PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

NOMOR 3 TAHUN 2010

TENTANG

DESAIN SISTEM PENANGANAN DAN PENYIMPANAN BAHAN BAKAR NUKLIR UNTUK REAKTOR DAYA

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

Menimbang : bahwa untuk menindaklanjuti ketentuan Pasal 12 ayat (3) Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 2006 tentang Perizinan Reaktor Nuklir, perlu menetapkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir tentang Desain Sistem Penanganan dan Penyimpanan Bahan Bakar Nuklir untuk Reaktor Daya;

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 Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2002 tentang Keselamatan Pengangkutan Zat Radioaktif (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2002 Nomor 51, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4201);

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

4. Peraturan ...

jdih.bapeten.go.id

4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 33 tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 74, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4730);

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR TENTANG DESAIN SISTEM PENANGANAN DAN PENYIMPANAN BAHAN BAKAR NUKLIR UNTUK REAKTOR DAYA.

Pasal 1

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

1. Penanganan Bahan Bakar Nuklir adalah kegiatan berhubungan dengan pemindahan, penempatan, dan pengendalian bahan bakar nuklir segar dan bahan bakar nuklir teriradiasi termasuk komponen teras teriradiasi.
2. Bahan Bakar Nuklir adalah bahan yang dapat menghasilkan proses transformasi inti berantai.
3. Bahan Bakar Nuklir Segar adalah bahan bakar nuklir yang belum teriradiasi baik yang difabrikasi dari bahan dapat belah maupun yang diproses ulang dari bahan bakar nuklir teriradiasi.
4. Bahan Bakar Nuklir Teriradiasi adalah bahan bakar nuklir yang telah diiradiasi dalam teras reaktor.
5. Perangkat Bahan Bakar Nuklir adalah gabungan beberapa

jdih.bapeten.go.id

elemen bakar dan komponen pendukungnya yang diperlakukan sebagai satu unit.

6. Kelongsong adalah bagian dari struktur elemen bakar yang menyelimuti bahan bakar nuklir, atau bahan lain untuk melindungi dari lingkungan kimiawi yang reaktif dan menahan zat radioaktif yang dihasilkan selama iradiasi bahan bakar nuklir.
7. Reaktor Daya adalah reaktor nuklir berupa pembangkit tenaga nuklir yang memanfaatkan energi panas untuk pembangkitan daya baik untuk kepentingan komersial maupun nonkomersial.
8. Kesubkritisan adalah kondisi yang terjadi ketika laju produksi neutron fisi pada suatu generasi lebih kecil dibandingkan laju produksi pada generasi sebelumnya.
9. Komponen Teras adalah elemen dari teras reaktor, selain dari perangkat bahan bakar nuklir, yang digunakan untuk menunjang struktur dari bangunan (konstruksi) teras, atau peralatan, alat atau komponen lain yang dimasukkan ke dalam teras reaktor untuk pemantauan teras, pengendalian aliran atau tujuan teknis lainnya.
10. Penyimpanan Bahan Bakar Nuklir adalah penempatan bahan bakar nuklir di dalam fasilitas yang dilengkapi pengungkung.
11. Penyimpanan Kering adalah penempatan bahan bakar nuklir dalam lingkungan udara atau gas *inert* di dalam fasilitas yang dilengkapi pengungkung.
12. Penyimpanan Basah adalah penempatan bahan bakar nuklir teriradiasi termasuk komponen teras teriradiasi di dalam kolam air atau zat cair lainnya yang dilengkapi pengungkung.
13. Kask (*cask*) adalah wadah berperisai yang digunakan untuk

jdih.bapeten.go.id

menyimpan dan/atau mengirim bahan bakar nuklir teriradiasi.

14. Rekonstitusi Bahan Bakar Nuklir adalah penggantian satu atau lebih batang bahan bakar nuklir yang gagal atau rusak pada perangkat bahan bakar nuklir dengan batang dummi.
15. Pengusaha instalasi nuklir adalah badan hukum yang bertanggung jawab dalam pembangunan, pengoperasian, dan dekomisioning reaktor nuklir.
16. Badan Pengawas Tenaga Nuklir yang selanjutnya disebut BAPETEN adalah instansi yang bertugas melaksanakan pengawasan melalui peraturan, perizinan, dan inspeksi terhadap segala kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir.

Pasal 2

(1) Peraturan Kepala BAPETEN ini mengatur desain sistem penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir dan Komponen Teras teriradiasi.
(2) Penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir sebagaimana dimaksud pada ayat (1) mencakup kegiatan:
    a. penerimaan, penyimpanan dan inspeksi Bahan Bakar Nuklir Segar sebelum penggunaan di Reaktor Daya.
    b. pemasukan Bahan Bakar Nuklir Segar ke dalam teras reaktor;
    c. pemindahan Bahan Bakar Nuklir Teriradiasi ke luar teras reaktor;
    d. pemasukan kembali Bahan Bakar Nuklir Teriradiasi ke dalam teras reaktor;
    e. penyimpanan, inspeksi dan rekonstitusi Bahan Bakar

jdih.bapeten.go.id

Nuklir Teriradiasi, dan persiapan untuk pemindahan dari kolam penyimpanan; dan

f. penanganan Kask pengangkutan.

(3) Komponen Teras teriradiasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:

a. alat kendali reaktivitas;
b. instrumentasi di dalam teras;
c. sumber neutron;
d. pembatas aliran (*flow restrictor*);
e. kanal Bahan Bakar Nuklir;
f. penyerap dapat bakar; dan/atau
g. cuplikan bahan bejana reaktor.

Pasal 3

Peraturan Kepala BAPETEN ini bertujuan untuk memberikan ketentuan yang harus dipenuhi oleh Pengusaha instalasi nuklir dalam mendesain sistem dan melaksanakan penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir untuk Reaktor Daya.

Pasal 4

Desain sistem penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) harus menyediakan fungsi keselamatan yang:

a. mempertahankan kondisi subkritis Bahan Bakar Nuklir dengan faktor multiplikasi efektif (k_{eff}) paling besar 0,90;
b. mempertahankan integritas Bahan Bakar Nuklir;
c. mempertahankan pendinginan Bahan Bakar Nuklir Teriradiasi;
d. mempertahankan pemurnian air pendingin;

idih.bapeten.go.id

e. memastikan proteksi radiasi dan keselamatan dalam batasan yang berlaku; dan
f. mencegah pelepasan zat radioaktif ke lingkungan.

Pasal 5

(1) Desain sistem penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 harus memenuhi persyaratan umum desain dan persyaratan khusus desain dengan mempertimbangkan metode penggantian Bahan Bakar Nuklir.
(2) Metode penggantian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
    a. penggantian Bahan Bakar Nuklir saat reaktor *shutdown* atau penggantian Bahan Bakar Nuklir *off-load*, dan
    b. penggantian Bahan Bakar Nuklir saat reaktor beroperasi atau penggantian Bahan Bakar Nuklir *on-load*.

Pasal 6

(1) Persyaratan umum desain penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 meliputi:
    a. ketentuan terhadap kejadian awal terpostulasi; dan
    b. ketentuan mengenai prinsip desain.
(2) Ketentuan lebih lanjut mengenai persyaratan umum desain sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tercantum dalam Lampiran I yang tidak terpisahkan dari Peraturan Kepala BAPETEN ini.

jdih.bapeten.go.id

Pasal 7

(1) Persyaratan khusus desain sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 meliputi persyaratan desain sistem penanganan dan penyimpanan untuk Bahan Bakar Nuklir Segar, Bahan Bakar Nuklir Teriradiasi dan Komponen Teras teriradiasi.

(2) Persyaratan khusus desain sistem penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir Segar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) memuat ketentuan mengenai:
   a. desain sistem;
   b. peralatan;
   c. sistem penunjang; dan
   d. kegiatan penanganan.

(3) Persyaratan khusus desain sistem penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir Teriradiasi dan Komponen Teras teriradiasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) memuat ketentuan mengenai:
   a. desain sistem;
   b. peralatan;
   c. sistem penunjang;
   d. kegiatan penanganan;
   e. pembongkaran (*dismantling*) dan rekonstitusi Bahan Bakar Nuklir Teriradiasi;
   f. Bahan Bakar Nuklir yang rusak; dan
   g. Komponen Teras teriradiasi.

(4) Ketentuan lebih lanjut mengenai persyaratan khusus desain sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) tercantum dalam Lampiran II yang tidak terpisahkan dari Peraturan Kepala BAPETEN ini.

jdih.bapeten.go.id

Pasal 8

(1) Desain sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 mencakup Penyimpanan Basah dan Penyimpanan Kering.
(2) Bahan Bakar Nuklir Teriradiasi setelah dipindahkan dari dan tidak akan digunakan lagi dalam teras reaktor harus disimpan dalam Penyimpanan Basah.
(3) Bahan Bakar Nuklir Teriradiasi dapat dipindahkan ke Penyimpanan Kering setelah disimpan dalam penyimpanan basah paling singkat 1 (satu) tahun.

Pasal 9

(1) Pemindahan Bahan Bakar Nuklir Teriradiasi termasuk Komponen Teras teriradiasi harus dilakukan dalam Kask.
(2) Kask sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus mempunyai:
    a. perisai;
    b. sistem pendingin; dan
    c. struktur internal yang menjaga Bahan Bakar Nuklir Bekas Teriradiasi dalam susunan geometris dan tidak berubah selama pemindahan.

Pasal 10

(1) Pengusaha instalasi nuklir harus memastikan kegiatan penanganan Kask Bahan Bakar Nuklir tidak mempengaruhi kegiatan yang terkait operasi reaktor, dengan cara:
    a. mendesain struktur, sistem, dan komponen dengan benar;
    b. menyusun prosedur yang tepat; dan

jdih.bapeten.go.id

c. menyediakan peralatan penanganan Kask Bahan Bakar Nuklir secara memadai.

(2) Ketentuan lebih lanjut mengenai persyaratan penanganan Kask Bahan Bakar Nuklir sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tercantum dalam Lampiran III yang tidak terpisahkan dari Peraturan Kepala BAPETEN ini.

Pasal 11

(1) Pengusaha instalasi nuklir harus menyediakan paling sedikit 1 (satu) fasilitas penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir untuk beberapa reaktor pada tapak yang sama.

(2) Desain fasilitas penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus memperhitungkan kapasitas penyimpanan, lama penyimpanan, dan laju penggantian Bahan Bakar Nuklir masing-masing reaktor.

(3) Dalam hal peralatan penggantian Bahan Bakar Nuklir yang sama digunakan untuk lebih dari satu reaktor, kegagalan peralatan penggantian Bahan Bakar Nuklir yang terjadi pada satu reaktor tidak boleh mempengaruhi keselamatan reaktor lainnya.

Pasal 12

(1) Dalam hal dilakukan pemindahan Bahan Bakar Nuklir dan/ atau Komponen Teras teriradiasi dari/ ke fasilitas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11 ayat (1), pemindahan harus menggunakan Kask yang memenuhi persyaratan desain atau menggunakan cara lain untuk menjamin agar:

idih.bapeten.go.id

a. kondisi subkritis dapat dipertahankan dengan faktor multiplikasi efektif tidak melampaui 0,90;
b. pendinginan Bahan Bakar Nuklir Teriradiasi dapat dipertahankan;
c. paparan radiasi dan kontaminasi zat radioaktif pada personil instalasi dan anggota masyarakat dapat dipertahankan serendah mungkin yang dapat dicapai (*as low as reasonably achievable*).

(2) Pengusaha instalasi nuklir harus membuat prosedur pemindahan Bahan Bakar Nuklir ke area penyimpanan yang digunakan bersama sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11.

Pasal 13

(1) Pengusaha instalasi nuklir harus memverifikasi desain dan bahan dari struktur, sistem dan komponen penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir yang penting untuk keselamatan sesuai dengan persyaratan jaminan mutu.
(2) Spesifikasi dan analisis desain serta data yang ada untuk semua peralatan penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir harus didokumentasi.

Pasal 14

(1) Desain seluruh peralatan untuk penanganan dan penyimpanan Bahan Bakar Nuklir sebagaimana dimaksud dalam Pasal 13 harus memuat fitur yang penting untuk verifikasi rekaman mengenai:
a. jumlah dan identifikasi Perangkat Bahan Bakar Nuklir dan Komponen Teras; dan

jdih.bapeten.go.id

b. lokasi setiap Perangkat Bahan Bakar Nuklir atau Komponen Teras.

(2) Rekaman dan identifikasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus tetap utuh selama penanganan dan penyimpanan.

