yang dioperasikan dengan bahan nuklir memenuhi persyaratan dan kriteria desain.
28. Pemantauan adalah pengukuran parameter operasi dan paparan radiasi atau pemeriksaan suatu sistem secara terus-menerus maupun berkala.
29. Pengungkung adalah penghalang di sekeliling bagian utama reaktor yang didesain untuk mengungkung zat radioaktif dan untuk mencegah atau mengurangi lepasnya zat radioaktif secara tak terkendali ke lingkungan, baik selama operasi normal maupun selama kecelakaan dasar desain.
30. Peralatan eksperimen adalah peralatan yang dipasang di dalam atau di sekitar teras reaktor untuk memanfaatkan fluks neutron dan radiasi pengion dari reaktor guna keperluan penelitian, pengembangan, produksi isotop atau keperluan lain yang disetujui Badan Pengawas Tenaga Nuklir.
31. Perangkat bahan bakar adalah bahan bakar dan bagian-bagiannya yang menyatu sebagai satu kesatuan yang dimasukkan ke dalam teras reaktor untuk jangka waktu tertentu, dan setelah itu dikeluarkan di teras.
32. Reaktivitas *shutdown* adalah reaktivitas yang dihasilkan oleh semua batang kendali dalam kondisi reaktivitas negatif maksimum.

33. Sistem *shutdown* adalah sistem yang berfungsi untuk memadamkan reaktor nuklir melalui penurunan reaktivitas dengan cara manual atau dengan proses elektronik oleh sistem proteksi reaktor.
34. Sistem proteksi reaktor adalah sistem yang memantau pengoperasian reaktor dan yang apabila mendeteksi kejadian abnormal, secara otomatis menginisiasi tindakan untuk mencegah reaktor ke kondisi tidak selamat.
35. Tapak adalah lokasi di daratan yang dipergunakan untuk pembangunan, pengoperasian dan dekomisioning instalasi nuklir, satu atau lebih instalasi nuklir beserta sistem terkait lainnya.
36. Teras reaktor adalah bagian utama reaktor nuklir yang berisi paling sedikit bahan bakar, moderator, dan reflektor.
37. Dekomisioning adalah suatu kegiatan untuk menghentikan beroperasinya reaktor nuklir secara tetap, antara lain, dilakukan pemindahan bahan bakar nuklir dari teras reaktor, pembongkaran komponen reaktor, dekontaminasi, dan pengamanan akhir.
38. Badan Pengawas Tenaga Nuklir yang selanjutnya disingkat BAPETEN adalah instansi yang bertugas melaksanakan pengawasan melalui peraturan, perizinan, dan inspeksi terhadap segala kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir.
39. Pemegang Izin yang selanjutnya disingkat PI adalah orang atau badan yang telah menerima izin Pemanfaatan Tenaga Nuklir dari BAPETEN.

Pasal 2

- (1) Peraturan Kepala BAPETEN ini bertujuan untuk menetapkan persyaratan keselamatan dalam pembuatan desain dan analisis keselamatan desain.
- (2) Persyaratan keselamatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
 - a. persyaratan umum desain; dan
 - b. persyaratan khusus desain.
- (3) Peraturan Kepala BAPETEN ini berlaku untuk semua jenis reaktor nondaya, termasuk perangkat kritis.

Pasal 3

- (1) Pemberlakuan persyaratan umum desain dan persyaratan khusus desain harus disesuaikan dengan pendekatan pemeringkatan (*grading approach*).
- (2) Pendekatan pemeringkatan dilakukan berdasarkan pada:
 - a. karakteristik bahan nuklir dan/atau reaktor; dan

- b. kebolehjadian dan intensitas paparan radiasi yang ditimbulkan oleh reaktor.

Pasal 4

PI harus menjamin reaktor nondaya didesain dengan tingkat keandalan yang tinggi untuk mencapai tujuan keselamatan nuklir.

Pasal 5

- (1) Tujuan keselamatan nuklir sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 meliputi tujuan umum dan tujuan khusus keselamatan nuklir.
- (2) Tujuan umum keselamatan nuklir adalah melindungi pekerja, masyarakat dan lingkungan hidup, yang dilakukan melalui upaya pertahanan yang efektif terhadap timbulnya bahaya radiasi di instalasi.
- (3) Tujuan khusus keselamatan nuklir meliputi tujuan proteksi radiasi dan tujuan keselamatan teknis.
- (4) Tujuan proteksi radiasi meliputi:
 - a. menjamin paparan radiasi pada setiap kondisi instalasi atau setiap lepasan zat radioaktif yang terantisipasi dari instalasi serendah mungkin yang dapat dicapai dan di bawah pembatas dosis yang ditetapkan; dan
 - b. menjamin mitigasi dampak radiologi dari suatu kecelakaan yang ditimbulkan selama pengoperasian reaktor.
- (5) Tujuan keselamatan teknis meliputi:
 - a. mencegah terjadinya kecelakaan selama pengoperasian reaktor serta melakukan mitigasi dampak radiologi apabila kecelakaan tetap terjadi;
 - b. menjamin dengan tingkat kepercayaan tinggi bahwa semua kecelakaan yang telah dipertimbangkan dalam desain memberikan risiko serendah mungkin; dan
 - c. menjamin bahwa kecelakaan dengan dampak radiologi yang serius mempunyai kebolehjadian yang sangat kecil.

Pasal 6

- (1) Tujuan keselamatan nuklir sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 diwujudkan melalui penerapan pertahanan berlapis untuk memenuhi fungsi keselamatan reaktor.
- (2) Pertahanan berlapis meliputi:
 - a. tingkat 1, pencegahan kegagalan dan kejadian operasi terantisipasi yang dilakukan dengan desain konservatif, konstruksi dan operasi yang bermutu tinggi;

- b. tingkat 2, pencegahan terhadap berkembangnya kejadian operasi terantisipasi menjadi kecelakaan melalui pengendalian terhadap kejadian operasi terantisipasi serta deteksi kegagalan yang dilakukan dengan sistem pengendalian, pembatasan, proteksi dan fitur keselamatan yang lain;
 - c. tingkat 3, pengendalian kecelakaan dasar desain untuk membawa kondisi reaktor ke keadaan terkendali dan mempertahankan pengungkungan zat radioaktif melalui fitur keselamatan teknis dan prosedur kecelakaan;
 - d. tingkat 4, pengendalian terhadap kondisi yang parah untuk menjaga agar lepasan zat radioaktif serendah mungkin, termasuk pencegahan perambatan kecelakaan dan mitigasi kecelakaan parah yang dilakukan dengan upaya tambahan dan manajemen kecelakaan; dan
 - e. tingkat 5, mitigasi konsekuensi radiologi untuk lepasan zat radioaktif signifikan, yang dilakukan dengan tindakan penanggulangan kedaruratan nuklir baik di dalam maupun luar tapak.
- (3) Konsep pertahanan berlapis harus diterapkan melalui analisis keselamatan.
- (4) Fungsi keselamatan reaktor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
- a. mengendalikan reaktivitas;
 - b. memindahkan panas dari teras reaktor; dan
 - c. mengungkung zat radioaktif dan menahan radiasi.
- (5) Penerapan fungsi keselamatan sebagaimana dimaksud pada ayat (4) diuraikan pada Lampiran II yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Peraturan Kepala BAPETEN ini.

Pasal 7

- (1) Penerapan pertahanan berlapis sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (2) huruf a sampai dengan c berlaku untuk semua jenis reaktor nondaya.
- (2) Penerapan pertahanan berlapis sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (2) huruf a sampai dengan e berlaku untuk reaktor nondaya dengan daya paling sedikit 2 megawatt.

BAB II

PERSYARATAN DESAIN

Bagian Kesatu

Umum

Pasal 8

PI harus menjamin terpenuhinya persyaratan keselamatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (2) sejak konstruksi sampai dengan dekomisioning reaktor nondaya.

Pasal 9

PI harus melakukan analisis keselamatan reaktor berdasarkan kejadian awal terpostulasi.

Pasal 10

- (1) Analisis keselamatan reaktor sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 harus memuat:
 - a. analisis respons reaktor dalam rentang kejadian awal terpostulasi; dan
 - b. analisis kegagalan peralatan eksperimen yang mempengaruhi keselamatan operasi reaktor.
- (2) Analisis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a harus digunakan dalam:
 - a. penentuan desain struktur, sistem, dan/atau komponen yang penting untuk keselamatan;
 - b. penentuan BKO;
 - c. penyusunan prosedur operasi;
 - d. program pengujian dan program inspeksi berkala;
 - e. pemeliharaan rekaman;
 - f. penyusunan jadwal perawatan;
 - g. penentuan desain peralatan eksperimen;
 - h. usulan modifikasi; dan
 - i. perencanaan penanggulangan kedaruratan nuklir.

