



**KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
REPUBLIK INDONESIA**

**LAMPIRAN II
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR
NOMOR 9 TAHUN 2013
TENTANG
BATASAN DAN KONDISI OPERASI REAKTOR NONDAYA**

CONTOH BATASAN DAN KONDISI OPERASI REAKTOR NONDAYA

BAB I. PENDAHULUAN

A. Pengantar

Batasan dan Kondisi Operasi ini terdiri dari uraian mengenai Batas Keselamatan, Pengesetan Sistem Keselamatan, Kondisi Batas untuk Operasi Normal, Persyaratan Surveilans, dan Persyaratan Administrasi.

Dokumen ini berisi Batasan dan Kondisi Operasi Reaktor T yang digunakan dalam pengendalian administrasi, ketersediaan peralatan, dan parameter operasi untuk menjamin operasi reaktor dengan selamat dan untuk mengurangi potensi risiko bagi pekerja dan lingkungan dari lepasan zat radioaktif tak terkendali atau bahan berbahaya lainnya.

Reaktor T ini berjenis TRIGA MARK II dengan daya 3 Mega Watt dan menggunakan pendingin konveksi paksa.

Batasan dan Kondisi Operasi ini merupakan pemutakhiran dari dokumen Batasan dan Kondisi Operasi Nomor. yy/20xx yang diajukan untuk memperoleh izin konstruksi.

Penyusunan Batasan dan Kondisi Operasi ini mengacu pada Peraturan Kepala BAPETEN Nomor yy/20xx. Batasan dan Kondisi Operasi ini hanya berlaku selama tahap operasi. Seluruh pelaksana kegiatan operasi Reaktor T mulai dari tingkat manajerial sampai dengan pelaksana berkomitmen untuk menerapkan Batasan dan Kondisi Operasi ini pada semua moda operasi reaktor.

B. Moda Operasi

Moda 1A : Operasi Daya:

yaitu operasi reaktor yang dimulai dari awal (*start-up*) sampai ke operasi daya (*power operation*) dan operasi reaktor pada daya $\geq 3\%$ daya penuh (pendingin primer dioperasikan).

Moda 1B : Operasi Daya rendah dengan konveksi alam:

yaitu operasi reaktor yang dimulai dari awal (*start-up*) sampai ke operasi reaktor dengan daya $< 1\%$ dari daya penuh (pendingin primer padam).

Moda 1C : Operasi Daya rendah dengan konveksi paksa:

yaitu operasi reaktor yang dimulai dari awal (*start-up*) sampai ke operasi reaktor dengan daya $< 3\%$ dari daya penuh (pendingin primer dioperasikan).

Moda 2 : Reaktor *Shutdown*:

yaitu kondisi:

- a. semua batang kendali dimasukkan atau insersi dengan penunjukan skala meter nol; dan
- b. kunci *start-up* dalam keadaan *off*.

Moda 3 : Pemuatan Ulang Elemen Bakar (*Refuelling*):

yaitu posisi pada moda 2 dengan pompa primer pada kondisi siap beroperasi.

Moda 4 : Perawatan:

yaitu posisi kondisi reaktor dalam keadaan subkritis dengan batang kendali atau elemen bakar dapat dinaikkan atau dipindahkan untuk perawatan atau pengujian.

BAB II. BATAS KESELAMATAN

I. Operasi dengan konveksi paksa

A. Tujuan

Menjamin integritas kelongsong elemen bakar selama moda operasi dengan konveksi paksa.

B. Keberlakuan

Batas keselamatan ini berlaku untuk moda 1A dan 1C.

C. Spesifikasi

Batas keselamatan meliputi:

Parameter	Nilai
Temperatur Bahan Bakar maksimum	1000 °C

D. Dasar

Dasar penentuan batas keselamatan ini adalah untuk menjamin integritas elemen bakar. Seperti yang telah ditunjukkan pada Bab V tentang Reaktor dan Bab XVI tentang Analisis Keselamatan dalam dokumen Laporan Analisis Keselamatan, integritas elemen bakar akan tetap terjaga apabila temperatur bahan bakar dapat dipertahankan lebih kecil atau sama dengan 1000 °C.

II. Operasi dengan konveksi alam

A. Tujuan

Untuk menjamin integritas kelongsong elemen bakar selama moda operasi dengan konveksi alam.

B. Keberlakuan

Batas Keselamatan ini berlaku untuk moda 1B.

C. Spesifikasi

Batas keselamatan meliputi:

Parameter	Nilai
Temperatur Bahan Bakar maksimum	500 °C

D. Dasar

Dasar penentuan batas keselamatan ini adalah untuk menjamin integritas bahan bakar. Batas ini didasarkan pada pertimbangan proses pendinginan konveksi alam (*natural convection*), yakni mencegah secara dini terjadinya pendidihan selaput (*film boiling*) yang akan mengakibatkan kekerontangan (*burn-out*) pada kelongsong elemen bakar.