Pasal 15

Peraturan Kepala BAPETEN ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
Pada tanggal 21 Juli 2010
KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,
ttd
AS NATIO LASMAN

jdih.bapeten.go.id

LAMPIRAN I

PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

NOMOR 3 TAHUN 2010

TENTANG

DESAIN SISTEM PENANGANAN DAN PENYIMPANAN

BAHAN BAKAR NUKLIR UNTUK REAKTOR DAYA

jdih.bapeten.go.id

PERSYARATAN UMUM DESAIN

Desain sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir mempertimbangkan kejadian awal terpostulasi dalam kondisi operasi normal dan kejadian operasi terantisipasi, dan menerapkan prinsip desain. Persayaratan umum desain dalam penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir meliputi:

A. KEJADIAN AWAL TERSPOSTULASI

Dalam kondisi operasi normal dan kejadian operasi terantisipasi, sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain menyediakan layanan penting yang meliputi:

- sistem pasokan listrik untuk menggerakkan pesawat angkat (*hoist*),
- sistem pendinginan,
- sistem pembersihan, dan/atau
- sistem pemantauan untuk pengungkung dan ventilasi.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain berdasarkan kecelakaan dasar desain yang diperoleh dari kejadian awal terpostulasi. Kecelakaan dasar desain untuk sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir meliputi juga kejadian yang dapat mempengaruhi keselamatan reaktor.

Kejadian awal terpostulasi dipilih berdasarkan analisis keselamatan probabilistik dan deterministik.

Kejadian awal terpostulasi yang digunakan untuk menyusun kejadian dasar desain meliputi:

1. kejadian internal yaitu kejadian yang timbul dari dalam reaktor; dan
2. kejadian eksternal, yaitu kejadian yang disebabkan dari luar reaktor.

1. Kejadian Internal

Kejadian internal sebagaimana dimaksud pada angka 1 meliputi:

1. jatuhnya benda;
2. kegagalan peralatan;

jdih.bapeten.go.id

3. banjir internal;
4. lontaran (*missile*) internal;
5. kebakaran dan ledakan; dan/atau
6. kesalahan operator.

a. Jatuhnya benda

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk mengurangi kemungkinan bergeraknya benda berat melintasi bahan bakar nuklir yang disimpan dan untuk melindungi bahan bakar nuklir yang disimpan atau materi terkait keselamatan lainnya dari beban akibat benda jatuh. Materi terkait keselamatan yang dimaksud antara lain perangkat bahan bakar nuklir, rak penyimpanan, kolam dan dinding kolam, gedung bahan bakar nuklir.

Benda jatuh yang dipertimbangkan antara lain kontener atau penutupnya (*lid*), kask pemindah (*transfer cask*) dan kanister atau keranjang tertutup serbaguna (*multipurpose sealed basket*), bahan bakar nuklir dan rak penyimpanan bahan bakar nuklir, dan perkakas yang dioperasikan dengan mesin dan tangan.

Peralatan pengangkat didesain menggunakan kriteria kegagalan tunggal agar kemungkinan jatuhnya beban dapat ditekan serendah-rendahnya.

b. Kegagalan peralatan

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk memastikan konsekuensi kegagalan peralatan atau sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir serta peralatan atau sistem terkait, baik di dalam maupun di luar fasilitas penyimpanan, tidak akan melampaui batas yang ditetapkan.

c. Banjir internal

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk memberikan perlindungan terhadap banjir internal untuk:

- mencegah kekritisan tak terencana, dan

jdih.bapeten.go.id

- mencegah kegagalan operasi dari peralatan terkait keselamatan antara lain sistem pemantauan bahan bakar nuklir bekas dan sistem pendingin.

d. Kecelakaan kehilangan pendingin reaktor atau pengurangan tekanan (depresurisasi)

Sistem penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk menyediakan upaya perlindungan terhadap pengaruh kejadian terpostulasi pada reaktor, dan mengantisipasi perubahan dalam moderasi dan pengaruhnya pada peralatan.

Khusus untuk penggantian bahan bakar nuklir *on-load*, sistem penanganan bahan bakar nuklir didesain untuk mengatasi konsekuensi kecelakaan kehilangan pendingin atau pengurangan tekanan pada peralatan penggantian bahan bakar nuklir dan kegiatan penanganan bahan bakar nuklir.

e. Lontaran (*missile*) internal

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk memberikan perlindungan terhadap lontaran yang disebabkan oleh kegagalan mesin yang berputar, pecahnya komponen bertekanan, atau peralatan lain untuk memastikan tidak ada dampak keselamatan yang tidak dapat diterima.

f. Kebakaran dan ledakan

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk memberikan perlindungan terhadap kebakaran dan ledakan.

Desain memperhitungkan pengaruh kebakaran yang menyebabkan kerusakan pada:

- bahan bakar nuklir yang disimpan pada penyimpanan kering,
- kemampuan pendinginan pada bahan bakar nuklir yang disimpan dalam kolam, atau
- catu daya listrik.

Bahan pemadam kebakaran yang digunakan tidak mempengaruhi kondisi subkritis bahan bakar nuklir dalam penyimpanan.

jdih.bapeten.go.id

Desain memperhitungkan pengaruh ledakan di dalam instalasi atau di dekat instalasi yang menyebabkan efek gelombang kejut udara.

g. Kesalahan operator

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk membatasi potensi kesalahan manusia melalui analisis keandalan manusia. Potensi kesalahan manusia dapat dicegah melalui sistem interlok dan kendali administrasi.

2. Kejadian Eksternal

Kejadian eksternal sebagaimana dimaksud pada angka 2 meliputi:

a. hilangnya catu daya listrik dari luar tapak;
b. kejadian seismik;
c. angin kencang dan puting beliung; dan/atau
d. banjir.

a. Hilangnya catu daya listrik dari luar-tapak

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk menyediakan catu daya listrik yang penting untuk menjalankan fungsi keselamatan dalam kejadian hilangnya catu daya listrik dari luar-tapak. Fungsi keselamatan yang dimaksud mencakup pendinginan, pemantauan, dan ventilasi.

b. Kejadian seismik

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain berdasarkan kategori seismik I untuk struktur, sistem, dan komponen yang penting untuk keselamatan.

Analisis seismik dilakukan untuk menilai konsekuensi kejadian seismik berikut:

- beban jatuh;
- kegagalan dinding kolam, kegagalan pipa yang mengakibatkan kebocoran kolam penyimpanan, dan kegagalan sistem pendingin;

jdih.bapeten.go.id

- tergesernya, tergulingnya, dan terbenturnya rak penyimpanan dengan benda lain;
- perubahan bentuk (*deformation*) rak penyimpanan;
- pemindahan penyerap neutron;
- khusus untuk penggantian bahan bakar nuklir *on-load*, kehilangan integritas hubungan (sambungan) antara peralatan penggantian bahan bakar nuklir ke perpipaan fluida dalam kondisi tekanan operasi reaktor;
- kegagalan penyangga peralatan penggantian bahan bakar nuklir, kegagalan peralatan penggantian bahan bakar nuklir, atau kegagalan sistem pengangkutan pada saat pemindahan bahan bakar nuklir;
- kemungkinan kegagalan tidak terhubungnya dengan sistem penggantian bahan bakar nuklir yang menyebabkan kegagalan peralatan penanganan bahan bakar nuklir; dan/atau
- kemungkinan kegagalan peralatan yang tidak diproteksi terhadap seismik yang mengakibatkan kegagalan peralatan atau komponen yang disyaratkan dalam kejadian seismik.

c. Angin kencang dan puting beliung

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain terhadap pengaruh angin kencang dan puting beliung yang menghasilkan lontaran atau kekuatan/gaya angin pada bangunan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir.

d. Banjir

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain terhadap pengaruh banjir pada penyimpanan bahan bakar nuklir segar dan teriradiasi.

e. Kejadian eksternal lain

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain terhadap pengaruh dari awan gas beracun, ledakan, jatuhnya pesawat terbang, dan/atau kejadian eksternal lain yang relevan.

jdih.bapeten.go.id

f. Kombinasi kejadian eksternal

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain terhadap kombinasi kejadian eksternal yang mungkin, dengan menggunakan solusi teknis (*engineering judgment*) dan hasil analisis keselamatan probabilistik.

B. PRINSIP DESAIN

Prinsip desain yang diterapkan pada sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir meliputi:

1. kualifikasi dan klasifikasi;
2. tata letak;
3. proteksi radiasi;
4. keandalan;
5. kemudahan inspeksi, pengujian, dan perawatan;
6. faktor manusia; dan
7. kemudahan dekomisioning.

1. Kualifikasi dan klasifikasi

Struktur, sistem, dan komponen penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir yang penting bagi keselamatan didesain dan dikualifikasi untuk tahan terhadap kejadian awal terpostulasi yang setara dengan klasifikasi keselamatan.

Struktur, sistem dan komponen termasuk peralatan yang penting untuk keselamatan pada fasilitas penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir diidentifikasi dan diklasifikasikan berdasarkan fungsi yang ditetapkan dan kepentingan keselamatan.

Kegagalan atau tidak berfungsinya struktur, sistem, dan komponen dari penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir dalam peralatan yang tidak terkait dengan keselamatan tidak boleh mengakibatkan kegagalan peralatan yang terkait keselamatan baik langsung maupun tidak langsung.

Klasifikasi keselamatan berdasarkan pada analisis deterministik yang

jdih.bapeten.go.id

dilengkapi dengan analisis probabilistik atau solusi teknis (*engineering judgment*).

Prosedur kualifikasi diberlakukan untuk:

- tempat penyimpanan bahan bakar nuklir segar;
- kolam penyimpanan bahan bakar nuklir bekas;
- rak penyimpanan bahan bakar nuklir;
- sistem pendinginan air kolam;
- peralatan penanganan dan pengangkat;
- sistem kendali dan instrumentasi listrik; dan
- bangunan terkait.

2. Tata letak

Tata letak dan susunan fisik fasilitas penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk memastikan kondisi subkritis dalam kondisi operasi normal, kejadian operasi terantisipasi, serta selama dan setelah semua kecelakaan dasar desain.

Fasilitas penyimpanan didesain untuk mencegah kerusakan fisik bahan bakar nuklir yang disimpan dan mempertahankan susunan geometri bahan bakar nuklir tetap subkritis dalam semua kondisi operasi, termasuk kecelakaan dasar desain.

3. Proteksi radiasi

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk meminimalkan pelepasan zat radioaktif ke lingkungan dan mencegah paparan radiasi terhadap pekerja dan masyarakat dalam semua kondisi operasi yang melibatkan kerusakan bahan bakar nuklir selama penanganan atau penyimpanan.

Dalam hal kondisi kecelakaan, dilakukan perhitungan secara konservatif. Asumsi perhitungan dampak radiologi yang kurang konservatif dijustifikasi dengan argumen empiris yang dapat diterima.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk menyediakan perisai radiasi bagi pekerja dalam semua kegiatan pengoperasian penanganan bahan bakar nuklir.

Gabungan proteksi radiasi yang memadai, termasuk interlok dan kendali administrasi, digunakan untuk mencegah bahan bakar nuklir teriradiasi atau

jdih.bapeten.go.id

komponen radioaktif lainnya menjadi tidak berperisai.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk menyediakan kemudahan dekontaminasi daerah penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir dan peralatannya.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk menyediakan fasilitas pemantauan kondisi air kolam dan untuk mempertahankan kondisi air kolam sesuai batasan dan kondisi operasi antara lain tinggi muka air, kimia, kemurnian, radioaktivitas, temperatur air tempat bahan bakar nuklir ditangani dan disimpan.

4. Keandalan

Peralatan penanganan bahan bakar nuklir didesain untuk memastikan kemampuan menahan beban statis maupun dinamis yang diterima oleh struktur, sistem, dan komponen.

Peralatan penanganan didesain dengan keandalan tinggi untuk mencegah jatuhnya perangkat bahan bakar nuklir dan mencegah terkonsentrasinya tegangan (*stress*) penanganan bahan bakar nuklir yang tidak dapat diterima.

Untuk semua pergerakan bahan bakar nuklir, peralatan penanganan bahan bakar nuklir didesain untuk memastikan bahwa kegagalan tunggal komponen atau kegagalan tunggal manusia tidak mengakibatkan kerusakan bahan bakar nuklir.

Pergerakan benda di atas lokasi penyimpanan bahan bakar nuklir atau struktur, sistem, dan komponen lain yang penting untuk keselamatan dicegah dengan interlok elektrik atau mekanik.

Dalam hal terjadi kegagalan sistem penanganan bahan bakar nuklir, penanganan peralatan yang dioperasikan secara manual untuk memindahkan perangkat bahan bakar nuklir ke lokasi yang selamat dilakukan sesuai ketentuan yang ditetapkan.

5. Kemudahan inspeksi, pengujian dan perawatan

Fasilitas dan peralatan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk menyediakan akses yang memadai, untuk memudahkan inspeksi, pengujian, dan perawatan peralatan serta untuk memudahkan pemantauan

jdih.bapeten.go.id

radiasi dan kontaminasi.