Pasal 11

- (1) Analisis keselamatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10 ayat (1) meliputi:
 - a. karakterisasi kejadian awal terpostulasi;

- b. analisis urutan kejadian dan evaluasi konsekuensi kejadian awal terpostulasi;
 - c. perbandingan hasil analisis dengan kriteria penerimaan dan batas desain;
 - d. pembuktian bahwa tindakan otomatis dari sistem keselamatan yang dikombinasikan dengan tindakan tertentu operator mampu mengatasi konsekuensi kejadian awal terpostulasi yang dapat berupa kejadian operasi terantisipasi atau kecelakaan dasar desain.
 - e. penentuan BKO operasi;
 - f. analisis sistem keselamatan dan fitur keselamatan teknis; dan
 - g. analisis pengungkungan.
- (2) Untuk karakterisasi kejadian awal terpostulasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a harus dipertimbangkan penggunaan informasi kualitatif maupun kuantitatif, yang meliputi:
- a. parameter masukan, kondisi awal saat kejadian, kondisi batas, asumsi model analisis, dan program komputer yang digunakan;
 - b. urutan kejadian dan kinerja sistem reaktor;
 - c. kepekaan terhadap moda kegagalan tunggal dan kegagalan dengan penyebab sama;
 - d. kepekaan terhadap faktor manusia;
 - e. kondisi transien;
 - f. identifikasi status kerusakan;
 - g. potensi lepasan produk fisi dan paparan radiasi;
 - h. perhitungan suku sumber; dan
 - i. evaluasi konsekuensi radiologik.

Pasal 12

Hasil analisis keselamatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11 ayat (1) harus dinyatakan secara jelas dan lengkap dalam laporan analisis keselamatan yang selanjutnya disingkat LAK.

Pasal 13

- (1) PI harus menetapkan kode dan standar (*code and standard*) terkini yang diberlakukan terhadap struktur, sistem, dan/atau komponen yang penting untuk keselamatan.
- (2) Dalam hal digunakan kode dan standar yang berbeda untuk struktur, sistem, dan/atau komponen yang berbeda, PI harus memastikan kesetaraan kode dan standar sesuai dengan klasifikasi.

- (3) Kode dan standar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan (2) harus memenuhi standar yang berlaku di Indonesia.

Pasal 14

Dalam hal tidak tersedia kode dan standar di Indonesia untuk struktur, sistem dan komponen, PI harus menerapkan kode dan standar terkini yang berlaku untuk struktur, sistem, dan/atau komponen yang serupa dari negara pemasok (*vendor*).

Pasal 15

Penerapan kode dan standar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 13 dan Pasal 14 harus terlebih dahulu mendapat persetujuan dari Kepala BAPETEN.

Pasal 16

- (1) PI harus menetapkan tim independen dari pendesain dan bertanggung jawab atas integritas desain reaktor nondaya selama umur reaktor.
- (2) Dalam melaksanakan tanggung jawabnya, tim sebagaimana dimaksud pada ayat (1) bertugas melakukan konfirmasi desain dalam mencapai tujuan dan persyaratan keselamatan.
- (3) Dalam melaksanakan tanggung jawabnya, tim sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus mengutamakan keselamatan.
- (4) Penetapan tim tidak menghilangkan tanggung jawab utama PI dalam keselamatan.

Pasal 17

- (1) PI harus memastikan bahwa semua kondisi dan kejadian selama umur operasi reaktor yang dapat diperkirakan telah dipertimbangkan dalam dasar desain.
- (2) PI harus menetapkan dasar desain struktur, sistem, dan/atau komponen yang penting untuk keselamatan sehingga mampu berfungsi pada:
 - a. kondisi instalasi; dan
 - b. kondisi yang ditimbulkan oleh bahaya internal dan eksternal, dengan memenuhi persyaratan proteksi radiasi yang telah ditetapkan.
- (3) Dalam menentukan dasar desain, PI harus mempertimbangkan faktor-faktor:
 - a. kejadian awal terpostulasi;
 - b. karakteristik terkait tapak;
 - c. batas desain;

- d. kondisi operasi;
 - e. kondisi kecelakaan dasar desain; dan
 - f. fitur keselamatan teknis.
- (4) Dasar desain harus didokumentasikan dan tersedia untuk pengoperasian reaktor dengan selamat.
- (5) Dasar desain memuat:
- a. spesifikasi struktur, sistem, dan/atau komponen untuk setiap kondisi instalasi;
 - b. klasifikasi keselamatan;
 - c. keandalan;
 - d. asumsi penting;
 - e. metode analisis; dan
 - f. identifikasi dan kuantifikasi ketidakpastian.

Pasal 18

- (1) PI harus menentukan dan menganalisis kejadian awal terpostulasi dalam dasar desain sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ayat (3) huruf a.
- (2) Kejadian awal terpostulasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang relevan ditentukan berdasarkan daftar kejadian yang terdapat dalam Lampiran I yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Peraturan Kepala BAPETEN ini.
- (3) Dalam hal kejadian awal terpostulasi tidak terdapat dalam Lampiran I, PI harus menunjukkan bahwa kejadian awal terpostulasi telah memperhitungkan semua kecelakaan yang mungkin terjadi yang mempengaruhi keselamatan reaktor khususnya kecelakaan dasar desain.

Pasal 19

Karakteristik terkait tapak sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ayat (3) huruf b harus mempertimbangkan aspek yang terkait dengan penduduk, vulkanologi, meteorologi, hidrologi, geoteknik dan seismik.

Pasal 20

- (1) Batas desain untuk semua parameter yang relevan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ayat (3) huruf c harus ditetapkan untuk kondisi operasi dan kecelakaan dasar desain.
- (2) Hasil pembatasan nilai parameter harus digunakan dalam desain sistem tunggal dan komponen, termasuk peralatan eksperimen.

Pasal 21

- (1) Reaktor harus didesain agar dapat beroperasi dengan selamat pada semua kondisi operasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ayat (3) huruf d dalam rentang nilai parameter yang telah ditetapkan .
- (2) Dalam desain harus diterapkan persyaratan terkait utilisasi reaktor, terutama persyaratan stabilitas daya.
- (3) Reaktor dan sistem terkait harus didesain agar mampu merespons dengan selamat berbagai kejadian termasuk kejadian operasi terantisipasi.
- (4) Persyaratan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) sampai dengan ayat (3) harus dijadikan dasar dalam penentuan BKO.

Pasal 22

- (1) Reaktor harus didesain sehingga dapat secara otomatis menginisiasi sistem keselamatan untuk kondisi kecelakaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ayat (3) huruf e, sehingga mengurangi tindakan manual operator.
- (2) Struktur, sistem, dan/atau komponen yang penting bagi keselamatan harus didesain untuk tahan terhadap efek beban dan kondisi lingkungan yang ekstrem akibat kecelakaan dasar desain.
- (3) Desain reaktor harus mampu membawa reaktor ke keadaan stabil jangka panjang setelah kecelakaan, terutama dengan mempertahankan koefisien reaktivitas negatif.

Pasal 23

- (1) Fitur keselamatan teknis sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ayat (3) huruf f harus ditetapkan berdasarkan analisis keselamatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12.
- (2) Sistem dan subsistem yang penting untuk pengoperasian fitur keselamatan teknis harus tersedia.
- (3) Fitur keselamatan teknis harus didesain berfungsi secara otomatis.
- (4) Dalam hal sistem otomatis tidak berfungsi, PI harus menjamin desain fitur keselamatan teknis berfungsi secara manual.
- (5) PI harus menjamin desain fitur keselamatan teknis dengan mempertimbangkan:
 - a. keandalan komponen, kemandirian sistem, redundansi, karakteristik gagal selamat, keragaman dan pemisahan fisik antar sistem redundan;
 - b. penggunaan bahan yang tahan terhadap kondisi kecelakaan dasar desain yang terpostulasi; dan

- c. tindakan pengujian, inspeksi dan surveilan untuk memastikan fitur keselamatan teknis dapat diandalkan dan efektif saat diperlukan.

Pasal 24

PI harus menerapkan prinsip penghalang ganda dalam desain, sesuai dengan hasil analisis keselamatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23.

Pasal 25

- (1) PI harus menetapkan struktur, sistem, dan/atau komponen termasuk perangkat lunak terkait yang penting bagi keselamatan dengan mengacu pada analisis keselamatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11.
- (2) Struktur, sistem dan/atau komponen yang telah ditetapkan diklasifikasikan menurut fungsi dan tingkat kepentingan terhadap keselamatan.
- (3) Kriteria penetapan klasifikasi struktur, sistem, dan/atau komponen harus dinyatakan dalam analisis keselamatan.

Pasal 26

Struktur, sistem, dan/atau komponen sebagaimana dimaksud dalam Pasal 25 harus diklasifikasikan berdasarkan klas mutu dan seismik.

Pasal 27

Ketentuan mengenai klas seismik dan mutu untuk struktur, sistem, dan/atau komponen reaktor nondaya diatur tersendiri dengan Peraturan Kepala BAPETEN

Pasal 28

PI harus menetapkan kode dan standar yang diberlakukan terhadap struktur, sistem dan komponen sesuai dengan klasifikasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 25 ayat (2).

Pasal 29

- (1) Metode klasifikasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 28 harus didasarkan pada metode deterministik.
- (2) Metode deterministik dapat dilengkapi dengan metode probabilistik dan pendapat teknis dengan mempertimbangkan fungsi keselamatan dan konsekuensi kegagalan terhadap kinerja fungsi keselamatan.
- (3) Antarmuka desain yang memadai antara struktur, sistem, dan/atau komponen dengan klas yang berbeda harus diberikan untuk memastikan agar kegagalan struktur, sistem, dan/atau komponen dengan klas keselamatan yang lebih rendah tidak menyebabkan kegagalan struktur, sistem, dan/atau komponen dengan klas keselamatan yang lebih tinggi.