BAB III. PENGESETAN SISTEM KESELAMATAN

I. Operasi dengan konveksi paksa

A. Tujuan

Menjamin batas keselamatan operasi reaktor dengan konveksi paksa tidak dilampaui.

B. Keberlakuan

Moda 1A dan 1C.

C. Spesifikasi

Pengesetan Sistem Keselamatan meliputi:

Parameter	Nilai
Temperatur Bahan Bakar	$\geq 750\text{ }^{\circ}\text{C}$
Periode reaktor	$\leq 7\text{ detik}$
Daya termal reaktor	$\geq 3,3\text{ MW}$
Laju alir	$\leq 250\text{ m}^3/\text{jam}$
Tinggi air tangki	$\leq 9,50\text{ m}$

D. Tindakan

Jika nilai parameter Pengesetan Sistem Keselamatan di atas tercapai/terlampaui dan reaktor gagal *shutdown*, maka operator segera melakukan pemadaman reaktor secara manual dan melakukan tindakan administratif sebagaimana dinyatakan pada Bab VI.

E. Dasar

Dasar penentuan pengesetan sistem keselamatan ini adalah untuk menjamin batas keselamatan tidak terlampaui.

Analisis pada Bab XVI tentang Analisis Keselamatan dalam dokumen Laporan Analisis Keselamatan untuk berbagai kejadian awal terpostulasi dan dengan asumsi pengesetan sistem keselamatan yang lebih konservatif menunjukkan bahwa batas keselamatan tidak terlampaui.

Nilai Pengesetan Sistem Keselamatan di atas telah ditetapkan secara konservatif dengan mempertimbangkan semua ketidakpastian dalam analisis keselamatan, misalnya ketidakpastian pengukuran, waktu respons alat, dan ketidakpastian perhitungan.

1. Temperatur bahan bakar

Pada analisis kehilangan aliran pendingin di Bab XVI tentang Analisis Keselamatan, diasumsikan bahwa reaktor akan *scram* pada saat temperatur bahan bakar mencapai 780 °C. Hasil dari analisis ini menunjukkan bahwa temperatur bahan bakar tertinggi mencapai 927 °C yang nilainya masih jauh dari nilai batas keselamatan. Dengan demikian nilai pengesetan sistem keselamatan pada temperatur bahan bakar 750 °C sudah cukup konservatif.

2. Periode reaktor

Pada analisis kecelakaan penyisipan reaktivitas di Bab XVI tentang Analisis Keselamatan, dengan kondisi awal daya reaktor 50 W terjadi penyisipan reaktivitas sebesar 1,4%, reaktor diasumsikan *scram* pada periode 5 detik. Dalam analisis tersebut temperatur bahan bakar nuklir tertinggi yang dicapai adalah sebesar 600 °C pada detik ke-2 yang nilainya masih jauh dari nilai batas keselamatan. Dengan demikian nilai pengesetan sistem keselamatan pada periode 7 detik sudah cukup konservatif.

3. Daya termal

Pada analisis kecelakaan penyisipan reaktivitas di Bab XVI tentang Analisis Keselamatan, dengan kondisi awal daya termal 3 MW terjadi

penyisipan ...

penyisipan reaktivitas sebesar 1,4%, reaktor diasumsikan *scram* pada daya termal 3,4 MW. Dalam analisis tersebut temperatur bahan bakar nuklir tertinggi yang dicapai adalah sebesar 850 °C yang nilainya masih jauh dari nilai batas keselamatan. Dengan demikian nilai pengesetan sistem keselamatan pada daya termal 3,3 MW sudah cukup konservatif.

4. Laju alir

Pada analisis kecelakaan akibat kehilangan aliran pendingin karena kehilangan catu daya pompa primer di Bab XVI tentang Analisis Keselamatan, diasumsikan bahwa reaktor akan *scram* pada saat laju alir pendingin 200 m³/jam. Hasil dari analisis ini menunjukkan bahwa temperatur bahan bakar tertinggi mencapai 850 °C yang nilainya masih jauh di bawah dari nilai batas keselamatan. Dengan demikian nilai pengesetan sistem keselamatan untuk parameter laju alir pada 250 m³/jam sudah cukup konservatif.

5. Tinggi air tangki

Pada analisis kecelakaan akibat kehilangan pendingin karena patahnya tabung berkas neutron, di Bab XVI tentang Analisis Keselamatan, diasumsikan bahwa reaktor akan *scram* pada ketinggian air tangki berkurang sebanyak 0,5 m dari ketinggian normal.