Fasilitas dan peralatan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk menyediakan sarana inspeksi dan identifikasi setiap modul bahan bakar nuklir segar dan bahan bakar nuklir teriradiasi.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk menyediakan sarana penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir atau perangkat bahan bakar nuklir yang rusak atau diduga rusak dan untuk rekonstitusi (*reconstitution*) bahan bakar nuklir yang rusak apabila hal tersebut dibutuhkan selama operasi.

6. Faktor manusia

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain dengan memperhitungkan faktor manusia untuk mendukung penyusunan prosedur operasi yang jelas dan meminimalkan risiko kesalahan.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk memudahkan verifikasi kegiatan yang ditetapkan dan deteksi kesalahan dalam kegiatan yang dapat menyebabkan masalah keselamatan yang signifikan.

7. Kemudahan dekomisioning

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk memudahkan dekomisioning fasilitas penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd

AS NATIO LASMAN

jdih.bapeten.go.id

LAMPIRAN II

PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

NOMOR 3 TAHUN 2010

TENTANG

DESAIN SISTEM PENANGANAN DAN PENYIMPANAN

BAHAN BAKAR NUKLIR UNTUK REAKTOR DAYA

jdih.bapeten.go.id

PERSYARATAN KHUSUS DESAIN

Persyaratan khusus desain mencakup persyaratan desain sistem penanganan dan penyimpanan untuk:

A. bahan bakar nuklir segar; dan
B. bahan bakar nuklir teriradiasi dan komponen teras teriradiasi.

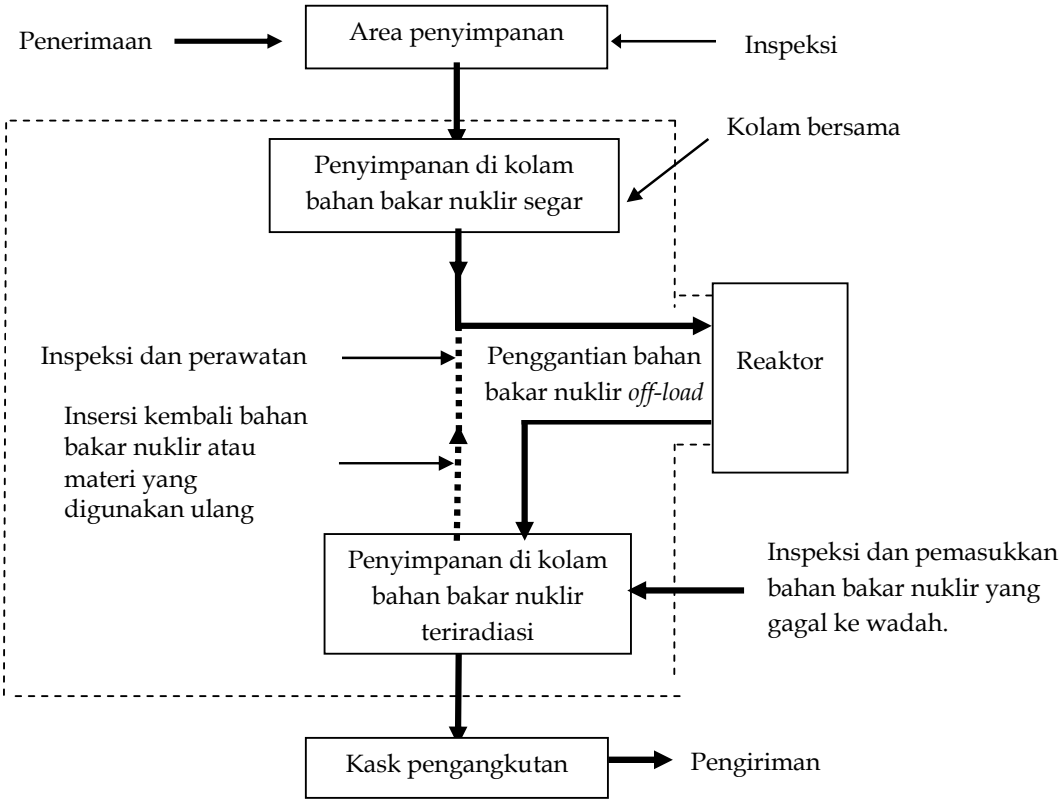
Penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir mencakup kegiatan berikut ini:

a. penerimaan bahan bakar nuklir segar di reaktor daya;
b. inspeksi dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar sebelum penggunaan;
c. insersi bahan bakar nuklir segar ke dalam teras reaktor;
d. pemindahan bahan bakar nuklir teriradiasi ke luar teras reaktor;
e. insersi kembali bahan bakar nuklir teriradiasi ke dalam teras reaktor;
f. penyimpanan, inspeksi dan rekonstitusi bahan bakar nuklir teriradiasi dan persiapan untuk pemindahan dari kolam penyimpanan; dan
g. penanganan kask pengangkutan.

Kegiatan tersebut ditunjukkan dalam diagram alir pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4. Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan diagram alir penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir untuk reaktor daya yang menggunakan penggantian bahan bakar nuklir *off-load*. Gambar 1 untuk reaktor daya berpendingin air ringan, dan Gambar 2 untuk reaktor daya berpendingin gas.

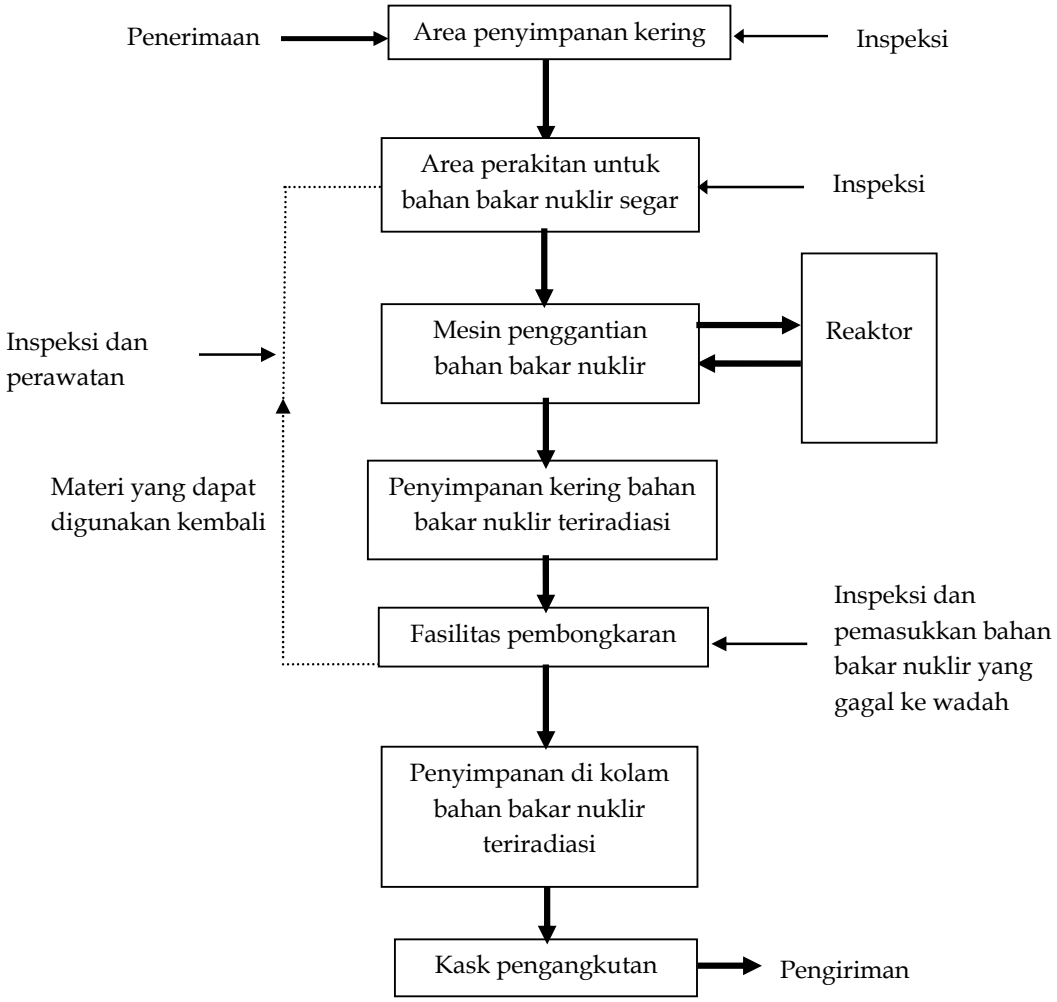
Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan diagram alir penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir untuk reaktor daya yang menggunakan penggantian bahan bakar nuklir *on-load*. Gambar 3 untuk reaktor daya tabung bertekanan (*pressure tube reactor*), dan Gambar 4 untuk reaktor berpendingin air berat.

jdih.bapeten.go.id



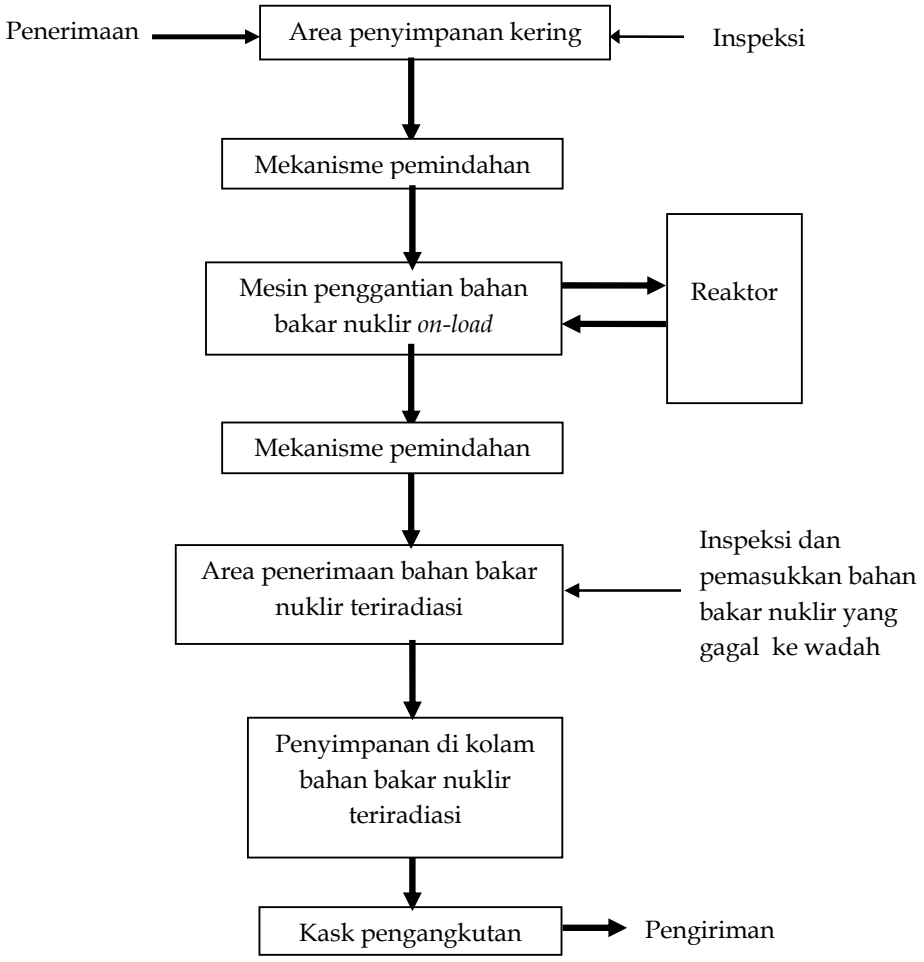
Gambar 1. Diagram alir sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir untuk reaktor berpendingin air ringan dengan penggantian bahan bakar nuklir *off-load*.