Pasal 30

Perangkat lunak sebagaimana dimaksud dalam Pasal 25 ayat (1) dan piranti elektrik yang mempunyai fungsi ganda harus diklasifikasikan sesuai dengan klas keselamatan tertinggi pada struktur, sistem, dan/atau komponen yang menggunakan perangkat lunak dan piranti elektrik.

Bagian Kedua

Persyaratan Umum Desain

Pasal 31

Persyaratan umum desain meliputi:

- a. desain keandalan struktur, sistem, dan/atau komponen;
- b. desain kemudahan pengoperasian dan perawatan;
- c. desain untuk kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir;
- d. desain kemudahan dekomisioning;
- e. desain proteksi radiasi;
- f. desain untuk proteksi fisik;
- g. desain untuk faktor manusia (*human factor*); dan
- h. desain untuk meminimalkan penuaan.

Paragraf 1

Desain Keandalan Struktur, Sistem, dan/atau Komponen

Pasal 32

- (1) Struktur, sistem, dan/atau komponen yang penting untuk keselamatan harus didesain dengan keandalan yang mencukupi sehingga mampu untuk melakukan fungsi keselamatan pada semua kondisi instalasi.
- (2) PI harus menetapkan nilai batas maksimum ketidaktersediaan untuk struktur, sistem, dan/atau komponen yang penting untuk keselamatan untuk menjamin keandalan yang diperlukan bagi kinerja fungsi keselamatan.
- (3) Untuk menjamin keandalan, PI harus menerapkan:
 - a. redundansi dan kriteria kegagalan tunggal;
 - b. keragaman;
 - c. kemandirian; dan
 - d. desain gagal-selamat.
- (4) Penerapan prinsip redundansi, keragaman dan kemandirian harus mempertimbangkan kegagalan dengan penyebab sama.

- (5) Penerapan sebagaimana dimaksud pada ayat (4) berlaku untuk sistem bantu yang mendukung sistem yang penting bagi keselamatan.

Pasal 33

- (1) Berdasarkan analisis keselamatan, prinsip redundansi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 32 ayat (3) huruf a harus diterapkan untuk memastikan tidak terjadi kegagalan tunggal yang menyebabkan sistem kehilangan kemampuan melaksanakan fungsi keselamatan reaktor.
- (2) Tingkat redundansi yang digunakan harus menunjukkan kemampuan menanggulangi kegagalan yang tidak terdeteksi yang dapat menurunkan keandalan.

Pasal 34

- (1) Kriteria kegagalan tunggal sebagaimana dimaksud dalam Pasal 32 ayat (3) huruf a harus diterapkan dalam desain untuk setiap fungsi keselamatan.
- (2) Kriteria kegagalan tunggal harus mempertimbangkan:
 - a. kegagalan yang terjadi sebagai konsekuensi kegagalan tunggal;
 - b. tindakan palsu (*spurious action*);
 - c. konfigurasi terburuk yang diperbolehkan, tingkat kapasitas, waktu respons sistem keselamatan untuk melaksanakan fungsi keselamatan dengan memperhitungkan perawatan, pengujian, inspeksi dan perbaikan, serta masa tak-layan (*outages*) peralatan yang diperbolehkan.

Pasal 35

- (1) Penerapan keragaman sebagaimana dimaksud dalam Pasal 32 ayat (3) huruf b pada sistem atau komponen harus dilakukan untuk melaksanakan fungsi keselamatan yang sama dengan menggunakan atribut yang berbeda.
- (2) Atribut sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a. prinsip operasi yang berbeda;
 - b. kondisi instalasi yang berbeda; dan/atau
 - c. manufaktur yang berbeda.

Pasal 36

- (1) Penerapan kemandirian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 32 ayat (3) huruf c harus dilakukan untuk meningkatkan keandalan sistem, terutama yang berkaitan dengan kegagalan dengan penyebab sama.

- (2) Penerapan kemandirian harus dilakukan dengan cara isolasi fungsi dan pemisahan fisik dengan mempertimbangkan jarak, penghalang, dan tata letak khusus struktur, sistem, dan/atau komponen.

Pasal 37

- (1) Penerapan gagal-selamat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 32 ayat (3) huruf d harus dilakukan pada desain sistem dan komponen yang penting bagi keselamatan.
- (2) Sistem reaktor harus didesain mampu bertahan dalam kondisi selamat tanpa tindakan pemicu apabila struktur, sistem, dan/atau komponen mengalami kegagalan.

Paragraf 2

Desain untuk kemudahan pengoperasian dan perawatan

Pasal 38

- (1) Desain reaktor harus memasukkan fitur desain yang diperlukan untuk memudahkan proses komisioning reaktor.
- (2) Fitur desain sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus memasukkan perlengkapan untuk mengoperasikan teras transisi dengan geometri berbeda.

Pasal 39

Reaktor nondaya harus didesain untuk dioperasikan dengan selamat dalam rentang parameter yang ditetapkan sesuai persyaratan dan pembatasan pada semua kondisi operasi dan memenuhi tujuan proteksi radiasi.

Pasal 40

- (1) Persyaratan dan pembatasan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 39 harus menjadi dasar penentuan BKO.
- (2) Desain harus mempermudah penentuan BKO sehingga dapat dilaksanakan untuk operasi reaktor nondaya.

Pasal 41

- (1) PI harus menetapkan BKO sebagaimana dimaksud dalam Pasal 40 berdasarkan proses desain.
- (2) BKO meliputi:
 - a. batas keselamatan;
 - b. pengesetan (*setting*) sistem keselamatan;
 - c. kondisi batas untuk operasi normal;
 - d. persyaratan surveilan; dan
 - e. persyaratan administrasi.

- (3) Reaktor harus didesain sehingga respons reaktor terhadap kejadian operasi terantisipasi akan memungkinkan operasi secara selamat atau *shutdown*, menggunakan pertahanan berlapis tingkat 1 atau setinggi-tingginya tingkat 2.

Pasal 42

- (1) Struktur, sistem, dan/atau komponen yang penting bagi keselamatan harus didesain memudahkan perawatan untuk menjamin struktur, sistem, dan/atau komponen berfungsi dengan keandalan yang dapat diterima.
- (2) Perawatan terdiri atas perawatan pencegahan dan perawatan perbaikan, dan meliputi pengujian dan inspeksi.
- (3) Faktor yang harus dipertimbangkan dalam desain untuk memudahkan perawatan meliputi:
 - a. kemudahan pelaksanaan perawatan;
 - b. tingkat inspeksi dan pengujian yang mewakili kondisi nyata; dan
 - c. kebutuhan untuk tetap mempertahankan kinerja fungsi keselamatan selama pengujian.

Pasal 43

- (1) Reaktor harus didesain memudahkan perawatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 42 ayat (1), dengan menerapkan:
 - a. kemampuan mengakses ke struktur, sistem, dan/atau komponen;
 - b. pemberian perisai pada struktur, sistem, dan/atau komponen;
 - c. penanganan jarak jauh;
 - d. paparan radiasi pada struktur, sistem, dan/atau komponen pasca-iradiasi; dan
 - e. dekontaminasi struktur, sistem, dan/atau komponen.
- (2) Bahan struktur, sistem, dan/atau komponen harus dipilih untuk meminimalkan tingkat aktivasi pada struktur, sistem, dan/atau komponen yang terpapar fluks neutron.
- (3) Reaktor harus didesain untuk memudahkan inspeksi sebagaimana dimaksud dalam pasal 42 ayat (2) yang bertujuan untuk mendeteksi korosi, erosi, fatik (*fatigue*), atau efek penuaan pada struktur, sistem, dan/atau komponen.

Pasal 44

- (1) Reaktor harus didesain dengan memberikan ruang yang cukup lapang di sekitar struktur, sistem, dan/atau komponen agar akses ke struktur, sistem, dan/atau komponen sebagaimana dimaksud dalam Pasal 43 ayat (1) huruf a mudah dilaksanakan.

- (2) Pemberian perisai sebagaimana dimaksud dalam Pasal 43 ayat (1) huruf b dilakukan terhadap komponen yang radioaktif dan komponen yang terletak di ruang yang dalam keadaan normal tidak dapat diakses.
- (3) Penanganan jarak jauh sebagaimana dimaksud dalam Pasal 43 ayat (1) huruf c dimaksudkan untuk menangani bahan bakar teriradiasi dan struktur, sistem, dan/atau komponen yang teriradiasi.

Pasal 45

- (1) Untuk memudahkan pengujian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 42 ayat (2), reaktor harus didesain dengan menerapkan:
 - a. kemudahan pelaksanaan uji fungsi dan inspeksi terhadap struktur, sistem, dan komponen yang penting untuk keselamatan untuk menjamin struktur, sistem, dan/atau komponen telah melaksanakan fungsi keselamatan dengan baik;
 - b. pelaksanaan pengujian dan inspeksi yang mewakili kondisi sebenarnya;
 - c. pemasangan sirkuit yang dapat melakukan uji-diri dalam sistem elektrik dan elektronik.
- (2) Desain untuk kemudahan pelaksanaan uji fungsi dan inspeksi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a harus memasukkan fitur *built-in* untuk memudahkan pengujian secara cepat dan mudah terhadap kinerja fungsi keselamatan.
- (3) Pelaksanaan pengujian dan inspeksi yang mewakili kondisi sebenarnya sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b paling kurang meliputi pemaparan sensor sistem terhadap variabel proses yang sebenarnya, dan pengujian sistem keselamatan dari mulai signal input sampai ke fungsi keselamatannya.
- (4) Sirkuit yang dapat melakukan uji-diri sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c harus dikalibrasi secara berkala.