Beberapa saat kemudian ketika permukaan air itu mencapai posisi 5 m di bawah normal, sistem pendingin teras darurat mendapat sinyal untuk mulai diaktifkan dengan waktu tunda 6 (enam) detik dan laju alir sebesar 0,5 liter/detik. Permukaan air tangki masih terus turun karena laju alir sistem pendingin teras darurat lebih kecil dari laju alir bocoran tabung berkas neutron. Pada detik ke-180 air tangki reaktor habis, sementara itu sistem pendingin teras darurat masih terus beroperasi sampai 6 (enam) jam.

Sistem pendingin teras darurat berhenti bekerja karena air persediaannya habis. Mulai saat itu panas peluruhan dari teras didinginkan dengan konveksi udara. Temperatur maksimum bahan bakar menjadi 300 °C selama 2 jam sejak sistem pendingin teras

darurat berhenti beroperasi. Selanjutnya temperatur bahan bakar menurun menuju keseimbangan dengan temperatur kamar. Dengan demikian nilai pengesetan sistem keselamatan untuk parameter tinggi air tangki 9,00 m sudah cukup konservatif.

II. Operasi dengan konveksi alam

A. Tujuan

Menjamin batas keselamatan operasi reaktor dengan konveksi alam tidak dilampaui.

B. Keberlakuan

Moda 1B

C. Spesifikasi

Pengesetan Sistem Keselamatan meliputi:

Parameter	Nilai
Temperatur Bahan Bakar	$\geq 400\text{ }^{\circ}\text{C}$
Tinggi air tangki	$\leq 9,00\text{ m}$

D. Dasar

Dasar penentuan pengesetan sistem keselamatan ini adalah untuk menjamin batas keselamatan tidak terlampaui.

Analisis pada Bab XVI tentang Analisis Keselamatan dalam dokumen Laporan Analisis Keselamatan untuk berbagai kejadian awal terpostulasi dan dengan asumsi pengesetan sistem keselamatan yang lebih konservatif menunjukkan bahwa batas keselamatan tidak terlampaui.

Pengesetan Sistem Keselamatan di atas telah ditetapkan secara konservatif dengan mempertimbangkan semua ketidakpastian dalam analisis keselamatan, misalnya ketidakpastian pengukuran, waktu respons alat, dan ketidakpastian perhitungan.

1. Temperatur Bahan Bakar

Pada analisis kecelakaan penyisipan reaktivitas di Bab XVI tentang Analisis Keselamatan, dengan kondisi awal daya reaktor 50 W terjadi penyisipan reaktivitas sebesar 1,4%, reaktor diasumsikan *scram* pada periode 5 detik. Dalam analisis tersebut temperatur bahan bakar tertinggi yang dicapai adalah sebesar 350 °C pada detik ke-2 yang nilainya masih jauh dari nilai batas keselamatan. Dengan demikian pengesetan sistem keselamatan pada periode 7 (tujuh) detik sudah cukup konservatif.

2. Tinggi air tangki

Pada analisis kecelakaan akibat kehilangan pendingin karena patahnya tabung berkas neutron di Bab XVI tentang Analisis Keselamatan, diasumsikan bahwa reaktor akan *scram* pada ketinggian air tangki berkurang sebanyak 0,5 m dari ketinggian normal.

Beberapa saat kemudian ketika permukaan air tersebut mencapai posisi 5 m di bawah normal, sistem pendingin teras darurat mendapat sinyal untuk mulai diaktifkan dengan waktu tunda 6 (enam) detik dan laju alir sebesar 0,5 liter/detik. Permukaan air tangki masih terus turun karena laju alir sistem pendingin teras darurat lebih kecil dari laju alir bocoran tabung berkas neutron. Pada detik ke 180 air tangki reaktor habis, sementara itu sistem pendingin teras darurat masih terus beroperasi sampai 6 jam.

Sistem pendingin teras darurat berhenti bekerja ketika air persediaannya habis. Mulai saat itu panas peluruhan dari teras didinginkan dengan konveksi udara. Temperatur maksimum bahan bakar menjadi 300 °C selama 2 jam sejak sistem pendingin teras darurat berhenti beroperasi. Untuk seterusnya temperatur bahan bakar menurun menuju keseimbangan dengan temperatur kamar. Dengan demikian pengesetan sistem keselamatan tinggi air tangki 9,00 m sudah cukup konservatif.

BAB IV. KONDISI BATAS UNTUK OPERASI NORMAL

Sebelum mengoperasikan reaktor semua sistem yang terkait dengan keselamatan dalam kondisi beroperasi, misalnya sistem pendingin primer dan sistem pendingin sekunder.

A. Parameter Teras Reaktor

Temperatur Bahan Bakar

1. Tujuan

Untuk mempertahankan integritas elemen bakar.

2. Keberlakuan

Semua moda operasi.

3. Spesifikasi

Temperatur bahan bakar maksimum untuk:

1. moda 1A: 550 °C;

Alarm berfungsi pada saat temperatur bahan bakar mencapai 650 °C.