jdih.bapeten.go.id



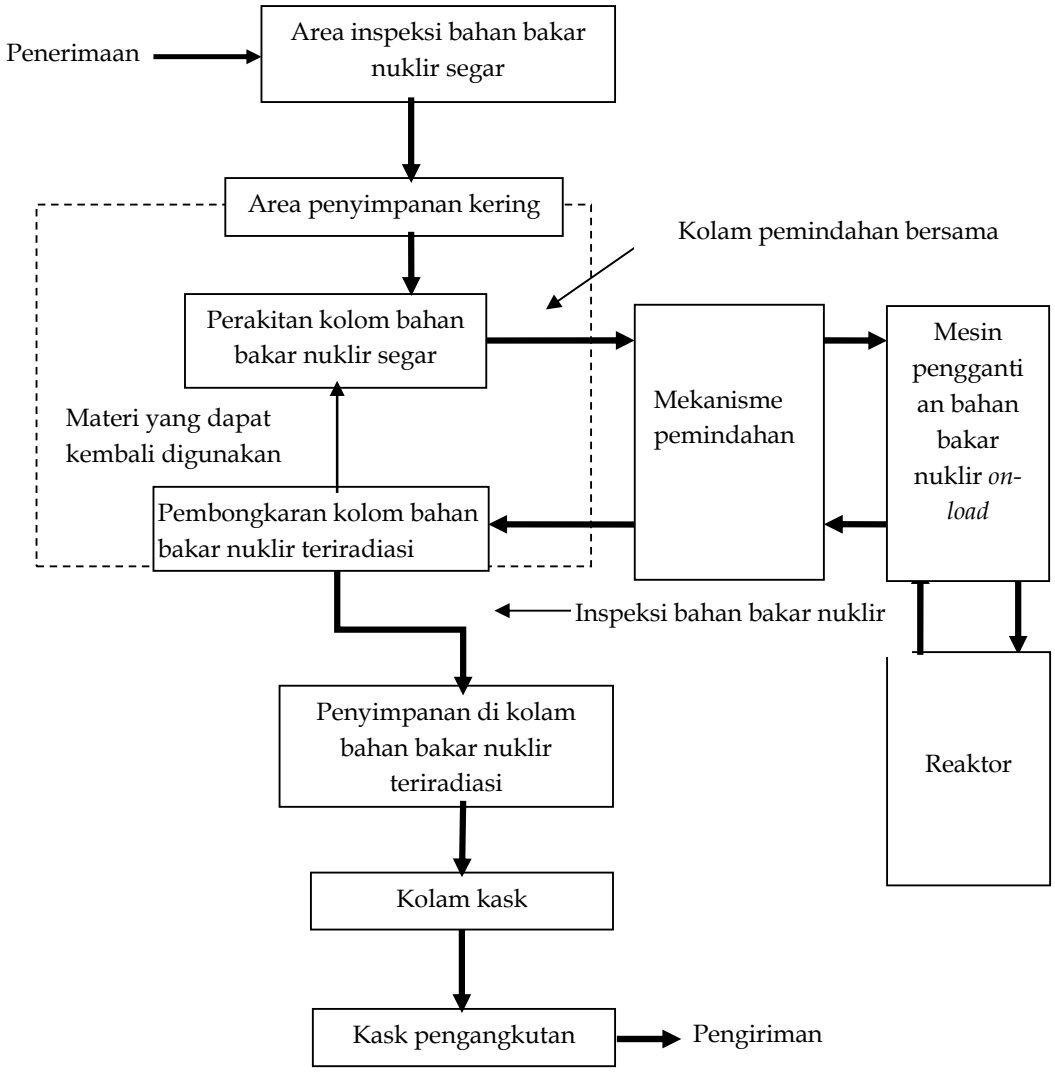
Gambar 2. Diagram alir sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir untuk reaktor berpendingin gas dengan penggantian bahan bakar nuklir *off-load*.

jdih.bapeten.go.id



Gambar 3. Diagram alir sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir untuk reaktor tabung bertekanan (*pressure tube reactor*) dengan penggantian bahan bakar nuklir *on-load.*

jdih.bapeten.go.id



Gambar 4. Diagram alir sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir untuk reaktor berpendingin air berat dengan penggantian bahan bakar nuklir *on-load*.

jdih.bapeten.go.id

A. SISTEM PENANGANAN DAN PENYIMPANAN BAHAN BAKAR NUKLIR SEGAR

Persyaratan khusus desain sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar meliputi ketentuan tentang:

1. desain sistem;
2. peralatan;
3. sistem pendukung; dan
4. kegiatan penanganan.

1. Desain sistem

Ketentuan desain sistem meliputi:

a. analisis kesubkritisan;
b. tata letak;
c. perlindungan terhadap banjir;
d. perlindungan terhadap kebakaran;
e. bahan dan konstruksi;
f. penanganan perangkat bahan bakar nuklir oksida campuran;
g. beban desain;

a. Analisis kesubkritisan

Fasilitas penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain dengan analisis kesubkritisan untuk menunjukkan bahwa sistem penyimpanan dijaga dalam kondisi subkritis dalam semua kemungkinan kondisi penyimpanan dan konfigurasi (normal dan abnormal) termasuk konfigurasi transisi (peralihan).

Analisis kesubkritisan memperhitungkan kondisi terpostulasi untuk menentukan kondisi terparah. Kondisi terpostulasi yang dimaksud meliputi:

- kondisi kering normal,
- kondisi banjir, dengan atau tanpa injeksi uap air, dan
- kondisi injeksi uap air total.

Penentuan kesubkritisan menggunakan nilai faktor multiplikasi

jdih.bapeten.go.id

efektif (k_{eff}). Dalam menentukan kesubkritisan menggunakan ketentuan berikut:

(1) marjin kesubkritisan yang memadai telah ditunjukkan pada semua kondisi dengan memperhitungkan semua ketidakpastian dalam program komputer (*computer code*) dan data eksperimen;

(2) dalam hal nilai pengayaan merupakan variabel, digunakan pemodelan yang pasti atau diasumsikan nilai pengayaan yang dihitung secara pesimistik;

(3) dalam hal nilai pengayaan berbeda-beda, digunakan nilai pengayaan tertinggi atau perangkat bahan bakar nuklir yang paling reaktif;

(4) dalam hal desain bahan bakar nuklir merupakan variabel dan/atau terdapat ketidakpastian data terkait bahan bakar nuklir, digunakan nilai konservatif yang dihitung secara pesimistik pada semua perhitungan kesubkritisan.

(5) variabel dan/atau ketidakpastian data yang dimaksud meliputi jenis desain, spesifikasi geometri dan bahan, nilai toleransi manufaktur, dan data nuklir.

(6) apabila diperlukan, analisis sensitivitas dilakukan untuk mengkuantifikasi efek ketidakpastian.

(7) inventori fasilitas penyimpanan diasumsikan pada kapasitas maksimum desain;

(8) adanya penyerap neutron yang permanen diperhitungkan dalam perhitungan kesubkritisan.

(9) penyerap neutron yang dimaksud tidak akan menurun kemampuannya oleh setiap kejadian awal terpostulasi;

(10) setiap deformasi geometri bahan bakar nuklir dan peralatan penyimpanan yang disebabkan oleh kejadian awal terpostulasi diperhitungkan;

(11) asumsi konservatif yang memadai untuk moderasi digunakan untuk kejadian operasi terantisipasi;

(12) efek hamburan (*reflection*) neutron diperhitungkan;

jdih.bapeten.go.id

(13) aspek dekopling neutronik untuk area penyimpanan yang berbeda ditunjukkan dengan perhitungan yang sesuai.

b. Tata letak

Fasilitas penyimpanan bahan bakar nuklir didesain dengan konfigurasi subkritis untuk semua kondisi operasi normal, kejadian operasi terantisipasi, dan kecelakaan dasar desain.

Area penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain sesuai dengan persyaratan sistem proteksi fisik.

Area penyimpanan bahan bakar nuklir didesain tidak menjadi bagian dari jalur akses ke daerah lain yang tidak digunakan untuk kegiatan penanganan bahan bakar nuklir.

Jalur pengangkutan untuk penerimaan dan pemindahan bahan bakar nuklir didesain dekat dan mudah dengan mengutamakan keselamatan.

Tata letak didesain untuk menyediakan jalan keluar yang mudah bagi personil dalam keadaan darurat.

Tata letak didesain untuk mencegah perpindahan benda berat di atas bahan bakar nuklir yang disimpan, antara lain rak, kanister penyimpanan, atau peralatan pengangkat, yang apabila jatuh dapat menyebabkan kerusakan bahan bakar nuklir atau materi lainnya yang penting bagi keselamatan.

Tata letak didesain untuk memastikan bahwa penanganan atau penyimpanan komponen teras (tak-teriradiasi) dapat dilakukan di area bahan bakar nuklir segar yang telah ditetapkan dengan selamat.

Tata letak didesain menyediakan ruang yang memadai untuk perpindahan bahan bakar nuklir, komponen teras lain, konteiner penyimpanan, dan peralatan penanganan.

Tata letak didesain menyediakan posisi penyimpanan yang ditetapkan dan memadai untuk perangkat bahan bakar nuklir, komponen teras, dan konteiner penyimpanan.

Tata letak didesain untuk memudahkan inspeksi bahan bakar nuklir,

jdih.bapeten.go.id

peralatan penanganan bahan bakar nuklir termasuk derek (*crane*), dan konteiner penyimpanan.

Tata letak didesain untuk menyediakan ruang untuk perbaikan atau rekonstruksi bahan bakar nuklir yang rusak.

Area penyimpanan kering untuk bahan bakar nuklir segar didesain bebas dari peralatan operasional antara lain perpipaan atau katup yang memerlukan surveilen berkala oleh petugas perawatan dan perbaikan.

c. Perlindungan terhadap banjir

Fasilitas penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk mencegah "banjir" berupa air maupun bahan moderasi lainnya pada area penyimpanan kering untuk menghindari kekritisan karena efek moderasi, atau kerusakan bahan bakar nuklir. Upaya pencegahan tersebut dengan cara antara lain mencegah keberadaan:

- bahan moderasi lain di area penyimpanan kering; dan
- jalur pipa air yang melewati area penyimpanan kering.

d. Perlindungan terhadap kebakaran

Area penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk membatasi risiko kerusakan bahan bakar nuklir segar karena kebakaran.

Dalam hal terjadi kebakaran, kondisi subkritis dipertahankan pada saat kebakaran dan selama pemadaman.

Upaya desain yang dilakukan antara lain:

- membatasi dan memantau keberadaan bahan mudah terbakar di area penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar, misalnya bahan pembungkus yang mudah terbakar atau sistem perpipaan yang mengalirkan bahan mudah terbakar;
- mencegah keberadaan jalur kabel listrik yang tidak penting untuk mensuplai daya peralatan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar;
- memperhitungkan pengaruh penggunaan bahan moderasi (air atau busa) selama pemadaman kebakaran terhadap kondisi subkritis;

jdih.bapeten.go.id

- memasang tanda peringatan yang menyatakan jenis bahan pemadam kebakaran yang diperbolehkan dan tidak diperbolehkan di area penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar.

e. Bahan dan konstruksi

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk menggunakan bahan dan metode konstruksi yang memudahkan dekontaminasi permukaan. Apabila dekontaminasi dilakukan, desain memperhitungkan kesesuaian bahan dekontaminasi dan lingkungan operasi untuk kondisi operasi normal, kejadian operasi terantisipasi, dan kecelakaan dasar desain.

Semua jalan (akses) air yang dapat memicu korosi harus dicegah.

Dalam hal sistem penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain menggunakan penyerap neutron padat yang permanen, maka selama umur operasi disyaratkan bahwa:

- penyerap dipasang sebagaimana mestinya; dan
- penyerap tidak kehilangan efektivitas dan integritas fisik.

f. Penanganan perangkat bahan bakar nuklir oksida campuran

Dalam hal digunakan perangkat bahan bakar nuklir oksida campuran, sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk menyediakan perisai tambahan sebagai upaya membatasi paparan radiasi terhadap pekerja.

Untuk mencegah lepasan partikel/zat bahan bakar nuklir yang dapat mengakibatkan bahaya kimia, integritas bahan bakar nuklir dipertahankan. Oleh karena itu, gaya angkat vertikal selama kegiatan penanganan perangkat bahan bakar nuklir seminimal mungkin.

g. Beban desain

Peralatan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar yang terkait dengan beban didesain dengan memperhitungkan (dengan ketentuan):

- perhitungan kekuatan peralatan penanganan, inspeksi, dan penyimpanan harus dilakukan terhadap beban desain baik beban

jdih.bapeten.go.id

statik maupun dinamik.

- beban dinamik memperhitungkan juga beban seismik yang ditetapkan berdasarkan klasifikasi keselamatan dan beban pada kondisi operasi dan kecelakaan, termasuk beban nonsimetris.
- kejadian yang serentak dari beban operasional berikut:
  - beban perangkat bahan bakar nuklir segar dan komponen teras lainnya yang akan disimpan, seperti alat kendali reaktivitas, kanal bahan bakar nuklir; dan
  - beban peralatan penanganan, termasuk beban akselerasi.
- apabila kendaraan diperlukan untuk pengangkutan perangkat bahan bakar nuklir segar dan kontenernya, peralatan penanganan pada kendaraan didesain berdasarkan berat dan ukuran (dimensi) maksimum dari benda yang diangkut.
- penyediaan sarana penahan untuk perangkat bahan bakar nuklir segar ketika dalam posisi dimiringkan, untuk memastikan tidak ada kerusakan yang terjadi.