Pasal 46

- (1) Sirkuit yang dapat melakukan uji-diri sebagaimana dimaksud dalam Pasal 45 ayat (4) dapat berupa:
 - a. sirkuit yang secara terus-menerus memantau parameter sirkuit yang penting dan segera mengaktivasikan indikator, alarm atau fungsi keselamatan apabila parameter sirkuit berada di luar spesifikasi; dan
 - b. sirkuit yang teraktivasi hanya selama pemeriksaan fungsi sistem.
- (2) Apabila sirkuit yang dapat melakukan uji-diri tidak dipasang ke dalam sistem, desain untuk pengujian harus menyediakan sarana untuk

menguji parameter sirkuit dari peralatan yang terkait keselamatan dengan menggunakan peralatan penguji yang tersambung secara eksternal.

Pasal 47

Untuk memudahkan inspeksi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 42 ayat (2), reaktor harus didesain dengan mempertimbangkan :

- a. penetapan tingkat klirens untuk memberikan akses personil dan peralatan, dan untuk memudahkan penggunaan metode dan teknik yang diperlukan; dan
- b. kebutuhan untuk meminimalkan paparan radiasi terhadap personil;
- c. kemudahan kinerja pengoperasian yang terkait dengan perbaikan atau penggantian sistem atau komponen;
- d. ketersediaan instalasi dekontaminasi; dan
- e. aspek-aspek lain yang meliputi seleksi bahan, konfigurasi pengelasan, penyelesaian pada permukaan bahan (*surface finish*), dan akumulasi *crud* atau produk korosi.

Paragraf 3

Desain untuk Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan Nuklir

Pasal 48

- (1) Reaktor harus didesain untuk memudahkan pelaksanaan program kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir sesuai dengan potensi bahaya reaktor.
- (2) Desain sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditetapkan melalui analisis kecelakaan yang melampaui dasar desain.

Pasal 49

- (1) Desain sebagaimana dimaksud dalam Pasal 48 mencakup:
 - a. jalur evakuasi;
 - b. tanda yang jelas dengan penerangan darurat yang andal;
 - c. ventilasi; dan
 - d. gedung bantu.
- (2) Jalur evakuasi didesain dengan menerapkan pembagian daerah radiasi, perlindungan kebakaran dan proteksi fisik.

Pasal 50

- (1) Desain sebagaimana dimaksud dalam Pasal 49 harus dilengkapi dengan sistem alarm dan alat komunikasi yang memadai dan tersedia setiap saat sehingga setiap orang yang berada di tapak dan dalam

gedung reaktor dapat memperoleh informasi dan instruksi kedaruratan.

- (2) Alat komunikasi harus didesain dengan mempertimbangkan keragamannya.

Pasal 51

Program kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir diatur dalam Peraturan Kepala BAPETEN tersendiri.

Paragraf 4

Desain untuk Kemudahan Dekomisioning

Pasal 52

- (1) Reaktor dan peralatan eksperimen harus didesain untuk mampu memudahkan dekomisioning.
- (2) Desain sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus memperhitungkan:
 - a. pemilihan bahan untuk mengurangi aktivasi dan untuk memberikan kemudahan dekontaminasi;
 - b. optimisasi tata letak instalasi dan jalur akses untuk memudahkan komponen yang besar, dan pelepasan dan penanganan komponen yang teraktivasi; dan
 - c. penanganan limbah radioaktif.

Pasal 53

- (1) Untuk mempermudah dekomisioning sebagaimana dimaksud dalam Pasal 52 ayat (1), PI harus mempertimbangkan faktor yang meliputi seleksi yang cermat terhadap bahan dan optimisasi desain, tata letak dan jalur akses instalasi.
- (2) Seleksi yang cermat terhadap bahan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan untuk:
 - a. mengurangi aktivasi;
 - b. meminimalkan penyebaran produk korosif aktif;
 - c. menjamin permukaan mudah untuk didekontaminasi; dan
 - d. meminimalkan penggunaan substansi berbahaya, yang meliputi minyak, bahan kimia berbahaya dan mudah terbakar, serta insulator karet.
- (3) Optimisasi desain, tata letak dan jalur akses instalasi dilakukan untuk memudahkan:
 - a. pemindahan komponen besar;
 - b. pelepasan dan pemindahan jarak jauh (*remote removal*) komponen teraktivasi;

- c. dekontaminasi instalasi dan peralatan penanganan limbah untuk masa mendatang;
- d. dekontaminasi atau pemindahan komponen yang ditanam, yang meliputi pipa dan saluran pembuangan; dan
- e. pengendalian zat radioaktif di dalam instalasi.

Pasal 54

- (1) Dokumen lengkap mengenai persyaratan desain, informasi terkait dengan tapak, desain akhir dan konstruksi harus disimpan dan dimutakhirkan selama umur reaktor untuk mendukung kemudahan dekomisioning.
- (2) Dokumen sebagaimana dimaksud pada ayat (1) paling sedikit meliputi:
 - a. data radiasi latar yang diperoleh sebelum melaksanakan konstruksi; dan
 - b. gambar desain mengenai tata letak reaktor, penetrasi kabel dan pipa;

Pasal 55

Dekomisioning reaktor nondaya diatur dalam Peraturan Kepala BAPETEN tersendiri.

Paragraf 5

Desain untuk Proteksi Radiasi

Pasal 56

- (1) Reaktor harus didesain sesuai dengan tujuan proteksi radiasi.
- (2) Desain sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a. desain perisai;
 - b. desain ventilasi;
 - c. desain sistem peluruhan zat radioaktif dan filtrasi; dan
 - d. desain instrumentasi pemantauan radiasi, dan zat radioaktif di udara pada daerah pengawasan dan pengendalian.

Pasal 57

Pembatas dosis yang digunakan dalam desain harus ditetapkan untuk memastikan nilai batas dosis tidak terlampaui.

Pasal 58

- (1) Bahan struktur yang digunakan berdekatan dengan teras harus dipilih dengan cermat untuk mengurangi dosis radiasi personil selama operasi, perawatan dan dekomisioning, maupun untuk memenuhi fungsi yang lain.

- (2) Pengaruh radionuklida yang dihasilkan oleh aktivasi neutron dalam sistem proses reaktor harus dipertimbangkan dalam desain proteksi radiasi bagi pekerja radiasi dan masyarakat.
- (3) Radionuklida yang dipertimbangkan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) paling sedikit meliputi nitrogen-16 (N-16), tritium (H-3), argon-41 (Ar-41), natrium- 24 (Na-24) dan kobalt-60 (Co-60).

Pasal 59

- (1) Reaktor harus didesain untuk memperhitungkan pemisahan bahan menurut sifat radiologik, fisika dan kimia untuk memudahkan penanganan dan melindungi pekerja dan masyarakat dengan cara kendali akses.
- (2) Kendali akses dilakukan dengan menetapkan daerah di dalam instalasi yang diklasifikasikan menurut potensi bahaya setiap bahan.

Pasal 60

- (1) Reaktor dan peralatan eksperimen harus didesain menggunakan perisai yang memadai melalui analisis bahaya dan pengaturan perisai.
- (2) Desain harus menerapkan pemasangan perisai untuk keperluan utilisasi reaktor dan sumber radiasi yang lain di masa mendatang.

Pasal 61

Reaktor harus didesain mampu menyediakan sistem ventilasi dengan filter yang memadai untuk digunakan pada kondisi operasi dan kecelakaan dasar desain.

Pasal 62

- (1) Desain dan tata letak reaktor, instalasi iradiasi dan peralatan eksperimen harus menerapkan prinsip optimisasi untuk membatasi paparan dan kontaminasi dari semua sumber.
- (2) Optimisasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a. desain struktur, sistem, dan/atau komponen untuk membatasi paparan selama perawatan;
 - b. penyediaan perisai terhadap radiasi langsung maupun hamburan; dan
 - c. penyediaan sarana pemantauan dan kendali akses ke reaktor, instalasi iradiasi dan peralatan eksperimen.

Pasal 63

Reaktor harus didesain mampu menyediakan:

- a. sarana penanganan limbah radioaktif yang ditimbulkan reaktor;
- b. instalasi dekontaminasi personil dan peralatan; dan

- c. sarana penanganan limbah radioaktif yang ditimbulkan dari kegiatan dekontaminasi.