2. moda 1B: 350 °C.

Alarm berfungsi pada saat temperatur bahan bakar mencapai 375 °C.

4. Dasar

Dasar penentuan Kondisi Batas untuk Operasi Normal ini ditunjukkan pada Bab V tentang Reaktor bahwa pada daya nominal 3 MW temperatur maksimum bahan bakar adalah 550 °C. Pada saat temperatur bahan bakar mencapai 650 °C, alarm teraktifkan untuk memungkinkan operator memulai tindakan untuk mencegah nilai pengesetan sistem keselamatan tercapai.

B. Sistem Kendali dan Sistem Keselamatan Reaktor

1. Waktu jatuh batang kendali

a. Tujuan

Memastikan bahwa waktu jatuh batang kendali tidak melebihi batas

yang ...

yang dapat menyebabkan penyimpangan daya sesuai desain.

b. Keberlakuan

Moda 1A, 1B, dan 1C.

c. Spesifikasi

Waktu jatuh batang kendali maksimum yang dipersyaratkan tidak boleh melebihi 0,47 detik.

d. Tindakan

Batang kendali yang melebihi waktu jatuh maksimum tertentu harus diinvestigasi penyebabnya dan diperbaiki/diganti sehingga waktu jatuhnya kembali pada spesifikasi yang dipersyaratkan sesuai dengan desain.

e. Dasar

Berdasarkan analisis keselamatan dalam Bab XVI tentang Analisis Keselamatan, telah ditunjukkan bahwa spesifikasi waktu jatuh batang kendali tersebut mampu mengurangi reaktivitas dan mempertahankan reaktor dalam kondisi selamat dari kecelakaan insersi.

2. Perangkat Ukur dan Kendali

a. Perangkat pengukur daya reaktor rentang lebar (*wide range neutron monitoring channel*)

1) Tujuan

Memastikan bahwa periode reaktor tidak melebihi ketentuan desain.

2) Keberlakuan

Moda 1A, 1B, 1C.

3) Spesifikasi

a) perangkat ini harus dapat mengukur daya reaktor mulai dari 1

mW sampai 3800 kW.

b) periode reaktor dibatasi = 9 detik.

4) Dasar

Perangkat pengukur daya reaktor rentang lebar merupakan satu-satunya perangkat di dalam sistem instrumentasi Reaktor T yang memantau periode reaktor dan *interlock* sumber neutron luar. Penetapan periode reaktor = 9 detik sudah cukup konservatif jika dibandingkan dengan nilai yang ditetapkan pada Pengesetan Sistem Keselamatan.

b. Perangkat pengukur daya linier

1) Tujuan

Memastikan daya reaktor sesuai dengan ketentuan desain.

2) Keberlakuan

Moda 1A.

3) Spesifikasi

- a) paling sedikit dua dari tiga perangkat pengukur daya linier harus bekerja dengan baik.
- b) perangkat pengukur daya linier harus dapat mendeteksi daya secara linier mulai dari 1 % sampai 120 % daya penuh 3000 kW.

4) Dasar

Mengingat ukuran teras Reaktor T cukup kecil sehingga semua detektor akan dapat mendeteksi perubahan daya, yang terjadi di sembarang titik di dalam teras, pada saat yang bersamaan dan sama besar, maka bisa dijamin bahwa daya maksimum untuk moda 1A sebesar 3 MW.

c. Perangkat pemantau ketinggian air tangki reaktor

1) Tujuan

Memastikan tinggi air tangki sesuai dengan ketentuan desain.

2) Keberlakuan

Semua moda.

3) Spesifikasi

Tinggi air tangki 10 m.

4) Dasar

Perangkat ini harus dapat memberikan sinyal alarm pada saat ketinggian air tangki kurang 0,3 m dari ketinggian normal, kemudian mengaktifkan sistem penambah air.

Perangkat ini harus dapat memberikan sinyal *scram* pada saat ketinggian air tangki berkurang 0,5 m dari ketinggian normal.

C. Sistem Pendingin Reaktor dan Sistem Terkait

Pendingin Teras

1. Tujuan

Untuk menjamin teras reaktor mendapatkan pendinginan yang memadai.

2. Keberlakuan

Moda 1A dan 1C.

3. Spesifikasi

- a. laju alir sistem primer minimum adalah $260 \text{ m}^3/\text{jam}$. Laju alir nominal $270 \text{ m}^3/\text{jam}$, dan sesuai dengan desain pompa primer dan vibrasi teras maka laju alir dibatasi maksimum $285 \text{ m}^3/\text{jam}$;
- b. tidak boleh ada posisi grid yang kosong pada teras; dan
- c. faktor kanal panas nuklir untuk tiap konfigurasi teras *steady state* dan teras khusus tidak boleh lebih dari 1,1 (aksial) dan 2,1 (radial).