Bahan peralatan penanganan yang menahan berbagai beban struktural didesain mampu menahan tegangan yang dihasilkan dari beban operasional.

Beban operasional dapat berasal dari kombinasi beban tunggal. Metode dan kriteria untuk menggabungkan beban tunggal pada peralatan penanganan dan penyimpanan ditetapkan dalam desain. Tegangan diperbolehkan yang dihasilkan dari kejadian awal terpostulasi ditetapkan dalam desain, misalnya menggunakan standar yang ditetapkan, dan standar tersebut dapat berbeda dari standar untuk operasi normal. Analisis dan pertimbangan moda kegagalan peralatan yang digunakan untuk membatasi beban, misalnya peredam (*damper* atau *shock absorber*).

2. Peralatan

a. Jenis peralatan

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain

jdih.bapeten.go.id

untuk menyediakan peralatan penanganan, penyimpanan, dan inspeksi bahan bakar nuklir segar. Peralatan sebagaimana dimaksud meliputi:

- derek angkat (*crane*) atau *light hoisting gear*;
- pegangan (*grippers*) dan alat lainnya yang didesain khusus untuk penanganan bahan bakar nuklir;
- mekanisme untuk mengubah posisi bahan bakar nuklir dari horisontal ke vertikal (untuk desain reaktor tertentu);
- rak penyimpanan;
- anjungan (tempat) inspeksi yang dapat mengakses panjang total dari batang bahan bakar nuklir untuk inspeksi visual yang detil;
- sarana untuk perakitan, pembongkaran dan perbaikan bahan bakar nuklir;
- sarana pemeriksaan dimensi fisik;
- sarana pemantauan yang sesuai kontaminasi dan kekritisan;
- sarana pembersih fasilitas; dan
- perisai yang sesuai untuk bahan bakar nuklir oksida campuran atau bahan bakar nuklir hasil proses ulang.

Desain peralatan dan prosedur untuk penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar sedemikian hingga memastikan bahan bakar nuklir tidak mengalami kerusakan selama penanganan dan penyimpanan, atau selama pemuatan ke teras.

b. Desain peralatan

Peralatan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain tidak memiliki sudut dan pinggiran yang tajam untuk:

- mencegah kerusakan permukaan perangkat bahan bakar nuklir; atau
- mempermudah (tidak menghalangi) insersi atau pemindahan perangkat bahan bakar nuklir dengan lancar.

Peralatan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk memudahkan insersi dan pemindahan perangkat bahan bakar nuklir.

Peralatan penanganan didesain untuk mencegah kekuranghati-

jdih.bapeten.go.id

hatian penempatan bahan bakar nuklir dan komponen teras ke posisi yang telah terisi atau ke posisi yang tidak sesuai.

Untuk mencegah penempatan perangkat bahan bakar nuklir segar ke posisi yang tidak sesuai, desain dilengkapi dengan manajemen operasi terkomputerisasi.

Peralatan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk mencegah terjadinya beban lateral, aksial dan bengkok (*bending*) yang menyebabkan perubahan dimensi bahan bakar nuklir yang tidak dapat diterima.

Peralatan penanganan bahan bakar nuklir segar didesain untuk mudah dikalibrasi:

- secara berkala untuk penggantian bahan bakar nuklir *on-load* (saat reaktor operasi), atau
- paling lambat sebelum penggantian bahan bakar nuklir untuk penggantian bahan bakar nuklir *off-load* (saat reaktor *shutdown)*.

Khusus untuk peralatan yang digunakan untuk memeriksa dimensi fisik bahan bakar nuklir segar, peralatan dikalibrasi secara berkala dan tidak boleh digunakan untuk pemeriksaan lainnya yang bukan bahan bakar nuklir.

Apabila digunakan alat pengikat misalnya klem untuk mengikat perangkat bahan bakar nuklir pada posisinya, posisi klem didesain untuk ditempatkan pada tempat yang terlihat.

Peralatan penanganan bahan bakar nuklir segar didesain untuk menyediakan informasi kepada personil tentang status peralatan penanganan, termasuk posisi perangkat dan/atau bundel bahan bakar nuklir dan kondisi pemegang (*gripper*), dengan jelas dan tepat.

Peralatan untuk menaikkan dan menurunkan perangkat bahan bakar nuklir dan komponen teras lainnya didesain untuk tidak dapat berfungsi terhadap beban yang melampaui kapasitas desain.

Untuk mencapai tujuan tersebut, digunakan limitasi fisik atau peralatan proteksi otomatis dengan metode, antara lain:

jdih.bapeten.go.id

- pembatasan daya motor pengerek;
- penggunaan kopling slip (slipping clutch) dalam mekanisme penggerak;
- peralatan penginderaan dan pendataan beban secara otomatis dan kontinyu yang terhubung dengan motor dan kabel pengerek; dan/atau
- limitasi kecepatan.

Pemegang pengerek peralatan penanganan bahan bakar nuklir segar didesain untuk memegang secara kokoh dan untuk memindahkan perangkat bahan bakar nuklir atau perangkat lainnya secara selamat. Persyaratan desain untuk peralatan sebagaimana dimaksud meliputi:

(a) indikasi bahwa pemegang pengerek terkait dengan benar pada perangkat bahan bakar nuklir sebelum pengangkatan dimulai;
(b) pemegang tetap terkunci apabila terjadi kehilangan daya.
(c) pemegang tidak boleh kehilangan kemampuan menahan bahan bakar nuklir ketika diberikan beban.
(d) pemegang hanya dapat melepaskan beban pada ketinggian tertentu.
(e) pemegang memiliki alat keselamatan melekat untuk mencegah perangkat bahan bakar nuklir menjadi tidak terkunci.

Persyaratan huruf (c) dipenuhi dengan menggunakan interlok mekanis. Persyaratan huruf (a) dan (d) dipenuhi dengan ketentuan interlok otomatis apabila memungkinkan. Dalam hal tidak memungkinkan, disusun dan digunakan prosedur administratif yang terkendali.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk menyediakan peralatan darurat manual untuk memastikan bahwa perangkat bahan bakar nuklir ditempatkan di lokasi yang selamat selama penanganan.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk menyediakan peralatan proteksi peralatan penanganan bahan bakar nuklir untuk:

- mencegah pergerakan horisontal selama menaikkan atau

jdih.bapeten.go.id

menurunkan bahan bakar nuklir atau komponen teras;

- mencegah pergerakan terlalu dekat ke dinding kolam, misalnya menggunakan interlok, agar kerusakan bahan bakar nuklir dicegah; dan
- mencegah adanya pergerakan yang tidak diinginkan selama penanganan bahan bakar nuklir

Peralatan proteksi listrik dan elektromekanik pada sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain memenuhi kriteria kegagalan tunggal.

Peralatan penanganan bahan bakar nuklir segar didesain untuk menyediakan kanal peralatan pemindahan yang menembus pengungkung (*containment)* reaktor. Persyaratan desain peralatan sebagaimana dimaksud konsisten dengan persyaratan desain pengungkung reaktor.

Sistem dan peralatan penanganan bahan bakar nuklir segar didesain untuk mencegah kebocoran pelumas dan fluida atau bahan lainnya yang dapat mengurangi kemurnian air kolam.

Dalam hal pencegahan kebocoran tidak dimungkinkan, bahan atau fluida tersebut disyaratkan kompatibel dengan bahan bakar nuklir, peralatan dan struktur penyimpanan.

Dalam hal bahan bakar nuklir segar dipindahkan ke penyimpanan basah sebelum dimasukkan ke teras, persyaratan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi yang sesuai berlaku.

3. Sistem Penunjang

Sistem penunjang untuk area penyimpanan bahan bakar nuklir segar meliputi:

a. sistem ventilasi;
b. sistem drainase;
c. sistem instrumentasi dan kendali; dan
d. sistem komunikasi.

jdih.bapeten.go.id

a. Sistem ventilasi

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk menyediakan sistem ventilasi yang dilengkapi dengan sistem filtrasi untuk mencegah debu dan partikel di udara lainnya masuk ke area penyimpanan bahan bakar nuklir segar, apabila perangkat bahan bakar nuklir disimpan di luar kontener pengangkutan berperapat (*seal*).

Dalam hal sistem ventilasi yang sama digunakan untuk area penyimpanan perangkat bahan bakar nuklir segar dan area penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi, sistem ventilasi didesain sesuai dengan desain sistem ventilasi untuk area penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi.

b. Sistem drainase

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk menyediakan sistem drainase yang memiliki kapasitas tertentu untuk memastikan pembuangan air yang memadai terhadap laju alir masuk yang maksimum. Sistem drainase tidak boleh menyebabkan banjir internal yang diakibatkan cadangan (*backup*) air.

Untuk mencegah kemungkinan tersumbatnya saluran, khususnya apabila air kolam mengandung zat kimia yang dapat mengkristal, sistem drainase dilengkapi prosedur untuk memeriksa kelancaran aliran.

c. Sistem instrumentasi dan kendali

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk menyediakan sistem instrumentasi dan kendali yang sesuai dan memadai.

d. Sistem komunikasi

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk menyediakan sistem komunikasi dua arah yang andal antara area penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir dengan ruang kendali.

jdih.bapeten.go.id

4. Kegiatan Penanganan

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar didesain untuk menyediakan:

- penanganan yang selamat dalam semua kondisi operasi normal, kejadian operasi terantisipasi, dan kecelakaan dasar desain;
- penerimaan kask pengangkutan, termasuk identifikasi dan pemeriksaan visual serta perlakuan terhadap bahan bakar nuklir yang rusak atau tidak dapat diterima;
- kegiatan inspeksi, pengujian dan perawatan yang sesuai.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk melakukan kegiatan interaksi yang berhubungan dengan operasi yang dibutuhkan lainnya.

jdih.bapeten.go.id

B. SISTEM PENANGANAN DAN PENYIMPANAN BAHAN BAKAR NUKLIR TERIRADIASI DAN KOMPONEN TERAS TERIRADIASI

Persyaratan khusus desain sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi dan komponen teras teriradiasi meliputi ketentuan tentang:

1. desain sistem;
2. peralatan;
3. sistem bantu;
4. kegiatan penanganan;
5. pembongkaran dan rekonstitusi (*reconstitution*) bahan bakar nuklir teriradiasi;
6. bahan bakar nuklir yang rusak; dan
7. komponen teras teriradiasi.

1. Desain Sistem

a. Analisis kesubkritisan

Fasilitas penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain dengan analisis kesubkritisan untuk memastikan kesubkritisan dalam kondisi operasi normal, kejadian operasi terantisipasi, dan kecelakaan dasar desain.

Penentuan kesubkritisan menggunakan nilai faktor multiplikasi efektif (k_{eff}) Dalam menentukan kesubkritisan digunakan ketentuan untuk bahan bakar nuklir segar dan ketentuan sebagai berikut:

(1) ditetapkan toleransi terhadap kenaikan reaktivitas yang mungkin karena pembentukan (*buildup*) isotop dapat belah atau peluruhan isotop yang menyerap neutron.

(2) ditetapkan toleransi terhadap adanya racun dapat bakar berdasarkan justifikasi yang telah mempertimbangkan kemungkinan kenaikan reaktivitas terhadap fraksi bakar.

(3) apabila pengaturan konfigurasi tidak dapat mempertahankan bahan bakar nuklir bekas tetap subkritis, digunakan sarana tambahan,

jdih.bapeten.go.id

misalnya penyerap neutron permanen atau pengaturan fraksi bakar untuk memastikan kesubkritisan.

(4) apabila air kolam mengandung penyerap neutron yang terlarut, larutan ini diperhitungkan dalam analisis kesubkritisan dengan mengabaikan sarana yang menyediakan air *make-up* ke kolam yang mampu menyebabkan pengenceran. penggunaan penyerap neutron yang terlarut dan fraksi bakar tidak dapat diterapkan untuk area penyimpanan yang sama.

(5) semua bahan bakar nuklir diasumsikan memiliki fraksi bakar dan pengayaan yang mengakibatkan reaktivitas maksimum, kecuali jika fraksi bakar diasumsikan berdasarkan justifikasi melalui pengukuran yang sesuai untuk memastikan nilai perhitungan kandungan bahan fisil atau tingkat deplesi, sebelum dilakukan penyimpanan bahan bakar nuklir.

(6) efek pantulan neutron diperhitungkan dalam perhitungan kekritisan.

(7) asumsi pelemahan neutronik untuk lokasi penyimpanan yang berbeda didukung dengan perhitungan.