Pasal 64

- (1) Perlengkapan proteksi radiasi harus didesain untuk menjamin pemantauan radiasi atau kontaminasi radioaktif di daerah kerja, pemantauan dosis perorangan, dan pemantauan radioaktivitas lingkungan yang memadai dalam kondisi instalasi.
- (2) Perlengkapan proteksi radiasi meliputi:
 - a. alat ukur laju dosis stasioner untuk pengamatan laju dosis radiasi daerah kerja dan tempat lain yang dimungkinkan terjadi perubahan tingkat paparan radiasi;
 - b. alat ukur laju dosis stasioner yang dipasang di tempat yang sesuai untuk mendeteksi lepasan zat radioaktif pada kondisi kejadian operasi terantisipasi dan kondisi kecelakaan.
 - c. peralatan pemantau kontaminasi udara di daerah kerja.
 - d. peralatan stasioner dan instalasi laboratorium untuk menentukan konsentrasi radionuklida tertentu dalam sampel gas dan cair yang diambil dari instalasi atau lingkungan pada semua kondisi instalasi;
 - e. peralatan stasioner untuk pemantauan efluen sebelum atau selama pelepasan ke lingkungan;
 - f. peralatan pemantau kontaminasi permukaan;
 - g. peralatan pemantau kontaminasi dan dosis perorangan; dan
 - h. peralatan pemantau radiasi pada tempat yang menjadi akses manusia dan barang.
- (3) Peralatan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a, huruf b, huruf c, dan e harus didesain memberikan indikasi kondisi instalasi di ruang kendali utama dan tempat lain secara tepat.

Paragraf 6

Desain untuk Proteksi Fisik

Pasal 65

- (1) Reaktor harus didesain untuk menghalangi pihak yang tidak berwenang masuk ke tapak atau ke gedung di dalam tapak, untuk mencegah terjadinya pencurian, pemindahan bahan nuklir secara tidak sah dan/atau sabotase.
- (2) Ketentuan mengenai proteksi fisik diatur dalam Peraturan Kepala BAPETEN tersendiri.

Paragraf 7

Desain Faktor Manusia

Pasal 66

Reaktor harus didesain dengan mempertimbangkan faktor manusia dan antarmuka untuk interaksi manusia dan mesin.

Pasal 67

- (1) Ruang kendali reaktor dan sistem terkait harus didesain dengan mempertimbangkan faktor manusia dan menerapkan prinsip ergonomi.
- (2) Faktor manusia dan prinsip ergonomi meliputi:
 - a. tampilan yang jelas dan sinyal yang dapat didengar untuk parameter yang penting bagi keselamatan;
 - b. tindakan keselamatan yang berfungsi secara otomatis sehingga tidak memerlukan tindakan operator;
 - c. desain untuk mengurangi tindakan operator sehingga mengurangi beban operator dan kesalahan manusia; dan
 - d. kebutuhan terhadap interlok dan kendali akses sesuai hirarki.

Pasal 68

Reaktor harus didesain untuk memberikan informasi secara audio visual dan instrumentasi, dan alarm untuk mendukung keberhasilan tindakan operator dalam berbagai kondisi antara lain keterbatasan waktu yang tersedia, kondisi fisik, dan kemungkinan tekanan psikologis operator.

Paragraf 8

Desain untuk Mengantisipasi Penuaan

Pasal 69

- (1) Reaktor harus didesain dengan margin keselamatan yang tepat untuk mengantisipasi sifat bahan pada akhir masa penggunaannya.
- (2) Untuk mengantisipasi perubahan sifat bahan selama operasi, PI harus membuat program inspeksi dan pengujian bahan.
- (3) Program inspeksi dan pengujian bahan harus dilaksanakan untuk memantau bahan dengan sifat mekanik yang dapat berubah karena faktor korosi dan radiasi.

Pasal 70

Desain harus menyediakan sarana pemantauan, pengujian, pencuplikan, dan inspeksi untuk pengkajian, deteksi, pencegahan dan mitigasi efek penuaan.

Pasal 71

Ketentuan mengenai manajemen penuaan diatur dalam Peraturan Kepala BAPETEN tersendiri.

Bagian Ketiga

Persyaratan Khusus Desain

Pasal 72

Persyaratan khusus desain meliputi:

- a. desain teras reaktor;
- b. desain *shutdown* (*shutdown*);
- c. desain sistem proteksi reaktor;
- d. desain sistem pendingin reaktor dan sistem terkait;
- e. desain sistem pendingin teras darurat;
- f. desain sistem pengungkuh;
- g. desain untuk utilisasi, modifikasi, dan peralatan eksperimen;
- h. desain instrumentasi dan kendali;
- i. desain sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir;
- j. desain system catu daya listrik;
- k. desain sistem penanganan limbah radioaktif;
- l. desain gedung dan struktur; dan
- m. desain sistem bantu.

Paragraf 1

Desain Teras Reaktor

Pasal 73

- (1) Teras reaktor harus didesain untuk mempertahankan parameter yang relevan dalam batas yang dapat diterima pada semua kondisi operasi.
- (2) Desain teras reaktor harus menyediakan peralatan pemantau integritas bahan bakar.

Pasal 74

- (1) Bahan bakar nuklir, reflektor, dan komponen teras lain harus didesain melalui analisis dengan aspek neutronik, termohidrolik, mekanik, bahan, kimia, dan iradiasi.
- (2) Analisis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus dilakukan untuk menunjukkan batas dan kondisi iradiasi dapat diterima dan tidak menimbulkan deformasi yang tidak dapat diterima pada bahan bakar nuklir.
- (3) Deformasi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) meliputi *swelling*, deformasi aksial, deformasi radial.

- (4) Batas atas deformasi yang terantisipasi harus dievaluasi berdasarkan hasil eksperimen dan pengalaman iradiasi.
- (5) Desain bahan bakar nuklir harus menerapkan manajemen jangka panjang dari bahan bakar nuklir teriradiasi.

Pasal 75

- (1) Teras reaktor harus didesain agar kerusakan bahan bakar nuklir dalam kecelakaan dasar desain tetap berada dalam batas yang dapat diterima.
- (2) Teras reaktor harus didesain dengan margin yang memadai, termasuk margin ketidakpastian dan toleransi teknis agar batas desain yang ditetapkan tidak terlampaui pada semua kondisi operasi.

Pasal 76

- (1) Teras reaktor harus didesain agar reaktor dapat dipadamkan, didinginkan, dan dipertahankan pada kondisi subkritis dengan margin yang memadai pada semua kondisi instalasi.
- (2) Kondisi reaktor harus dinilai untuk menetapkan kecelakaan yang melampaui dasar desain.
- (3) Teras reaktor harus didesain dengan menggunakan sifat keselamatan melekat (*inherent safety characteristics*).

Pasal 77

- (1) Teras reaktor harus didesain untuk mempunyai reaktivitas negatif yang memadai dalam sistem kendali reaktivitas sehingga reaktor dapat dibuat subkritis dan dipertahankan tetap subkritis untuk semua kondisi operasi, dengan memperhitungkan pelaksanaan eksperimen yang memberikan kontribusi reaktivitas positif paling tinggi.
- (2) Teras reaktor harus didesain mempunyai peralatan kendali reaktivitas dengan memperhitungkan keusangan (*wear-out*) dan efek iradiasi.
- (3) Laju maksimum penambahan reaktivitas positif dari sistem kendali reaktivitas atau dari eksperimen harus ditetapkan dan dibatasi pada nilai yang diberikan dalam LAK.
- (4) Sistem kendali reaktivitas harus didesain untuk mampu memadamkan reaktor pada semua kondisi instalasi, termasuk pada saat kegagalan sistem kendali reaktivitas.

Paragraf 2

Desain *shutdown*

Pasal 78

- (1) Reaktor harus didesain mempunyai sistem *shutdown* reaktor otomatis dan manual.
- (2) Jumlah sistem *shutdown* reaktor otomatis dan manual harus didesain berdasarkan pada sifat reaktor.
- (3) Sistem *shutdown* reaktor harus didesain agar mempunyai nilai efektivitas, respons dan margin *shutdown* reaktor yang sesuai dengan kondisi dan batas yang ditetapkan.
- (4) Sistem *shutdown* reaktor harus didesain agar tetap mampu mempertahankan fungsi keselamatan walaupun terjadi kegagalan tunggal.
- (5) Sistem *shutdown* reaktor harus didesain untuk menyediakan instrumentasi dan pengujian untuk memastikan kinerja *shutdown* reaktor sesuai dengan kondisi yang ditetapkan.

Paragraf 3

Desain Sistem Proteksi Reaktor

Pasal 79

- (1) Sistem proteksi reaktor harus didesain mampu menginisiasi tindakan protektif secara otomatis untuk menghentikan kejadian awal terpostulasi secara selamat.
- (2) Dalam hal terjadi kegagalan tunggal, sistem proteksi reaktor harus didesain tetap mampu menginisiasi tindakan protektif.
- (3) Dalam hal tindakan otomatis sistem proteksi reaktor telah terinisiasi, sistem proteksi reaktor harus didesain untuk memproses tindakan protektif hingga selesai dan tidak dapat dihalangi oleh tindakan operator.
- (4) Sistem proteksi reaktor harus didesain untuk tidak membutuhkan tindakan manual beberapa saat setelah kecelakaan terjadi.