4. Tindakan

- a. dilakukan pemadaman reaktor. Atur posisi *flap* dari katup inlet isolasi pemindah panas di sistem primer ke nilai yang sudah ditentukan atau

- periksa penyebab lain dari kenaikan atau penurunan aliran;
- b. tutup posisi grid yang kosong pada teras; dan
- c. ubah konfigurasi teras untuk memenuhi nilai yang telah ditentukan.

5. Dasar

- a. jika laju alir minimum sistem primer tidak tersedia maka elemen bakar tidak dapat didinginkan secara memadai. Jika kegagalan pompa terjadi dan sebagai akibatnya dapat terjadi pelelehan elemen bakar. Dalam kasus naiknya aliran perbedaan tekanan yang terjadi pada struktur teras akan mencapai tingkat yang tidak dapat diterima;
- b. jika posisi grid kosong, sebagian besar pendingin mengalir melalui grid yang kosong tersebut, sehingga elemen bakar tidak mendapatkan pendinginan yang cukup; dan
- c. daya yang dapat dipindahkan dari suatu elemen bakar dibatasi oleh *Departure from Nucleate Boiling Ratio (DNBR)* berdasarkan analisis keselamatan pada Bab XVI tentang Analisis Keselamatan.

D. Pengungkung atau Penyungkup

Integritas Pengungkung

1. Tujuan

Untuk menjamin tidak terjadi kebocoran pada pengungkung reaktor.

2. Keberlakuan

Semua moda.

3. Spesifikasi

- a. tekanan udara di dalam pengungkung harus kurang dari tekanan udara luar dengan perbedaan tekanan paling sedikit 50 Pa; dan
- b. kebocoran pengungkung dipertahankan pada batas nilai $\leq 2000\text{m}^3/\text{jam}$.

4. Tindakan

- a. reaktor dipadamkan; dan

b. reaktor ...

b. reaktor dipadamkan.

5. Dasar

- a. berdasarkan analisis pada Bab VII tentang Fitur Keselamatan Teknis, ditunjukkan bahwa tekanan 0,4 mbar masih mampu mempertahankan tekanan negatif ruang reaktor; dan
- b. berdasarkan analisis keselamatan pada Bab XVI tentang Analisis Keselamatan, telah ditunjukkan bahwa dosis paparan masyarakat masih di bawah nilai batas yang ditentukan untuk lepasan sebesar $6 \times 10^{-4} \text{ Ci/m}^3$.

E. Sistem Ventilasi

1. Tujuan

Untuk memastikan kondisi ruang kerja nyaman dan selamat bagi pekerja.

2. Keberlakuan

Semua moda

3. Spesifikasi

Reaktor tidak boleh dioperasikan jika:

- a. di dalam ruang pengukuran, 2 dari 3 sistem ventilasi tidak dapat beroperasi;
- b. untuk ruang kendali darurat, 2 dari 3 sistem ventilasi tidak beroperasi;
- c. untuk sistem *venting*, 2 dari 3 kipas tidak beroperasi; dan
- d. temperatur di balai operasi, balai eksperimen, gedung bantu, dan *primary cell* di dalam pengungkung melewati batas temperatur maksimum.

4. Tindakan

Padamkan reaktor dan perbaiki sistem ventilasi.

5. Dasar

Kondisi ini diperlukan untuk mempertahankan kondisi ruang sehingga
sistem ...

sistem yang terkait dengan keselamatan yang dipasang di ruang-ruang akan mempertahankan kemampuan operasinya.

F. Catu Daya Listrik Darurat

Distibusi daya AC

1. Tujuan

Untuk memastikan tersedia catu daya listrik selama kehilangan daya listrik.

2. Keberlakuan

Semua moda.

3. Spesifikasi

Moda 1A, 1B, 1C:

Tiga Catu Daya Listrik Darurat dalam keadaan siap beroperasi.

Moda 3:

Paling sedikit 2 (dua) dari 3 (tiga) Catu Daya Listrik Darurat siap beroperasi.

Moda 1A, 1B, 1C, dan 3:

Bahan bakar minyak setiap Catu Daya Listrik Darurat harus tersedia untuk 24 jam operasi.

4. Tindakan

Moda 1A, 1B, 1C:

- reaktor dipadamkan apabila terdeteksi kegagalan pada salah satu Catu Daya Listrik Darurat;
- reaktor tidak boleh dioperasikan jika satu dari catu daya listrik darurat tidak pada posisi siap beroperasi.

Moda 3:

Apabila lebih dari satu Catu Daya Listrik Darurat tidak siap beroperasi, maka hentikan semua kegiatan penanganan elemen bakar di teras.

Moda 1A, 1B, 1C, dan 3:

Apabila bahan bakar minyak setiap Catu Daya Listrik Darurat tersedia

kurang ...

kurang untuk 24 jam operasi maka harus disediakan kembali untuk cadangan.