(8) penyimpanan untuk perangkat bahan bakar nuklir bekas yang kurang sempurna diperhitungkan.

b. Tata letak tempat penyimpanan

Persyaratan tata letak pada penyimpanan bahan bakar nuklir segar juga berlaku untuk penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan posisi penyimpanan untuk semua tipe perangkat bahan bakar nuklir, alat kendali reaktivitas, bahan bakar nuklir *dummy*, kanal bahan bakar nuklir, peralatan instrumentasi, sumber neutron, komponen teras lain dan materi lain misal konteiner penyimpanan atau kask pengangkutan.

Desain kapasitas tidak memperhitungkan penyimpanan perangkat bahan bakar nuklir di posisi yang tidak diizinkan, dan dibuat secara fisik

jdih.bapeten.go.id

untuk mencegah kekuranghati-hatian penempatan bahan bakar nuklir di luar lokasi yang ditentukan.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain dengan kapasitas penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi yang memadai yang memungkinkan perpindahan panas sisa dan peluruhan radioaktif sebelum dilakukan pengiriman dari reaktor. Untuk bahan bakar nuklir oksida campuran, nilai panas sisa yang lebih tinggi diperhitungkan.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan kapasitas penyimpanan yang memadai dengan kondisi maksimum selama umur reaktor.

Tergantung pada tipe reaktor, rak kosong disediakan untuk menampung bahan bakar nuklir sebanyak satu teras penuh pada setiap waktu.

Desain memperhitungkan kemungkinan perbaikan kolam.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan penyimpanan bahan bakar nuklir yang bocor atau rusak.

Pengaturan untuk penyimpanan perangkat bahan bakar nuklir yang rusak meminimalkan risiko penyebaran bahan fisil selama penanganan dan penyimpanan.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan area penanganan kask *(cask)* untuk menampung berbagai kask yang dipergunakan di fasilitas.

Ketentuan dibuat untuk penanganan kask yang selamat bahkan pada saat kapasitas penyimpanan bahan bakar nuklir mencapai maksimum.

Tata letak penyimpanan didesain mempertimbangkan hal-hal berikut:

- desain menyediakan akses ke semua bagian fasilitas penyimpanan yang memerlukan inspeksi dan perawatan berkala misalnya, las

jdih.bapeten.go.id

untuk sambungan antar dinding *(liner)* kolam.

- desain tata letak menyediakan area untuk dekontaminasi dan inspeksi peralatan untuk penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir dan kask.
- desain menyediakan area untuk inspeksi, identifikasi, pembongkaran dan rekonstitusi bahan bakar nuklir, termasuk pengukuran fraksi bakar.
- desain menyediakan area untuk penyimpanan dan penggunaan peralatan dan perlengkapan yang penting untuk perbaikan dan pengujian peralatan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir dan komponen teras.
- desain menyediakan area untuk penerimaan komponen bahan bakar nuklir lainnya.
- desain tata letak memastikan pemindahan bahan bakar nuklir dengan tepat, dan untuk memastikan bahwa bahan bakar nuklir dan peralatan penanganan bahan bakar nuklir tidak akan rusak.

c. Proteksi terhadap kebakaran

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk membatasi risiko kerusakan akibat kebakaran terhadap bahan bakar nuklir teriradiasi, struktur penyimpanan bahan bakar nuklir, sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir, dan sistem keselamatan.

d. Bahan dan konstruksi

Fasilitas penyimpanan bahan bakar nuklir bekas didesain berdasarkan umur desain. Umur desain mempertimbangkan ketentuan untuk inspeksi berkala, perbaikan, dan penggantian dengan suku cadang.

Sistem dan komponen terkait keselamatan dari fasilitas penyimpanan bahan bakar nuklir bekas didesain untuk memenuhi fungsinya selama umur fasilitas. Apabila hal itu tidak memungkinkan, desain memudahkan penggantian komponen atau sistem dengan selamat.

jdih.bapeten.go.id

Pemilihan bahan struktur dan metode konstruksi berdasarkan pada standar yang ditetapkan. Pertimbangan dilakukan terhadap efek kumulatif potensial dari iradiasi pada bahan yang menerima radiasi tingkat tinggi.

Bahan struktur dan komponen yang kontak langsung dengan perangkat bahan bakar nuklir bekas kompatibel dengan bahan perangkat bahan bakar nuklir dan tidak mencemari bahan bakar nuklir dengan partikel lain yang dapat menurunkan integritas bahan bakar nuklir secara signifikan selama penyimpanan.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain dengan mempertimbangkan efek lingkungan penyimpanan terhadap bahan bakar nuklir dan komponen terkait keselamatan. Setiap efek perubahan di lingkungan penyimpanan dikaji.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain dengan memperhitungkan efek dari agen korosif baik di dalam maupun di luar konteiner bahan bakar nuklir bekas, misalnya pada kelongsong bahan bakar nuklir atau struktur kolam.

Selama umur fasilitas, sistem penyimpanan yang menggunakan penyerap neutron padat yang tetap perlu ditunjukkan bahwa:

- penyerap dipasang dengan benar;
- penyerap tidak kehilangan efektivitasnya atau integritas fisiknya; dan
- penyerap tidak berpindah dalam kondisi operasi normal dan kejadian operasi terantisipasi, dan kondisi kecelakaan.

Efektivitas penyerap ditentukan dengan cara perhitungan dan/atau eksperimen.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi yang terkait keselamatan didesain untuk menggunakan bahan yang tahan terhadap kondisi lingkungan, misalnya kelembaban tinggi, suhu tinggi, dan tingkat radiasi tinggi. Batas dan/atau toleransi ditetapkan agar tindakan pemulihan dapat dilakukan apabila batas dan/atau toleransi terlampaui.

jdih.bapeten.go.id

e. Beban desain

Peralatan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain dengan perhitungan beban desain sesuai dengan peralatan penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk membatasi beban untuk memastikan bahwa selama kondisi operasi normal, kejadian operasi terantisipasi, dan kondisi kecelakaan dasar desain:

(1) tidak ada kerusakan bahan bakar nuklir atau tidak terjadi kekritisan bahan bakar nuklir yang tanpa disengaja; dan
(2) tidak ada kerusakan pada struktur kolam penyimpanan bahan bakar nuklir bekas atau peralatan penanganan

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain dengan mempertimbangkan beban berikut:

- beban maksimum dari perangkat bahan bakar nuklir, alat kendali reaktivitas, perangkat racun penyerap, *dummy* dan komponen lain;
- tekanan hidrostatik air;
- beban yang disebabkan oleh kask yang terisi penuh dan peralatan angkut lainnya;
- beban akibat suhu;
- beban seismik;
- beban statik dan dinamik misalnya beban jatuh ke dalam kolam bahan bakar nuklir.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain dengan memperhitungkan efek iradiasi pada struktur, sistem dan komponen.

f. Sistem air kolam, sistem pemurnian, dan sistem pendinginan

Sistem air kolam, sistem pemurnian, dan sistem pendinginan untuk penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk:

- menyediakan sistem pemantauan ketinggian dan pemantauan suhu;
- mencegah pengisian air pada kolam penyimpanan secara berlebihan;

jdih.bapeten.go.id

- menyediakan air kolam dengan volume yang memadai sehingga suhu air tidak mencapai titik didih apabila terjadi kegagalan sistem pendinginan kolam;
- menyediakan sistem *make-up* air untuk mengganti kehilangan air dengan menggunakan sumber air yang andal pada kondisi operasi normal, kejadian operasi terantisipasi, dan kecelakaan dasar desain;
- memastikan bahwa hilangnya perisai atau hilangnya pendinginan tidak akan menghalangi akses personil yang diperlukan untuk melaksanakan prosedur *make-up* darurat;
- mengatur jalur pipa sehingga ketinggian air kolam bahan bakar nuklir teriradiasi tidak menurun melampaui ketinggian air yang dapat merendam bahan bakar nuklir teriradiasi dengan selamat ketika terjadi efek sifon atau pecahnya pipa penghubung;
- menempatkan titik peneterasi pada dinding kolam di atas ketinggian air yang dapat merendam bahan bakar nuklir teriradiasi dengan selamat untuk meminimalkan efek kegagalan titik penetrasi;
- menyediakan pintu air (*sluice gates*) di antara kolam yang berbeda yang mampu menahan tekanan air maksimum dari sisi manapun. Ketinggian dasar dari pintu air lebih tinggi dibandingkan puncak perangkat bahan bakar nuklir yang disimpan untuk mempertahankan fitur perisai yang memadai;
- menyediakan perapat yang tahan radiasi untuk pintu air yang didesain dapat bertahan saat hilangnya sistem penunjang, misalnya sistem pemasok udara bertekanan;
- menyediakan sistem pemantauan kebocoran, sistem penampungan, dan sistem pemindahan.

Batasan konsentrasi zat radioaktif, mutu air, dan tingkat kontaminasi udara ditetapkan dan dipantau untuk semua area penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan sistem pemurnian air agar:

jdih.bapeten.go.id

- pengotor padatan, ion dan radioaktif yang dihasilkan dari produk aktivasi, bahan bakar nuklir yang rusak dan bahan lain dapat dihilangkan dari air untuk memastikan bahwa laju dosis radiasi dengan perisai air dapat dipertahankan di dalam batas-batas yang ditetapkan;
- batasan yang terkait dengan kimia air kolam (misalnya, konsentrasi boron, kandungan klorida, sulfat dan fluorida yang sesuai, nilai pH dan konduktivitas) yang ditetapkan untuk mempertahankan kondisi subkritis dan meminimalkan korosi dapat dipenuhi;
- mempertahankan kejernihan air pada tingkat yang dapat diterima;
- menetapkan ketentuan untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba;
- mencegah terjadinya pengenceran boron di dalam kolam untuk kendali kekritisan;
- menyediakan sistem alarm dan pemantauan otomatik terhadap kandungan boron.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan fasilitas dan peralatan untuk menghilangkan pengotor dan partikel yang terperangkap pada permukaan air kolam

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk dapat:

- memindahkan atau mengalirkan air kolam ke sistem pemurnian atau ke peralatan pemurnian lokal;
- mencegah penyebaran zat radioaktif ke udara, termasuk halogen, dari permukaan kolam. Contohnya dengan mengatur posisi lubang hisap sistem pengaturan udara dan ventilasi dekat permukaan kolam.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan sistem penyimpanan resin bekas jangka panjang atau pemindahan resin bekas untuk mencegah pelepasan produk fisi ke lingkungan, apabila unit penyaring produk fisi berbasis resin

jdih.bapeten.go.id

dipasang di kolam penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk meminimalkan jumlah flens (*flanges*) dan fitur lain (misalnya perangkap atau kalang) dalam pemipaan yang dapat mengakumulasi zat radioaktif atau kontaminan.

Sistem pendinginan kolam didesain untuk memastikan:

- pemindahan panas yang dibangkitkan oleh inventori kolam;
- suhu air kolam pada kondisi operasi normal;
- integritas kelongsong bahan bakar nuklir;
- pengendalian ketinggian air;
- pengendalian suhu air rata-rata pada tingkat yang sesuai dengan persyaratan desain dinding (*liner*) kolam dan struktur;
- pembatasan penyebaran kontaminasi melalui penguapan atau pendidihan pendingin, dilakukan dengan perhitungan pada kondisi kecelakaan;
- keberterimaan tingkat kelembaban di dalam area yang terkait dengan pengoperasian peralatan, misalnya peralatan filtrasi udara dan peralatan listrik;
- keberterimaan kondisi kerja untuk operator;
- redundansi atau diversifikasi fungsi sistem pendinginan; dan
- pemenuhan terhadap kriteria kegagalan tunggal.

Sistem pendingin kolam didesain dengan menetapkan batas suhu air kolam untuk memastikan keandalan dengan mempertimbangkan:

- beban panas desain,
- pelepasan zat radioaktif dari air,
- efek pada struktur kolam dan pada komponen dari sistem pendinginan dan pemurnian,
- rak bahan bakar nuklir dan peralatan penanganan di dalam area penyimpanan,
- hilangnya air,
- kenyamanan operator, dan

jdih.bapeten.go.id

- efek pada peralatan tambahan seperti peralatan listrik dan filtrasi udara.

Batas suhu air kolam untuk kondisi operasi dan untuk kondisi kecelakaan dapat ditetapkan berbeda.

Dalam hal terjadi pendidihan atau penguapan berlebihan dari air kolam setelah kondisi kecelakaan, desain menetapkan batas dari laju penguapan maksimum dan ketinggian minimum air kolam untuk struktur dan sistem kolam

Sistem pendinginan kolam didesain untuk memastikan bahwa sistem dapat dijalankan kembali dalam kondisi air kolam hampir mendidih.

g. Perisai

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk memastikan bahwa perisai radiasi yang memadai disediakan di area yang berdekatan dengan lokasi sistem penanganan bahan bakar nuklir.