Pasal 80

- (1) Selain didesain secara otomatis, sistem proteksi reaktor sebagaimana dimaksud dalam Pasal 79 harus didesain mampu beroperasi secara manual dengan mempertimbangkan:
 - a. ketersediaan waktu;
 - b. ketersediaan informasi yang sudah diproses dan ditampilkan;

- c. kemudahan diagnosis dan kejelasan tindakan; dan
 - d. kemudahan pengoperasian bagi operator.
- (2) Desain harus mempertimbangkan kemampuan menginisiasi *scram* reaktor dari tempat lain yang ditetapkan.
- (3) Sistem proteksi reaktor harus didesain untuk tidak melakukan pengesetan ulang secara otomatis setelah *scram* reaktor.

Pasal 81

Sistem proteksi reaktor sebagaimana dimaksud dalam Pasal 80 harus didesain untuk melindungi *interlock* dan pancung yang penting bagi keselamatan agar tidak dapat dipotong pintas (*bypass*).

Pasal 82

- (1) Sistem proteksi reaktor sebagaimana dimaksud dalam Pasal 81 harus didesain untuk mempertahankan reaktor tetap dalam kondisi selamat sekalipun sistem proteksi reaktor mengalami kegagalan dengan penyebab sama.
- (2) Sistem proteksi reaktor harus didesain dengan margin yang memadai antara titik pengesetan dan batas keselamatan sehingga sistem proteksi reaktor mampu menghentikan kejadian awal terpostulasi sebelum batas keselamatan tercapai.
- (3) Penetapan margin sebagaimana dimaksud pada ayat (3) harus memperhatikan faktor-faktor:
- a. akurasi instrumentasi;
 - b. ketidakpastian dalam kalibrasi;
 - c. osilasi instrumen; dan
 - d. waktu respons instrumen dan sistem.

Pasal 83

Dalam hal sistem proteksi reaktor sebagaimana dimaksud dalam Pasal 82 menggunakan sistem berbasis komputer, PI harus:

- a. menggunakan perangkat keras dengan kualitas tinggi dan praktik terbaik;
- b. menggunakan perangkat lunak yang sudah diverifikasi, divalidasi dan diuji;
- c. melakukan dokumentasi dan penilaian terhadap keseluruhan proses pembuatan, termasuk pengendalian, pengujian, dan komisioning untuk perubahan desain; dan
- d. menunjuk ahli yang independen dari pendesain dan pemasok untuk mengkonfirmasi keandalan sistem berbasis komputer.

Paragraf 4

Desain Sistem Pendingin Reaktor dan Sistem Terkait

Pasal 84

- (1) Sistem pendingin reaktor harus didesain untuk menyediakan pendinginan yang memadai pada teras reaktor dengan margin yang dapat diterima, termasuk untuk pemindahan panas sisa.
- (2) Sistem pendingin reaktor harus didesain untuk memudahkan pengujian dan inspeksi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 42 ayat (2) sehingga degradasi bahan dapat dideteksi secara dini.

Pasal 85

- (1) Sistem pendingin reaktor harus didesain agar teras tetap terendam.
- (2) Untuk reaktor yang didesain menggunakan katup pasif (*flapper*) sebagai bagian dari sistem keselamatan harus diterapkan prinsip redundansi.

Pasal 86

- (1) Sistem pendingin reaktor harus didesain untuk menyediakan pemindahan panas yang andal dari bahan bakar ke buangan panas akhir.
- (2) Dalam hal dua sistem fluida yang beroperasi pada tekanan yang berbeda saling berhubungan akibat kegagalan tunggal:
 - a. kedua sistem harus didesain mampu menahan tekanan yang lebih tinggi; atau
 - b. ketentuan harus dibuat untuk mencegah tekanan desain dari sistem dengan tekanan yang lebih rendah terlampaui.
- (3) Sistem pendingin reaktor harus didesain untuk menyediakan pemantauan dan pengendalian sifat pendingin dan/atau moderator, dan memindahkan zat radioaktif termasuk produk fisi dari pendingin.

Paragraf 5

Desain Sistem Pendingin Teras Darurat

Pasal 87

Dalam hal analisis keselamatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 24 menunjukkan reaktor memerlukan sistem pendingin teras darurat, sistem pendingin teras darurat harus didesain mampu:

- a. mencegah kerusakan bahan bakar dalam hal terjadi kecelakaan kehilangan pendingin.
- b. menjaga temperatur teras di bawah batas keselamatan yang ditentukan selama periode waktu yang memadai.

Pasal 88

Sistem pendingin teras darurat harus didesain untuk memudahkan inspeksi komponen dan pengujian secara berkala.

Paragraf 6

Desain Sistem Pengungkung dan Gedung

Pasal 89

- (1) Sistem pengungkung dan gedung harus didesain:
 - a. mampu mencegah atau memitigasi lepasan zat radioaktif pada kondisi operasi dan kecelakaan dasar desain; dan
 - b. mempunyai tekanan yang dapat diatur pada level tertentu untuk mencegah lepasan zat radioaktif tak terkendali ke lingkungan.
- (2) Sistem pengungkung dapat berupa penghalang fisik yang mengelilingi bagian utama reaktor yang berisi zat radioaktif.

Pasal 90

- (1) Sistem pengungkung harus didesain dengan margin yang memadai untuk menerima beban tekanan dan temperatur tertinggi yang dihasilkan dari kecelakaan dasar desain.
- (2) Setiap jalur penetrasi yang menembus pengungkung harus didesain mampu terisolasi secara andal.

Pasal 91

- (1) Sistem pengungkung harus didesain untuk memastikan lepasan zat radioaktif akibat kecelakaan dasar desain tidak melebihi batas yang dapat diterima.
- (2) Laju lepasan zat radioaktif harus dihitung dengan mempertimbangkan suku sumber, filtrasi, titik lepasan, kondisi lingkungan, dan tekanan dan temperatur dalam kondisi kecelakaan dasar desain.

Pasal 92

Reaktor harus didesain untuk memudahkan pelaksanaan uji kinerja berkala untuk pemeriksaan laju kebocoran udara, efisiensi filter dan kinerja operasi sistem ventilasi.

Pasal 93

- (1) Pelapis dan pelindung untuk struktur dan komponen di dalam sistem pengungkung harus dipilih dengan tepat.
- (2) Metode pembuatan pelapis dan pelindung sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus ditetapkan untuk menjamin terpenuhinya fungsi keselamatan struktur dan komponen di dalam sistem pengungkung, dan untuk meminimalkan gangguan terhadap fungsi keselamatan

struktur, sistem, dan/atau komponen yang lain apabila terjadi kerusakan pelapis dan pelindung.

Pasal 94

Untuk reaktor dengan potensi lepasan zat radioaktif ke lingkungan dengan efek deterministik parah, reaktor harus didesain dengan menggunakan struktur penyungkup untuk memastikan lepasan zat radioaktif dipertahankan berada di bawah batas yang dapat diterima apabila terjadi kecelakaan dasar desain termasuk kejadian internal dan eksternal.

Paragraf 7

Desain Utilisasi, Modifikasi dan Peralatan Eksperimen

Pasal 95

- (1) Dalam hal penentuan desain yang terkait utilisasi dan modifikasi reaktor, PI harus menjamin konfigurasi reaktor diketahui setiap saat.
- (2) Peralatan eksperimen harus didesain dengan mempertimbangkan:
 - a. bahaya secara langsung bila peralatan eksperimen tersebut gagal;
 - b. bahaya secara tidak langsung yang mempengaruhi keselamatan operasi reaktor; atau
 - c. peningkatan bahaya karena adanya kejadian awal yang melibatkan kegagalan peralatan eksperimen dan mempengaruhi urutan kejadian.

Pasal 96

- (1) Peralatan eksperimen harus didesain agar tidak mempengaruhi keselamatan reaktor pada setiap tahap operasi.
- (2) Peralatan eksperimen harus didesain sehingga pengoperasian dan kegagalannya tidak menimbulkan:
 - a. perubahan reaktivitas reaktor yang tidak dapat diterima;
 - b. pengurangan kapasitas pendingin; atau
 - c. paparan radiasi yang tidak dapat diterima.
- (3) Dasar desain harus ditetapkan terhadap setiap peralatan eksperimen yang berkaitan secara langsung maupun tidak langsung dengan reaktor.
- (4) Inventori radioaktif, pembangkitan dan lepasan panas harus dipertimbangkan dalam desain peralatan eksperimen.

Pasal 97

Peralatan eksperimen harus didesain dengan menerapkan standar yang setara dengan standar yang diterapkan pada reaktor dan harus kompatibel dengan:

- a. bahan yang digunakan;
- b. integritas struktur; dan
- c. ketentuan proteksi radiasi.

Pasal 98

- (1) Dalam hal peralatan eksperimen menembus batas reaktor (*reactor boundary*), batas reaktor harus didesain untuk mempertahankan tujuan pengungkung dan perisai reaktor.
- (2) Sistem proteksi peralatan eksperimen harus didesain untuk melindungi peralatan dan reaktor.

Pasal 99

- (1) Dalam hal peralatan eksperimen dihubungkan dengan sistem proteksi reaktor, peralatan eksperimen harus didesain untuk mempertahankan kualitas sistem proteksi reaktor.
- (2) Analisis harus dilakukan secara berkala terhadap potensi interaksi peralatan eksperimen yang membahayakan sistem proteksi reaktor sebagaimana dimaksud dalam Pasal 83.