5. Dasar

Pada analisis kehilangan catu daya listrik normal pada Bab XVI tentang Analisis Keselamatan, ditunjukkan bahwa hanya dibutuhkan 18 jam operasi Catu Daya Listrik Darurat untuk mencatu daya sistem pendingin reaktor. Sehingga panas peluruhan dari bahan bakar bisa dipindahkan dan teras reaktor bisa didinginkan hingga temperatur kamar.

G. Sistem Pemantau Radiasi dan Efluen

Sistem Pemantau Efluen Gas Radioaktif

1. Tujuan

Meminimasi efluen gas radioaktif ke lingkungan agar dosis yang diterima masyarakat tidak melampaui pambatas dosis.

2. Keberlakuan

Semua moda.

3. Spesifikasi

Moda 1A, 1B, dan 1C:

Semua peralatan pemantau efluen gas radioaktif harus dalam keadaan beroperasi.

Moda 2, 3, dan 4:

Paling sedikit satu dari tiga peralatan pemantau efluen gas radioaktif harus dalam keadaan beroperasi.

Semua moda:

Peralatan pemantau efluen gas radioaktif di cerobong yang terdiri dari:

- a. pemantau gas mulia beta;
- b. pemantau aerosol beta; dan
- c. pemantau yodium dan aerosol.

Nilai batas pemantau gas mulia beta:

Isolasi gedung akan teraktifkan apabila peralatan pemantau gas mulia beta menunjukkan nilai $> 5 \times 10^6 \text{ Bq/m}^3$.

Alarm akan teraktifkan apabila peralatan pemantau gas mulia beta menunjukkan nilai konsentrasi gas mulia radioaktif di efluen $> 8 \times 10^5 \text{ Bq/m}^3$.

Nilai batas peralatan pemantau aerosol beta:

Alarm akan teraktifkan apabila peralatan pemantau aerosol beta menunjukkan nilai konsentrasi aerosol radioaktif di efluen $> 10 \text{ Bq/m}^3$.

Nilai batas peralatan pemantau yodium dan aerosol:

Alarm akan teraktifkan apabila peralatan pemantau yodium dan aerosol menunjukkan nilai konsentrasi aerosol radioaktif di efluen $> 0,707 \text{ Bq/l}$.

4. Tindakan

Moda 1A, 1B, dan 1C:

Apabila terdapat alarm atau kegagalan pada salah satu peralatan pemantau efluen gas radioaktif di cerobong, maka reaktor dipadamkan.

Moda 3:

Apabila terdapat alarm atau kegagalan pada ketiga peralatan pemantau efluen gas radioaktif di cerobong, maka hentikan semua kegiatan penanganan elemen bakar di teras.

5. Dasar

Berdasarkan Pengkajian dosis selama operasi normal pada Bab XII tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi, dengan asumsi lepasan gas mulia radioaktif sebesar $9 \times 10^6 \text{ Bq/m}^3$, aerosol radioaktif sebesar 15 Bq/m^3 , dan yodium dan aerosol $> 1,0 \text{ Bq/l}$, maka dosis yang diterima masyarakat hanya sebesar $97,3 \text{ } \mu\text{Sv/tahun}$ dengan memperhitungkan seluruh jalur paparan. Dengan demikian penetapan nilai kondisi batas untuk operasi normal pada Sistem Pemantau Efluen Gas Radioaktif di atas sudah cukup konservatif.

H. Sistem Pendukung

Rak penyimpanan elemen bakar bekas di kolam penyimpanan sementara

1. Tujuan

Menjamin tersedia ruang untuk penyimpanan elemen bakar saat teras harus dikosongkan.

2. Keberlakuan

Semua moda.

3. Spesifikasi

Jumlah rak maksimum yang boleh diisi elemen bakar bekas paling banyak 350 dari 500 posisi penyimpanan. Paling sedikit 150 posisi penyimpanan harus tetap dibiarkan kosong.

Tidak terjadi kekritisian pada rak penyimpanan elemen bakar.

4. Tindakan

Jika elemen bakar bekas yang tersimpan di rak penyimpanan pada kolam penyimpanan melebihi 350, maka kelebihan elemen bakar bekas tersebut harus dikirim ke instalasi penyimpanan sementara bahan bakar bekas.

5. Dasar

Sisa 150 posisi penyimpanan disediakan untuk pemindahan satu teras penuh elemen bakar dan komponen teras. Hal ini untuk mengantisipasi kemungkinan diperlukannya pengosongan teras.

I. Utilisasi

1. Tujuan

Untuk menjamin semua eksperimen dilakukan dengan selamat.

2. Keberlakuan

Moda 1A, 1B, dan 1C:

Berlaku untuk spesifikasi a – d, dan f;

Moda ...