Dalam analisis perisai, asumsi yang digunakan adalah:

- semua lokasi penyimpanan bahan bakar nuklir penuh, semua bahan bakar nuklir dianggap memiliki fraksi bakar desain maksimum dengan posisi fluks neutron tertinggi, dan waktu penyimpanan yang konservatif;
- ketinggian minimum air yang diizinkan di atas perangkat bahan bakar nuklir dipertahankan, dengan memperhitungkan tinggi maksimum perangkat bahan bakar nuklir selama operasi penanganan;
- peralatan penggantian bahan bakar nuklir penuh dengan bahan teriradiasi dengan tingkat aktivitas maksimum dan terletak di posisi yang paling tidak menguntungkan.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk:

- menyediakan peralatan redundan yang terhubung ke sistem alarm

jdih.bapeten.go.id

di ruang kendali untuk mengukur ketinggian air;

- menyediakan pasokan air *make-up* yang andal baik dalam kondisi operasi normal, kejadian operasi terantisipasi, maupun kondisi kecelakaan;
- memperhitungkan kemungkinan berkurangnya air kolam dengan cepat karena hilangnya kekedapan (*leaktightness*) dari pintu air;
- mencegah berkurangnya ketinggian air kolam sehingga perangkat bahan bakar nuklir tetap terendam selama penanganan.

Apabila hal tersebut di atas tidak dapat ditunjukkan, kebolehjadian berkurangnya air kolam dibatasi melalui upaya desain dan konstruksi bangunan, misalnya dengan cara isolasi ganda.

Peralatan penanganan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk mencegah pengangkatan atau penempatan bahan bakar nuklir teriradiasi secara tidah hati-hati ke posisi tak berperisai.

Untuk mengurangi paparan radiasi personil, sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk pengoperasian jarak jauh dan/atau otomasi dan mekanisasi untuk semua proses yang berhubungan dengan pemuatan, pembongkaran, dan penanganan perangkat bahan bakar nuklir, kegiatan perbaikan dan kegiatan penggantian peralatan radioaktif.

h. Ketahanbocoran

Area penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain dengan kebocoran nol (anti bocor/*zero leakage*) dan pemantauan ketahanbocoran.

Laju kebocoran yang mungkin terjadi setelah kondisi kecelakaan tidak boleh melampaui kapasitas pasokan air *make-up* untuk memastikan bahwa konsekuensi berada dalam batas yang ditetapkan baik untuk lepasan zat radioaktif maupun jumlah inventori.

Kolam penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk:

- menyediakan sarana sistem pengumpul kebocoran,
- menyediakan sarana penentuan lokasi dan mitigasi kebocoran yang

jdih.bapeten.go.id

melampaui batas yang ditetapkan,

- menyediakan sarana perbaikan kerusakan kolam penyimpanan dalam kejadian yang mengakibatkan kebocoran,
- melaksanakan inspeksi fasilitas penyimpanan untuk mengantisipasi kebocoran dan untuk mendeteksi kebocoran yang tidak dikumpulkan oleh sistem pengumpul kebocoran.

Kolam penyimpanan sementara didesain menyatu (saling terhubung) agar dapat dilakukan pemindahan isi kolam dan perbaikan struktur kolam dan peralatan terkait.

2. Peralatan

a. Jenis peralatan

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan peralatan penanganan bahan bakar nuklir teriradiasi dan komponen lainnya, baik sebagai satu perangkat maupun bagian dari perangkat, atau kontener yang didesain khusus. Peralatan sebagaimana dimaksud meliputi:

- peralatan bahan bakar nuklir;
- peralatan pemindah/transfer bahan bakar nuklir;
- peralatan pengangkat bahan bakar nuklir;
- peralatan pengangkat komponen teras;
- peralatan pembongkaran dan rekonstitusi bahan bakar nuklir;
- peralatan inspeksi bahan bakar nuklir;
- peralatan penanganan kontener penyimpanan bahan bakar nuklir;
- peralatan proteksi radiasi; dan
- peralatan dekontaminasi.

b. Peralatan penanganan

Seluruh peralatan untuk penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain dengan persyaratan yang berlaku untuk sistem yang sama yang digunakan untuk bahan bakar nuklir segar.

Peralatan pengangkat bahan bakar nuklir dan komponen teras lainnya didesain sehingga pengangkatan dikendalikan dalam batas yang

jdih.bapeten.go.id

dapat diterima dan tertentu.

Peralatan penanganan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk mudah dikalibrasi:

- secara berkala untuk penggantian bahan bakar nuklir *on-load* (saat reaktor operasi), atau
- paling lambat sebelum penggantian bahan bakar nuklir untuk penggantian bahan bakar nuklir *off-load* (saat reaktor *shutdown*).

Peralatan penanganan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk mencegah bahan bakar nuklir secara fisik diangkat melebihi batas yang ditetapkan dengan cara antara lain:

- menggunakan batang dengan panjang tertentu yang menghubungkan pegangan pengerek dengan derek; atau
- menggunakan penghentian mekanik pada tali pengerek.

Peralatan penanganan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan interlok elektrik untuk mencegah pergerakan mesin penggantian bahan bakar nuklir ketika bahan bakar nuklir dalam posisi yang tidak benar.

Peralatan penanganan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain dengan pertimbangan khusus meliputi:

- peralatan penanganan yang berongga (hollow) yang dapat terisi air saat terendam (untuk mempertahankan perisai air) dan terkuras kering saat dikeluarkan dari dalam air;
- penggunaan peralatan penanganan yang tidak menyebabkan komponen terlepas; dan
- alat penanganan konvensional untuk melakukan kegiatan yang tidak terkait penanganan bahan bakar nuklir dan komponen teras yang tidak menghalangi tindakan terkait keselamatan.

c. Peralatan inspeksi dan pembongkaran (*dismantling*)

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan peralatan untuk inspeksi langsung atau jarak jauh terhadap perangkat bahan bakar nuklir dan komponen teras lainnya

jdih.bapeten.go.id

secara visual atau menggunakan metode lainnya.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan peralatan pembongkaran (*dismantling*) yang memadai untuk memotong bahan bakar nuklir dengan tujuan dapat menggunakan kembali bagian tertentu, misalnya kanal bahan bakar nuklir, dan apabila diperlukan pembongkaran (*dismantling*) bahan bakar nuklir sebelum penyimpanan.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk menyediakan peralatan deteksi untuk perangkat bahan bakar nuklir yang gagal yang mampu mendeteksi kegagalan perangkat bahan bakar nuklir teriradiasi tanpa mempengaruhi integritas struktur bahan bakar nuklir.

Peralatan untuk inspeksi, peralatan pembongkaran dan rekonstitusi didesain untuk mengurangi efek iradiasi dan untuk mencegah panas berlebih (*overheating*) pada bahan bakar nuklir.

d. Peralatan penyimpanan

Sistem penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan peralatan penyimpanan, misalnya rak penyimpanan atau konteiner penyimpanan.

Peralatan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain dengan pertimbangan:

- kemudahan akses ke seluruh posisi penyimpanan bahan bakar nuklir dengan peralatan penanganan bahan bakar nuklir yang memadai;
- mencegah miringnya rak bahan bakar nuklir atau pergerakan konteiner bahan bakar nuklir setelah kejadian awal terpostulasi, kecuali apabila dapat ditunjukkan tidak ada bahaya akibat pergerakan tersebut;
- meminimalkan kemungkinan beban lateral, aksial, lengkung berlebih terhadap perangkat bahan bakar nuklir selama penanganan dan penyimpanan, dengan memperhitungkan berbagai dimensi

jdih.bapeten.go.id

komponen sebagai akibat operasi;

- menyediakan peralatan penyangga bahan bakar nuklir untuk mencegah kerusakan bahan bakar nuklir pada saat memiringkan atau memutar konteiner pengangkutan atau konteiner penyimpanan;
- menyediakan peralatan untuk memudahkan pembongkaran (*dismantling*) atau pemindahan dalam rangka perawatan menyeluruh (*overhaul*) terhadap rak penyimpanan dan perawatan dinding kolam;
- memperhitungkan efek potensial dari pemanasan bahan yang digunakan untuk penyimpanan, dan mencegah pendidihan air dalam celah antara bahan bakar nuklir dengan rak (*interspace*).
- mencegah kenaikan reaktivitas melalui desain kisi penyimpanan, misalnya karena terperangkapnya udara atau uap selama penanganan atau penyimpanan bahan bakar.

3. Sistem Penunjang

Sistem penunjang dan persyaratan sistem penunjang untuk penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir segar berlaku juga untuk penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi.

Sistem penunjang lainnya untuk area penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi meliputi:

a. peralatan pencahayaan/penerangan;
b. peralatan untuk pendinginan dan pemurnian air; dan
c. sistem pemantauan radiasi dan sistem ventilasi.

a. Peralatan pencahayaan

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan:

- peralatan pencahayaan yang memadai di area kolam untuk melakukan penanganan dan inspeksi visual dan identifikasi perangkat bahan bakar nuklir; dan

jdih.bapeten.go.id

- peralatan pencahayaan dalam air di dekat area kerja dan beberapa sarana untuk penggantian lampu dalam air.

Bahan yang digunakan untuk lampu dalam air didesain:

- sesuai dengan kondisi lingkungan dan khususnya tidak mengalami korosi atau menyebabkan kontaminasi air yang tak dapat diterima; dan
- tahan terhadap tumbukan dan panas kejut setinggi mungkin.

b. Peralatan untuk pendinginan dan pemurnian air

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan peralatan pendinginan dan pemurnian air kolam. Peralatan pendinginan dan pemurnian dapat menggunakan komponen yang sama.

Apabila sistem pemurnian air lokal atau portabel digunakan, kapasitas aliran sistem pemurnian air lokal atau portabel dan kemungkinan kebocoran kolam lebih kecil dibandingkan kapasitas aliran *make-up*.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan sarana dekontaminasi untuk peralatan dan perlengkapan penanganan bahan bakar nuklir, dan sarana pembersihan dan dekontaminasi kask.

Sistem pemindah air yang terpasang didesain untuk mencegah secara aktif pengambilan air hingga tinggi muka air di bawah batas yang ditetapkan.

c. Sistem pemantauan radiasi dan sistem ventilasi

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan peralatan dan alarm pemantauan radiasi dengan jumlah yang memadai untuk melindungi personil dan operator peralatan penanganan bahan bakar nuklir di area penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi.

Pemantauan radioaktivitas udara dilakukan secara terus menerus di area yang mungkin terdapat zat radioaktif di udara selama penanganan bahan bakar nuklir teriradiasi.

jdih.bapeten.go.id

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir didesain untuk menyediakan peralatan ventilasi dan filtrasi udara untuk membatasi potensi lepasan dan konsentrasi zat radioaktif di udara.

Aliran udara ventilasi didesain untuk bergerak dari area kontaminasi rendah menuju area kontaminasi tinggi, dan mencegah aliran balik.

Sistem ventilasi didesain untuk:

- mencegah kelembaban tinggi di fasilitas penyimpanan basah;
- menyediakan lingkungan bebas debu yang terkendali untuk mengurangi akumulasi debu pada permukaan kolam; dan
- untuk mencegah bahaya dari gas mudah terbakar dan meledak.

4. Kegiatan Operasi

a. Kegiatan penanganan

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk mengakomodasi:

- semua kegiatan penanganan bahan bakar nuklir baik yang diinginkan maupun yang terantisipasi;
- kegiatan inspeksi, pengujian, dan perawatan; dan
- interaksi dengan kegiatan penting lainnya.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan cara atau sarana untuk memastikan kondisi subkritis selama pemindahan bahan penyerap dari teras.

Sesuai dengan jenis reaktornya, upaya protektif dan administratif dilakukan untuk:

- membatasi jumlah peralatan kendali reaktivitas yang dikeluarkan pada satu kali pengeluaran dengan membatasi pemakaian peralatan yang diperlukan untuk mengeluarkannya;
- memastikan bahwa bahan bakar nuklir yang berdekatan dengan peralatan kendali reaktivitas telah dipindahkan, sebelum perangkat bahan bakar nuklir yang berisi alat kendali reaktivitas dipindahkan; dan

jdih.bapeten.go.id

- menyediakan bahan penyerap yang memadai dalam pendingin untuk menjamin kesubkritisan meskipun semua peralatan kendali reaktivitas dipindahkan.

b. Khusus untuk penggantian bahan bakar nuklir saat operasi (*on-load*)

Sistem penanganan bahan bakar nuklir untuk penggantian bahan bakar nuklir saat operasi daya didesain untuk mempertahankan:

- integritas batas (*boundary*) tekanan untuk perpindahan panas reaktor setiap saat selama reaktor beroperasi daya.
- integritas pengungkung (*containment*) setiap saat selama perpindahan bahan bakar nuklir melintasi batas (*boundary*) pengungkung (*containment*).

