

LAMPIRAN I
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
NOMOR 2 TAHUN 2012 TENTANG DESAIN PROTEKSI
TERHADAP BAHAYA INTERNAL SELAIN KEBAKARAN DAN
LEDAKAN PADA REAKTOR DAYA

PERSYARATAN UMUM DESAIN

Persyaratan umum desain meliputi:

- A. pencegahan terjadinya Kejadian Awal Terpostulasi;
- B. proteksi struktur, sistem, dan komponen terhadap dampak Kejadian Awal Terpostulasi; dan
- C. mitigasi terhadap konsekuensi tidak dapat diterima.

Proteksi terhadap Bahaya Internal selain kebakaran dan ledakan didesain memenuhi prinsip dasar keselamatan nuklir.

Prinsip dasar keselamatan nuklir meliputi:

1. keselamatan melekat (*inherent safety*);
2. penghalang ganda;
3. margin keselamatan;
4. redundansi;
5. keragaman;
6. kemandirian;
7. gagal-selamat; dan
8. kualifikasi peralatan.

A. Pencegahan Terjadinya Kejadian Awal Terpostulasi

Pencegahan terhadap Kejadian Awal Terpostulasi meliputi:

1. pemilihan desain yang konservatif dengan mempertimbangkan beban statik, dinamik, dan termal serta kombinasinya;
2. perencanaan inspeksi terhadap cacat pada material;
3. perencanaan surveilan; dan
4. penggunaan prosedur secara komprehensif.

A.1. Pemilihan Desain yang Konservatif dengan Mempertimbangkan Beban Statik, Dinamik, dan Termal serta Kombinasinya

Upaya untuk mengurangi probabilitas terjadinya Kejadian Awal Terpostulasi paling sedikit meliputi:

- a. penggunaan batas desain yang ketat;
- b. pemilihan bahan untuk meminimalkan pengaruh penuaan terhadap komponen; dan
- c. penggunaan peralatan atau sistem keselamatan untuk membatasi tekanan atau kecepatan putaran maksimum.

A.2. Perencanaan Inspeksi terhadap Cacat pada Material

Desain proteksi terhadap Bahaya Internal selain kebakaran dan ledakan dilengkapi dengan ketentuan untuk melaksanakan inspeksi yang meliputi uji tak rusak secara berkala terhadap sistem pemipaan dan komponen dalam sistem bertekanan pada reaktor dan juga sistem pendukungnya, untuk mendeteksi cacat dalam bahan yang mungkin telah membesar selama operasi.

Teknik inspeksi yang digunakan:

- a. dapat mendeteksi karakteristik cacat yang jauh lebih kecil daripada cacat yang dapat menyebabkan kegagalan yang parah; dan
- b. tidak boleh meningkatkan probabilitas terjadinya Kejadian Awal Terpostulasi seperti penipisan dinding pipa.

Inspeksi yang dilakukan termasuk inspeksi untuk mengidentifikasi dan menganalisis cacat pada saat fabrikasi serta memperkirakan pertumbuhan cacat.

Frekuensi inspeksi ditetapkan untuk mendeteksi dan mengantisipasi laju pertumbuhan cacat yang diperkirakan.

Dalam hal dampak dari kegagalan peralatan akan membahayakan keselamatan, proteksi terhadap Bahaya Internal selain kebakaran dan ledakan didesain dengan mengkombinasikan penggunaan batas desain yang ketat dengan inspeksi dan surveilan atau dengan metode lain yang dapat diterima untuk mengurangi probabilitas terjadinya Kejadian Awal Terpostulasi.

A.3. Perencanaan Surveilan

Desain proteksi terhadap Bahaya Internal selain kebakaran dan ledakan dilengkapi dengan ketentuan untuk melaksanakan surveilan yang efektif terhadap kondisi yang memberikan indikasi kegagalan awal.

Surveilan meliputi:

- a. deteksi kebocoran pipa dan bejana tekan;
- b. pemantauan vibrasi pada peralatan yang berputar dengan kecepatan tinggi;
- c. pemantauan komponen yang kendur; dan
- d. pemantauan terhadap fatik, pergeseran (*displacement*), kimia air, pengaruh vibrasi dan efek panas (*thermal stratification*), pengaruh penuaan komponen, deteksi keausan (*wear*) dan proses kimia dari bahan pelumas.

Surveilan yang mempunyai metode dan teknik pemantauan dengan tingkat kepercayaan yang tinggi dilaksanakan untuk mengurangi kegagalan peralatan.

A.4. Penggunaan Prosedur secara Komprehensif

Desain proteksi terhadap Bahaya Internal selain kebakaran dan ledakan dilengkapi prosedur secara komprehensif untuk mengurangi probabilitas terjadinya Kejadian Awal Terpostulasi.