Moda 2 dan 3:

Berlaku untuk spesifikasi e;

Semua moda:

Berlaku untuk spesifikasi g.

3. Spesifikasi

- a. selama reaktor beroperasi, kegiatan pemuatan, pengeluaran dan/atau perpindahan ke dalam atau ke luar teras reaktor tidak diperbolehkan, kecuali untuk target iradiasi yang beratnya kurang dari 10 kg;
- b. sebelum memulai setiap eksperimen, harus dibuktikan bahwa setiap item/sampel yang berkaitan dengan eksperimen tersebut diletakkan pada posisi sesuai rencana eksperimen;
- c. setelah eksperimen selesai harus dilakukan pemeriksaan untuk menjamin bahwa tidak ada bagian dari percobaan yang jatuh ke tangki dan tertinggal di dalam tangki;
- d. selama operasi, sangat dilarang untuk menangani *foils* plastik di dekat tangki reaktor;
- e. penanganan *foil* plastik disekitar tangki hanya diizinkan jika reaktor *shutdown* dan foilnya berwarna menyolok terlihat di dalam air, misalnya oranye;
- f. harga reaktivitas semua eksperimen harus memperhatikan keseimbangan reaktivitas teras khususnya margin reaktivitas padam, reaktivitas lebih, dan reaktivitas eksperimen; dan
- g. tidak ada material eksperimen yang dapat meledak di dalam fasilitas eksperimen.

4. Tindakan

- a. hentikan penanganan di atas teras;
- b. periksa ulang posisi eksperimen;
- c. ambil kembali barang yang jatuh;
- d. diperintahkan untuk menangani foil plastik jauh dari kolam reaktor;
- e. plastik foil yang tidak berwarna menyolok (bening) tidak boleh masuk diwilayah kolam reaktor;
- f. jika kondisi ini tidak dipenuhi, maka eksperimen harus diatur ulang;

dan ...

dan

g. tidak diizinkan bahan mudah meledak masuk ke fasilitas eksperimen.

5. Dasar

- a – e Kondisi yang dijelaskan harus dipenuhi untuk menghindari perubahan arah pendingin dan mempertahankan pendingin reaktor;
- f Semua eksperimen yang dilakukan tidak boleh mempengaruhi kemampuan pemadaman reaktor dengan selamat; dan
- g Kondisi yang dijelaskan harus dipenuhi untuk menjaga integritas teras.

J. Kondisi Batas untuk Operasi Normal khusus

Sistem Difuser

1. Tujuan

Untuk mencegah meningkatnya aktivitas radiasi di permukaan tangki reaktor dengan memperlambat perjalanan N-16 oleh sistem difuser sehingga sebagian besar N-16 yang terbentuk akan meluruh sebelum mencapai permukaan air tangki.

2. Keberlakuan

Moda 1A

3. Spesifikasi

Daya pompa 3 HP, Kapasitas 60 gpm.

4. Dasar

Pada Bab XII tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi, ditunjukkan bahwa dengan operasi reaktor pada daya penuh, paparan radiasi di atas permukaan air tangki sebesar 80 mRem/jam yang disumbangkan dari N-16. Jika digunakan sistem difuser dengan daya 2 HP dan kapasitas 50 gpm, maka perjalanan N-16 ke permukaan tangki akan diperlambat sehingga paparan radiasi di permukaan air tangki ≤ 70 mRem/jam. Dengan demikian penetapan nilai Kondisi Batas untuk Operasi Normal

pada ...

pada sistem difuser di atas sudah cukup konservatif.

BAB V. PERSYARATAN SURVEILAN

A. Temperatur Bahan Bakar

Setiap bahan bakar yang dipasang alat pengukur temperatur bahan bakar nuklir (*IFE*) harus di kalibrasi dan diuji paling sedikit 2 kali/tahun.

B. Sistem Kendali dan Sistem Keselamatan Reaktor

1. Waktu jatuh batang kendali

- a. waktu jatuh tiap batang kendali harus diukur setelah pelaksanaan pemuatan ulang bahan bakar di teras sebelum reaktor dihidupkan kembali; atau
- b. pengukuran waktu jatuh batang kendali dilakukan secara periodik sebanyak 1 kali/tahun.

2. Perangkat Ukur dan Kendali

- a. Perangkat pengukur daya reaktor rentang lebar (*wide range neutron monitoring channel*)

Kalibrasi perangkat pengukur daya reaktor rentang lebar dilaksanakan secara periodik sebanyak 2 kali/tahun atau setiap terjadi perubahan susunan elemen bakar di dalam teras. Setelah terjadi perubahan susunan elemen bakar dalam teras, reaktor tidak boleh dioperasikan (kecuali pada saat kalibrasi daya) sebelum kalibrasi daya dilaksanakan.