Pasal 100

Untuk mempertahankan keselamatan reaktor dan peralatan eksperimen, reaktor harus didesain:

- a. menyediakan pemantauan yang memadai terhadap parameter eksperimen dalam ruang kendali reaktor; dan
- b. memasukkan fitur keselamatan khusus untuk sistem reaktor, peralatan eksperimen, dan instalasi terkait lainnya.

Pasal 101

Ketentuan utilisasi dan peralatan eksperimen harus dimasukkan dalam BKO.

Pasal 102

Setiap usulan modifikasi terhadap eksperimen harus didesain sesuai dengan persyaratan yang setara dengan persyaratan yang diterapkan untuk reaktor.

Paragraf 8

Desain Sistem Instrumentasi dan Kendali

Pasal 103

- (1) Sistem instrumentasi dan kendali harus didesain berdasarkan analisis keandalan.
- (2) Tingkat keandalan sistem instrumentasi dan kendali yang tersedia harus sesuai dengan klasifikasi struktur, sistem, dan/atau komponen.

- (3) Analisis keandalan untuk sistem instrumentasi dan kendali yang sedang digunakan dan disimpan harus mempertimbangkan kondisi serta faktor lingkungan.
- (4) Asumsi tingkat keandalan dalam analisis keselamatan sistem berbasis komputer harus konservatif untuk mengantisipasi kesulitan analisis akibat kerumitan teknologi.

Pasal 104

- (1) Reaktor harus didesain dengan instrumentasi yang memadai untuk:
 - a. memantau operasi dan sistem proses reaktor selama operasi normal; dan
 - b. merekam semua variabel yang penting untuk keselamatan.
- (2) Reaktor harus didesain dengan sistem kendali manual dan otomatis yang memadai untuk mempertahankan parameter dalam kondisi batas untuk operasi normal sebagaimana dimaksud dalam Pasal 41 ayat (2) huruf c.
- (3) Reaktor harus didesain dengan indikator dan instrumentasi perekam untuk memantau parameter reaktor selama dan setelah kejadian operasi terantisipasi dan kecelakaan dasar desain serta mempunyai fungsi yang memadai untuk kedaruratan.

Pasal 105

- (1) Instrumentasi dan tampilan harus didesain dengan menerapkan prinsip ergonomi dan dipusatkan di ruang kendali dengan perlengkapan memadai.
- (2) Tindakan yang memadai harus dilakukan untuk melindungi setiap individu dalam ruang kendali selama kejadian operasi terantisipasi dan kondisi kecelakaan

Pasal 106

- (1) Sistem instrumentasi dan kendali berbasis komputer yang penting bagi keselamatan harus didesain dengan menggunakan standar dan praktik yang memadai untuk pengembangan dan pengujian perangkat lunak dan keras.
- (2) Standar dan praktik yang memadai sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus ditetapkan dan diadopsi selama umur sistem.
- (3) Perangkat lunak sistem instrumentasi dan kendali berbasis komputer harus diverifikasi, divalidasi dan diuji.

Pasal 107

Sistem instrumentasi dan kendali sebagaimana dimaksud dalam Pasal 103 harus didesain dengan menyediakan instrumentasi sumber neutron *start-up*.

Pasal 108

Sistem instrumentasi dan kendali sebagaimana dimaksud dalam Pasal 107 harus didesain menyediakan sistem alarm audio-visual untuk indikasi awal perubahan kondisi operasi reaktor yang dapat mempengaruhi keselamatan.

Pasal 109

- (1) Dalam hal ruang kendali utama berpotensi mendapatkan bahaya radiasi di atas nilai batas yang dapat diterima dalam kecelakaan dasar desain, reaktor harus didesain menyediakan ruang kendali tambahan yang secara fisik dan fungsi terpisah dari ruang kendali utama.
- (2) Ruang kendali tambahan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus menyediakan informasi mengenai parameter penting dan kondisi radiologi di instalasi dan sekitarnya.

Pasal 110

Sistem instrumentasi dan kendali yang penting untuk keselamatan harus didesain memudahkan perawatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 42 ayat (1).

Paragraf 9

Desain Sistem Penanganan dan Penyimpanan Bahan Bakar Nuklir

Pasal 111

- (1) Reaktor harus didesain menyediakan sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir, baik segar maupun teriradiasi, secara memadai.
- (2) Bahan bakar nuklir teriradiasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) termasuk bahan bakar nuklir bekas.
- (3) Sistem penanganan bahan bakar nuklir harus didesain mampu memasukkan bahan bakar ke dan mengeluarkannya dari teras secara selamat.
- (4) Sistem penyimpanan bahan bakar nuklir harus didesain mampu menyimpan bahan bakar nuklir dengan jumlah yang memadai selama umur reaktor.
- (5) Sistem penanganan dan penyimpanan untuk bahan bakar nuklir teriradiasi harus didesain mampu memindahkan panas secara memadai dalam kondisi operasi dan kecelakaan dasar desain.
- (6) Sistem penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi harus didesain sesuai dengan program manajemen teras dan pemindahan bahan bakar nuklir dari reaktor, dan harus mampu memindahkan panas secara memadai dalam kondisi operasi dan kecelakaan dasar desain.

Pasal 112

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar dan teriradiasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 111 harus didesain untuk:

- a. mencegah kekritisian melalui penerapan geometri dan bahan penyerap (*absorber*);
- b. memudahkan inspeksi dan pengujian secara berkala;
- c. meminimalkan kemungkinan cacat dan kerusakan bahan bakar;
- d. mencegah jatuhnya benda berat menimpa bahan bakar;
- e. menyimpan bahan bakar nuklir yang rusak atau dicurigai rusak;
- f. memberikan proteksi radiasi;
- g. menyediakan cara untuk mengendalikan sifat dan aktivitas kimia tempat penyimpanan;
- h. memberikan proteksi fisik terhadap pencurian atau sabotase;
- i. mencegah terjadinya tegangan mekanik yang berlebihan terhadap bahan bakar nuklir; dan
- j. memudahkan identifikasi setiap bahan bakar nuklir.

Paragraf 10

Desain Sistem Catu Daya Listrik

Pasal 113

- (1) Reaktor harus didesain menyediakan sistem catu daya listrik normal dan darurat.
- (2) Sistem catu daya listrik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus didesain mampu mendukung fungsi struktur, sistem dan/atau komponen pada kecelakaan dasar desain.
- (3) Struktur, sistem dan/atau komponen paling sedikit meliputi sistem proteksi reaktor, pendingin, proteksi radiasi, komunikasi, proteksi fisik, instrumentasi, dan lampu dan ventilasi kedaruratan.
- (4) Sistem catu daya listrik harus didesain menyediakan catu daya tak terputus.
- (5) Rentang waktu maksimum terputusnya daya listrik AC harus ditetapkan dalam desain sistem catu daya listrik.

Pasal 114

- (1) Sistem catu daya listrik darurat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 113 harus didesain dengan mempertimbangkan persyaratan beban awal struktur, sistem dan komponen yang dicatu oleh sistem catu daya listrik darurat.

- (2) Desain sistem catu daya listrik darurat harus memudahkan pelaksanaan uji fungsi dari sistem catu daya listrik darurat.

Pasal 115

Sistem catu daya listrik harus didesain untuk mencegah gangguan listrik, sinyal dan kebakaran melalui pemilihan jenis dan jalur kabel untuk listrik dan sinyal.

Paragraf 11

Desain Sistem Penanganan Limbah Radioaktif

Pasal 116

- (1) Reaktor harus didesain mampu meminimalkan limbah radioaktif.
- (2) Sistem penanganan limbah radioaktif harus didesain menyediakan sarana:
 - a. pengendalian dan pemantauan efluen radioaktif untuk mempertahankan lepasan zat radioaktif sesuai prinsip serendah mungkin yang dapat dicapai yang selanjutnya disebut prinsip ALARA (*as low as reasonably achievable*) dan di bawah nilai batas yang dapat diterima;
 - b. pengumpulan, pemrosesan, penyimpanan sementara, dan pemindahan limbah radioaktif dari tapak;
 - c. pemantauan radioaktivitas lingkungan; dan
 - d. pendeteksi kebocoran dan pemilahan limbah radioaktif cair.

Pasal 117

Desain sistem penanganan limbah radioaktif sebagaimana dimaksud dalam Pasal 116 harus menerapkan metode yang memadai untuk meminimalkan dosis personil dan lepasan zat radioaktif ke lingkungan.

Paragraf 12

Desain Gedung dan Struktur

Pasal 118

- (1) Gedung dan struktur yang penting untuk keselamatan harus didesain mampu mengatasi semua kondisi operasi dan kecelakaan dasar desain.
- (2) Gedung dan struktur yang penting untuk keselamatan harus didesain mampu mempertahankan tingkat paparan radiasi sesuai prinsip ALARA dan lepasan zat radioaktif di bawah batas yang diterima.

Pasal 119

Tingkat kekedapan terhadap zat radioaktif di gedung reaktor dan gedung penunjangnya, dan persyaratan sistem ventilasi harus ditentukan sesuai dengan analisis keselamatan.

Paragraf 13

Sistem Bantu

Pasal 120

- (1) Reaktor harus didesain menyediakan sistem bantu yang paling sedikit meliputi sistem komunikasi, sistem pencahayaan, sistem layanan air.
- (2) Sistem bantu harus didesain sehingga kegagalannya tidak membahayakan keselamatan reaktor.
- (3) Sistem bantu harus didesain mampu mencegah lepasan zat radioaktif ke lingkungan dalam hal terjadi kegagalan sistem bantu yang mengandung zat radioaktif.