Integritas mesin penggantian bahan bakar nuklir harus sepadan dengan integritas batas (*boundary*) tekanan.

Mesin penggantian bahan bakar nuklir didesain untuk meminimalkan probabilitas kecelakaan kehilangan pendingin dan/atau keluarnya bahan bakar nuklir bekas atau alat kendali reaktivitas.

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk:

- menyediakan sarana verifikasi kekedapan sistem sebelum pemindahan dan setelah pemasangan penutup batas tekanan; dan
- memastikan integritas batas tekanan selama kegiatan penggantian bahan bakar nuklir.

Sistem penanganan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk:

- mencegah pergerakan bahan bakar nuklir keluar dari batas tekanan ketika mesin penggantian bahan bakar nuklir dihubungkan dengan kanal bahan bakar nuklir;
- mencegah mesin penggantian bahan bakar nuklir memberikan beban lebih pada kanal bahan bakar nuklir;
- mencegah pengaruh kegiatan penggantian bahan bakar nuklir terhadap perilaku reaktor yang mengakibatkan bahaya pada bagian lain dari sistem reaktor; dan

jdih.bapeten.go.id

- menghentikan kegiatan penggantian bahan bakar nuklir bahan bakar nuklir dengan selamat setelah terjadi kejadian yang mempengaruhi reaktor.

5. Pembongkaran (*dismantling*) dan Rekonstitusi Bahan bakar nuklir Teriradiasi.

Terkait dengan integritas bahan bakar nuklir, peralatan pembongkaran, peralatan rekonstitusi, dan peralatan penanganan bahan bakar nuklir didesain untuk mencegah kerusakan bahan bakar nuklir yang disebabkan oleh:

- beban ketika mengangkat elemen atau perangkat bahan bakar nuklir yang dibongkar (*dismantle*);
- kegiatan penanganan lainnya misalnya memiringkan bahan bakar nuklir; atau
- perubahan pada kelongsong bahan bakar nuklir.

Sistem pembongkaran dan rekonstitusi bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk menyediakan sarana yang andal untuk memindahkan panas sisa dari bahan bakar nuklir teriradiasi selama pembongkaran dan rekonstitusi bahan bakar nuklir.

Sistem pembongkaran dan rekonstitusi bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk mencegah akumulasi debu dan gas radioaktif dengan cara:

- mengunakan sistem ventilasi;
- menggunakan aliran udara pendingin; dan/atau
- meminimalkan fitur peralatan yang mengakumulasi debu dan gas.

Zat radioaktif di udara yang dihisap dari fasilitas pembongkaran harus disaring oleh sistem ventilasi.

Persyaratan mengenai desain perisai untuk operasi dan pencegahan kondisi kritis dan jatuhnya bahan bakar nuklir teriradiasi atau perangkat lain juga berlaku untuk kegiatan pembongkaran bahan bakar nuklir.

6. Ketentuan untuk Bahan bakar nuklir Rusak

Bahan bakar nuklir yang rusak, sebagai sumber kontaminasi yang potensial, harus ditempatkan dalam kontener penyimpanan yang sesuai. Kontener didesain tahan terhadap temperatur dan tekanan yang ditimbulkan oleh

jdih.bapeten.go.id

panas sisa bahan bakar nuklir teriradiasi dan oleh reaksi kimia antara bahan bakar nuklir atau kelongsong dengan air.

Sistem penanganan bahan bakar nuklir didesain untuk dapat memindahkan perangkat bahan bakar nuklir yang rusak atau komponen teras lainnya.

Peralatan khusus untuk manipulasi bahan bakar nuklir yang rusak didesain sesuai dengan persyaratan yang memastikan nilai kesubkritisan dan perisai terpenuhi.

Dalam hal digunakan peralatan yang tidak memenuhi standar dalam penanganan bahan bakar nuklir yang rusak, prosedur penggunaan ditetapkan dan kendali administratif yang ketat dilakukan.

7. Penanganan dan Penyimpanan Komponen Teriradiasi Lainnya

Sistem penanganan bahan bakar nuklir didesain untuk melakukan penanganan dan penyimpanan komponen teras teriradiasi yang tidak mengandung bahan bakar nuklir. Komponen teras teriradiasi yang dimaksud meliputi:

- alat kendali reaktivitas atau alat *shutdown*;
- instrumentasi dalam teras;
- sumber neutron;
- pembatas aliran (*flow restrictor*);
- kanal bahan bakar nuklir;
- penyerap dapat bakar; dan/atau
- cuplikan bahan bejana reaktor.

a. Komponen teras

Persyaratan desain sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi juga berlaku untuk komponen teras teriradiasi.

Untuk komponen teras teriradiasi, sistem penanganan didesain untuk:

- menyediakan perisai yang memadai;
- menyediakan interlok dan upaya lain untuk memastikan proteksi bagi operator dari paparan radiasi, apabila dilakukan inspeksi terhadap komponen teras teriradiasi;

jdih.bapeten.go.id

- menyediakan sarana pemindahan komponen teras teriradiasi ke dalam kontener pengiriman;
- menyediakan fasilitas penyimpanan yang ditetapkan;
- menyediakan sarana inspeksi terhadap komponen teras teriradiasi;
- melindungi bahan bakar nuklir yang disimpan dan membatasi kemungkinan sebaran kontaminasi; dan
- menyediakan area penyimpanan komponen teras teriradiasi yang berbeda dengan area penyimpanan untuk bahan bakar nuklir segar.

Ketentuan untuk penyimpanan sementara komponen teras teriradiasi di fasilitas penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi dibuat.

b. Sumber neutron

Sistem penanganan didesain untuk menyediakan perisai radiasi yang memadai dan peralatan pemantauan radiasi untuk melindungi personil terhadap radiasi pengion yang berasal dari sumber neutron.

Sistem penanganan dilengkapi dengan ketentuan pengukuran kontaminasi kontener yang berisi sumber neutron.

Peralatan pemantauan radiasi yang dimaksud adalah alat ukur laju dosis gamma dan neutron.

Sistem penanganan dilengkapi dengan pengaturan untuk identifikasi dan kendali administratif terhadap semua sumber neutron.

c. Komponen reaktor yang dapat digunakan ulang

Sistem penanganan didesain untuk meminimalkan sebaran kontaminasi dan paparan radiasi terhadap personil selama pemindahan komponen reaktor yang dapat digunakan ulang ke area perakitan.

Komponen ini teraktivasi, dan contohnya antara lain

- kanal bahan bakar nuklir pada reaktor air mendidih BWR,
- perangkat pembatas aliran pada reaktor air bertekanan PWR.

"Komponen reaktor yang dapat digunakan ulang", termasuk bagian komponen yang dapat diganti misalnya perapat, diinspeksi untuk memastikan stabilitas dimensi dan adanya kemungkinan kerusakan akibat operasi dan penanganan.

jdih.bapeten.go.id

Sistem penanganan dan penyimpanan bahan bakar nuklir teriradiasi didesain untuk mencegah "komponen reaktor yang dapat digunakan ulang" terkontaminasi bahan yang mempengaruhi integritas komponen reaktor setelah diinsersi kembali ke teras.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd

AS NATIO LASMAN

jdih.bapeten.go.id

LAMPIRAN III

PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR

NOMOR 3 TAHUN 2010

TENTANG

DESAIN SISTEM PENANGANAN DAN PENYIMPANAN

BAHAN BAKAR NUKLIR UNTUK REAKTOR DAYA

jdih.bapeten.go.id

PERSYARATAN PENANGANAN KASK BAHAN BAKAR NUKLIR

A. DESAIN PENANGANAN KASK BAHAN BAKAR NUKLIR

Sistem penanganan didesain untuk menyediakan peralatan penanganan di tapak reaktor yang sesuai dengan persyaratan penanganan kask bahan bakar nuklir yang digunakan.

Struktur, sistem, komponen didesain dan prosedur penanganan kask disusun agar kegiatan penanganan kask tidak mempengaruhi kegiatan yang terkait dengan operasi reaktor.

Struktur, sistem, dan komponen didesain, dan prosedur disusun untuk mencegah atau meminimalkan meluasnya kontaminasi pada kask pemindah *(tranfer cask)* dan bungkusan pengangkutan.

Sistem penanganan didesain untuk menyediakan fasilitas untuk:

- dekontaminasi kask sebelum pengangkutan atau pemindahan ke penyimpanan; dan
- uji kebocoran, uji kontaminasi permukaan, pengukuran paparan radiasi, dan uji lain yang diperlukan.

Ketentuan dibuat untuk mengalirkan fluida yang digunakan untuk dekontaminasi menuju ke sistem limbah radioaktif.

Rute pemindahan di dalam instalasi didesain sedekat mungkin dengan mempertimbangkan keselamatan.

Pemindahan kask didesain tidak melintas di atas bahan bakar nuklir yang disimpan. Apabila jatuhnya atau miringnya kask dipertimbangkan sebagai kejadian awal (pemicu) terpostulasi, kemungkinan ini diperhitungkan dalam desain.

Sistem penanganan didesain untuk melindungi bahan bakar nuklir, tangki/*liner* kolam bahan bakar nuklir, sistem pendingin dan sistem reaktor yang penting untuk keselamatan reaktor.

Peralatan pengangkat didesain untuk mencegah jatuhnya beban yang berat. Apabila kegagalan komponen tunggal dari sistem pengangkat kask dapat mengakibatkan jatuhnya beban yang tidak dapat diterima, sistem penanganan

jdih.bapeten.go.id

didesain untuk menggunakan peralatan peredam disertai ketentuan pembatasan tinggi pengangkatan untuk memitigasi konsekuensi potensialnya.

Upaya mengurangi kebolehjadian kecelakaan jatuhnya kask dilakukan melalui:

- desain derek (*crane*) yang sesuai;
- prosedur yang tepat untuk inspeksi, pengujian, dan perawatan derek dan roda gigi pengangkat, dan
- pelatihan operator yang memadai.

Area penanganan kask didesain dengan tata letak sehingga tersedia ruang yang cukup di sekitar kask untuk dekontaminasi, inspeksi, pemantauan radiasi, uji kontaminasi, dan tersedia area penyimpanan untuk kask dan peralatan terkait misalnya peredam goncangan.

B. PERALATAN PENANGANAN KASK BAHAN BAKAR NUKLIR

Peralatan penanganan kask didesain kompatibel dengan alat pengangkat bahan bakar nuklir dan komponen reaktor.

Jenis peralatan penanganan kask meliputi:

- kendaraan untuk memindahkan kask;
- derek (*crane*) dan peralatan pengangkat terkait untuk kask, tutup kask, atau bagian dalam kask;
- peralatan dekontaminasi;
- peralatan pemantau radiasi;
- sistem pembilas dan penguras dan/atau pembersih kask;
- peralatan untuk membuka tutup kask;
- peralatan pengujian kask;
- sarana dan alat untuk mencegah kontaminasi radioaktif pada permukaan luar kask; dan
- peralatan pencahayaan.

Kendaraan atau derek yang digunakan untuk memindahkan kask didesain untuk:

- mencegah kemungkinan jatuhnya atau miringnya kask;
- memiliki sistem rem andal untuk memastikan bahwa tidak terjadi pergerakan atau perpindahan yang tidak disengaja;

jdih.bapeten.go.id

- membatasi kecepatan pergerakan horisontal maupun vertikal dari derek untuk memastikan penanganan kask dengan selamat.

Sistem rem andal yang dimaksud menggunakan rem ganda, masing-masing dengan kapasitas rem pada beban penuh.

Sistem penanganan didesain untuk:

- menyediakan peralatan pemantau radiasi yang mampu mengukur radiasi gamma maupun neutron cepat dan neutron termal dari kask; dan
- menetapkan ketentuan untuk mengukur kontaminasi permukaan pada kask untuk memastikan bahwa peraturan pengangkutan dipenuhi.

Apabila bahan bakar nuklir dipindahkan kembali ke kolam dari tempat penyimpanan kering, pendinginan untuk kask dan bahan bakar nuklir harus disediakan secara memadai.

C. KEGIATAN PENANGANAN

Peralatan penanganan kask didesain untuk memastikan bahwa persyaratan yang berlaku dalam ketentuan keselamatan operasi dipenuhi.

Peralatan penanganan didesain agar memudahkan pelaksanaan:

- semua kegiatan penanganan bahan bakar nuklir yang diinginkan dan yang terantisipasi;
- kegiatan inspeksi, pengujian, dan perawatan yang tepat; dan
- interaksi yang diperlukan dengan kegiatan lain.

Secara administratif, bahan bakar nuklir yang dimuat telah didinginkan selama periode waktu yang cukup, atau tidak terjadi pemuatan kombinasi perangkat bahan bakar nuklir yang tidak diperbolehkan ke dalam kask.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd

AS NATIO LASMAN

jdih.bapeten.go.id