Penggunaan prosedur secara komprehensif untuk mengurangi probabilitas terjadinya Kejadian Awal Terpostulasi meliputi:

- a. pencegahan tegangan termal (*thermal stress*) yang berlebihan di dalam bejana logam dan pemantauan bahan bejana terhadap penggetasan karena radiasi (*radiation embrittlement*);
- b. pembatasan transien dengan menggunakan katup pembebas tekanan dan fitur keselamatan yang diaktifkan oleh sistem proteksi;
- c. pengendalian kimia air di dalam pendingin primer dan pendingin sekunder untuk menghambat korosi dan terjadinya retakan yang dipicu oleh korosi; dan
- d. pencegahan atau pengurangan probabilitas pipa pecah dan dampaknya.

B. Proteksi Struktur, Sistem, Dan Komponen Terhadap Dampak Kejadian Awal Terpostulasi

Proteksi struktur, sistem, dan komponen terhadap dampak Kejadian Awal Terpostulasi meliputi:

1. pengaturan tata letak; dan
2. penggunaan penghalang dan pemisahan secara fisik.

B.1. Pengaturan Tata Letak

Reaktor didesain memiliki ketentuan tata letak struktur, sistem, dan komponen untuk mengurangi nilai probabilitas struktur, sistem, dan komponen yang terkena dampak dalam upaya proteksi terhadap Kejadian Awal Terpostulasi.

Tata letak struktur, sistem, dan komponen didesain dengan mempertimbangkan pengalaman dari tipe reaktor daya yang sama.

B.2. Penggunaan Penghalang dan Pemisahan secara Fisik

Dalam hal tata letak struktur, sistem, dan komponen belum mampu mengurangi nilai probabilitas struktur, sistem, dan komponen yang terkena dampak, reaktor daya didesain menyediakan:

- a. penghalang sumber Kejadian Awal Terpostulasi dengan struktur, sistem, dan komponen yang berpotensi terkena dampak; dan/atau
- b. pemisahan fisik antar struktur, sistem, dan komponen yang redundan.

Penghalang ditempatkan sedekat mungkin dengan sumber Kejadian Awal Terpostulasi yang memberikan efek dinamik, seperti: Misil, cambukan pipa (*pipe whip*), dan benda atau obyek lainnya yang bertumbukan, dalam upaya memberikan proteksi terhadap struktur, sistem, dan komponen yang terkena dampak dan membatasi kemungkinan terkena Misil.

Penghalang ditempatkan dengan mempertimbangkan tambahan energi dari benda yang terlempar.

Dalam hal terdapat struktur, sistem, dan komponen yang berpotensi terkena dampak belum diproteksi oleh penghalang sumber yang ada, maka penghalang khusus ditempatkan pada target tersebut. Penghalang untuk banjir terpostulasi dapat disediakan dalam bentuk:

- a. pintu yang sesuai;
- b. pembatas (*thresholds*);
- c. dinding pembatas (*platforms*); atau
- d. dinding penahan (*retention wall*).

Penghalang didesain mempertimbangkan aspek pengujian dan perawatan. Pemisahan fisik antar struktur, sistem, dan komponen yang redundan didesain dengan memperhatikan:

- a. jumlah dan jenis sistem keselamatan yang mungkin dapat menjadi rusak oleh Kejadian Awal Terpostulasi; dan
- b. Dampak Sekunder yang mungkin menyebabkan kerusakan pada komponen dari sistem keselamatan yang redundan.

C. Mitigasi Terhadap Konsekuensi Tidak Dapat Diterima

Struktur, sistem, dan komponen yang terkena dampak didesain memiliki prinsip gagal-selamat untuk mengurangi probabilitas konsekuensi yang tidak dapat diterima.

Reaktor didesain memberikan proteksi terhadap perubahan lingkungan akibat lepasan fluida, seperti kelembaban, suhu, tekanan dan tingkat radiasi.

Struktur, sistem, dan komponen didesain memiliki kualifikasi untuk menjalankan fungsi keselamatan dalam hal terjadinya perubahan lingkungan. Dalam hal struktur, sistem, dan komponen tidak memiliki kualifikasi untuk berfungsi saat terjadi perubahan lingkungan, maka struktur, sistem, dan komponen tersebut diproteksi dengan cara enkapsulasi, pemberian perisai, atau dengan upaya lain yang sesuai. Enkapsulasi dan perisai didesain dengan mempertimbangkan kemudahan perawatan.

Reaktor didesain menggunakan pipa pelindung tak bertekanan di sekitar bagian tertentu pada pipa bertekanan untuk memitigasi potensi dampak pecahnya pipa bertekanan. Pipa pelindung tak bertekanan didesain dengan mempertimbangkan kemudahan inspeksi pada pipa bertekanan.

**KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
REPUBLIK INDONESIA,**

AS NATIO LASMAN