BAB III

PENUTUP

Pasal 121

Peraturan Kepala BAPETEN ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

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

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 14 Januari 2011
KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
REPUBLIK INDONESIA,

AS NATIO LASMAN

Diundangkan di Jakarta
pada tanggal 24 Agustus 2011
MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA,

PATRIALIS AKBAR

LAMPIRAN I
 PERATURAN KEPALA BADAN
 PENGAWAS TENAGA NUKLIR NOMOR
 1 TAHUN 2011 TENTANG KETENTUAN
 KESELAMATAN DESAIN REAKTOR
 NONDAYA

CONTOH KEJADIAN AWAL TERPOSTULASI

Kejadian Awal Terpostulasi		
No.	Kelompok Kejadian	Kejadian Awal
1.	Kehilangan catu daya listrik	1. Kehilangan daya listrik normal.
2.	Pemasukan/insersi/penyisipan reaktivitas lebih	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kekritisasi selama penanganan bahan bakar (kesalahan pemasukan bahan bakar); 2. Kecelakaan pada saat <i>start up</i> reaktor; 3. Kegagalan batang kendali atau pengarah batang kendali; 4. kegagalan sistem atau pemegang batang kendali; 5. Kegagalan peralatan kendali reaktivitas lainnya (moderator, reflektor, dll); 6. Posisi Batang Kendali tidak seimbang; 7. Kegagalan/runtuhnya struktur penyangga teras; 8. Pemasukan air dingin; 9. Perubahan moderator (akibat kekosongan/bocornya D₂O, dll);

		<p>10. Kegagalan eksperimen dan fasilitas eksperimen;</p> <p>11. kesalahan perawatan peralatan reaktivitas.</p>
3.	Kehilangan aliran pendingin	<p>1. Kegagalan pompa primer;</p> <p>2. Berkurangnya aliran pendingin primer (akibat kegagalan katup, tersumbatnya pipa atau penukar panas);</p> <p>3. Pengaruh kegagalan eksperimen atau kesalahan penanganan;</p> <p>4. Kegagalan sistem pendingin darurat;</p> <p>5. Pecahnya sistem pendingin primer yang menyebabkan hilangnya aliran;</p> <p>6. Penyumbatan kanal bahan bakar;</p> <p>7. Distribusi daya yang tidak wajar, akibat tidak seimbangnya posisi batang kendali, eksperimen didalam teras, atau pemuatan bahan bakar;</p> <p>8. Berkurangnya pendingin akibat pemintasan teras;</p> <p>9. Kesalahan fungsi kendali daya reaktor;</p> <p>10. Penyimpangan tekanan sistem dari batas yang ditetapkan;</p> <p>11. Kehilangan buangan panas (akibat kegagalan katup atau pompa, kerusakan sistem);</p>

4.	Kehilangan pendingin	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kerusakan sistem pendingin primer; 2. Rusaknya kolam; 3. Pengosongan kolam oleh pompa; 4. Kegagalan "tabung berkas" atau penetrasi lainnya.
5.	Kesalahan penanganan atau kegagalan peralatan atau komponen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kegagalan kelongsong bahan bakar; 2. Kerusakan mekanik teras atau bahan bakar (akibat penanganan bahan bakar, jatuhnya wadah pengangkut bahan bakar atau target iradiasi); 3. Kekritisian bahan bakar di gudang penyimpanan; 4. Kegagalan sistem pengungkung atau sistem ventilasi; 5. Kehilangan pendingin bahan bakar selama pemindahan atau penyimpanan; 6. Hilangnya atau menurunnya kemampuan sistem perisai; 7. Kegagalan peralatan atau bahan eksperimen (pecah); 8. Terlampauinya <i>burn-up</i> bahan bakar.
6.	Kejadian internal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kebakaran atau ledakan didalam tapak karena api yang muncul dari salah-satu fasilitas; 2. Banjir didalam karena massa air pendingin reaktor atau cadangannya keluar dari saluran/penampungnya;

		<ul style="list-style-type: none"> 3. Kehilangan sistem pendukung; 4. Insiden pengamanan; 5. Kegagalan fungsi eksperimen dalam reaktor; 6. Akses yang tidak semestinya ke daerah terlarang.
7.	Kejadian eksternal	<ul style="list-style-type: none"> 1. Gempa bumi (termasuk seismik yang mengakibatkan patahan dan longsor); 2. Banjir (termasuk luapan akibat kegagalan bendungan, tersumbatnya sungai); 3. Topan, dan missil akibat topan; 4. Badai, angin ribut dan kilat; 5. Ledakan; 6. Tubrukan pesawat; 7. Kebakaran; 8. Tumpahnya racun; 9. Kecelakaan jalur lalu-lintas; 10. Efek dari fasilitas didekatnya.
8.	Kesalahan manusia	<ul style="list-style-type: none"> 1. Kesalahan manusia

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

AS NATIO LASMAN

LAMPIRAN II
 PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS
 TENAGA NUKLIR NOMOR 1 TAHUN 2011
 TENTANG KETENTUAN KESELAMATAN
 DESAIN REAKTOR NONDAYA

FUNGSI KESELAMATAN

Fungsi Keselamatan		
	SSK yang penting untuk keselamatan	Fungsi keselamatan
1.	Gedung dan struktur	<ol style="list-style-type: none"> 1. membentuk penghalang terhadap lepasan zat radioaktif yang tak terkendali ke lingkungan. 2. memberikan perlindungan terhadap peristiwa internal dan eksternal bagi sistem keselamatan yang terdapat di dalamnya. 3. sebagai perisai terhadap radiasi.
2.	Teras Reaktor	<ol style="list-style-type: none"> 1. mempertahankan geometri bahan bakar dan aliran pendingin yang diperlukan untuk menjamin pemadaman dan pemindahan panas selama semua kondisi operasi reaktor. 2. memperoleh catu-balik reaktivitas negatif. 3. memberikan moderasi dan mengendalikan fluks neutron.
3.	Matriks dan kelongsong bahan bakar	<ol style="list-style-type: none"> 1. membentuk penghalang terhadap terlepasnya hasil belah dari bahan bakar. 2. memberikan konfigurasi yang tetap.
4.	Sistem kendali reaktivitas (termasuk sistem pemadam)	mengendalikan reaktivitas teras reaktor untuk menjamin agar reaktor dapat dipadamkan dengan

	reaktor)	selamat dan agar desain bahan bakar dan batasan lain tidak dilampaui selama semua status operasi reaktor.
5.	Untai pendingin primer	memberikan pendinginan teras yang memadai dan menjamin agar batas yang ditentukan bagi bahan bakar dan pendingin tidak dilampaui dalam semua status operasi reaktor.
.	Sistem pendingin darurat	memindahkan panas dari teras reaktor pada saat kecelakaan kehilangan pendingin dengan laju yang memadai untuk mencegah terjadinya kerusakan bahan bakar yang berarti.
7.	Sistem ventilasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. mengendalikan dan memperkecil terlepasnya efluen zat radioaktif ke lingkungan. 2. melindungi personil dan para peneliti dari paparan radiasi berlebihan. 3. jika perlu, mempertahankan beda tekanan yang cukup antara bagian yg berbeda dalam sistem pengungkung. 4. memberikan suasana lingkungan yang sesuai bagi personil dan SSK yang penting untuk keselamatan.
8.	Sistem proteksi reaktor	<ol style="list-style-type: none"> 1. memulai tindakan proteksi guna memadamkan reaktor, mendinginkan dan mengungkung zat radioaktif dan meringankan akibat kecelakaan. 2. mengendalikan penguncian untuk perlindungan terhadap kesalahan operasi jika kondisi yang disyaratkan belum dipenuhi
9.	Instrumentasi dan	1. menjaga parameter reaktor dalam

	Kendali lain yang berkaitan dengan keselamatan	batas operasi agar tidak mencapai batas keselamatan 2. melengkapi dan memberikan kepada operator informasi yang cukup agar dapat mengambil sikap terhadap keadaan sistem proteksi dan mengambil tindakan yang tepat.
10.	Catu daya listrik	memberikan daya yang cukup dengan kualitas memadai bagi sistem dan peralatan untuk menjamin kemampuannya melakukan fungsi keselamatan pada saat diperlukan.
11.	Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar	<ol style="list-style-type: none"> 1. memperkecil paparan radiasi 2. mencegah kecelakaan kekritisasi yang tak terkendali 3. membatasi naiknya suhu bahan bakar. 4. menyimpan bahan bakar baru/terirradiasi. 5. mencegah kerusakan mekanis atau kerusakan akibat korosi bahan bakar.
12.	Pemantauan radiasi	memberikan pengukuran dan tanda bahaya untuk memperkecil paparan radiasi terhadap personil dan para peneliti.
13.	Proteksi kebakaran	menjamin agar pengaruh merugikan dari kebakaran atau ledakan tidak menghalangi SSK yang penting untuk keselamatan untuk menjalankan fungsi keselamatannya jika diperlukan.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
REPUBLIK INDONESIA,

AS NATIO LASMAN