- b. Perangkat pengukur daya linier

Kalibrasi perangkat pengukur daya linier dilaksanakan secara periodik sebanyak 2 kali/tahun atau setiap terjadi perubahan susunan elemen bakar di dalam teras. Setelah terjadi perubahan susunan elemen bakar dalam teras, reaktor tidak boleh dioperasikan (kecuali pada saat kalibrasi daya) sebelum kalibrasi daya dilaksanakan.

- c. Perangkat pemantau ketinggian air kolam reaktor.

Instrumentasi pemantau ketinggian air kolam reaktor harus diuji dan dikalibrasi 1 kali/tahun. Pengujian meliputi pengujian linearitas kanal pengukur untuk semua indikator yang terhubung dan bagian

analog ...

analog dari sistem proteksi reaktor sampai masukan bagian logika, dan linearitas pengukuran *transducer*.

C. Sistem Pendingin Reaktor dan Sistem Terkait

1. laju alir sistem primer harus diverifikasi setelah setiap perubahan konfigurasi teras sebelum menghidupkan reaktor;
2. untuk setiap percobaan iradiasi tertentu yang dilakukan di teras atau *reflector*, laju alir melalui insersi iradiasi pada penurunan tekanan harus dihitung atau diukur pada fasilitas uji. Jumlah masing-masing laju alir melalui insersi iradiasi suatu konfigurasi teras diperiksa sebelum menghidupkan reaktor;
3. setelah setiap perubahan konfigurasi teras, konfigurasi teras yang baru harus diperiksa untuk melihat posisi yang kosong dan tertutup sebelum di *startup*; dan
4. instrumentasi laju alir harus diuji dan kalibrasi setiap 1 kali/tahun.

D. Pengungkung atau Penyungkup

Integritas Pengungkung

Pengujian untuk mengukur integritas pengungkung dilakukan dengan menyertai pengujian terhadap sistem tekanan rendah dan dilakukan paling sedikit 2 kali/tahun.

E. Sistem Ventilasi

Uji fungsi sistem ventilasi dilakukan 1 kali/3 bulan atau ketika perbedaan tekanan melebihi harga tertentu, filter yang terkait diganti dengan yang baru.

Pengujian filter sistem ventilasi meliputi:

1. uji filter aerosol dilakukan 1 kali/tahun;
2. uji perbedaan tekanan (ΔP) dilakukan 1 kali/tahun untuk filter *stand-by*;
3. uji *Charcoal Filter* dilakukan 1 kali/tahun atau dilakukan penggantian bila terdapat indikasi penurunan fungsi yaitu terdapatnya perbedaan tekanan (ΔP) ≥ 1000 Pa; dan
4. uji filter partikulat dilakukan setiap *shift* dengan pengecekan beda tekanan sebelum dan sesudah filter partikulat.

F. Catu Daya Listrik Darurat

Tiap Catu Daya Listrik Darurat harus didemonstrasikan dapat beroperasi dengan cara menghidupkan dan uji beban dengan periode sebulan sekali.

Uji beban meliputi:

1. setiap catu daya listrik darurat harus bekerja dengan beban paling sedikit mendekati 40% dalam 30 menit pada tahap pertama; dan
2. setiap catu daya listrik darurat harus bekerja dengan beban sekitar 80% dalam 15 menit pada tahap kedua.

Setelah setiap terjadi kegagalan (baik selama pengujian atau karena kondisi instalasi), harus dilakukan pengujian secara teknis dan uji beban harus diulangi.

Kemampuan untuk memindahkan secara otomatis sambungan perangkat umum ke perangkat Catu Daya Listrik Darurat harus diverifikasi setiap tiga siklus operasi Catu Daya Listrik Darurat.

G. Sistem Pemantau Efluen Gas Radioaktif

1. pemeriksaan sistem pemantau efluen gas radioaktif dilakukan dengan generator pulsa 1 kali/tahun;
2. inspeksi alarm akibat interupsi catu daya harus dilakukan tiap 6 bulan; dan
3. kalibrasi Sistem Pemantau Efluen Gas Radioaktif harus dilakukan tiap 6 bulan.

H. Sistem Pendukung

Rak penyimpanan elemen bakar bekas di kolam penyimpanan sementara

Rak penyimpanan elemen bakar bekas di kolam penyimpanan sementara diperiksa secara visual untuk memastikan tersedianya 150 posisi kosong di rak penyimpanan setiap pemindahan dari teras reaktor.

I. Utilisasi

Setiap eksperimen harus dilakukan pemeriksaan pada fasilitasnya dan memastikan tersedia analisis keselamatan untuk eksperimen.

J. Kondisi...

J. Kondisi Batas untuk Operasi Normal khusus

Pemeriksaan kebocoran pompa dan sistem pemipaan sistem diffuser dilakukan 1 (satu) kali/minggu atau sebelum reaktor akan dioperasikan.

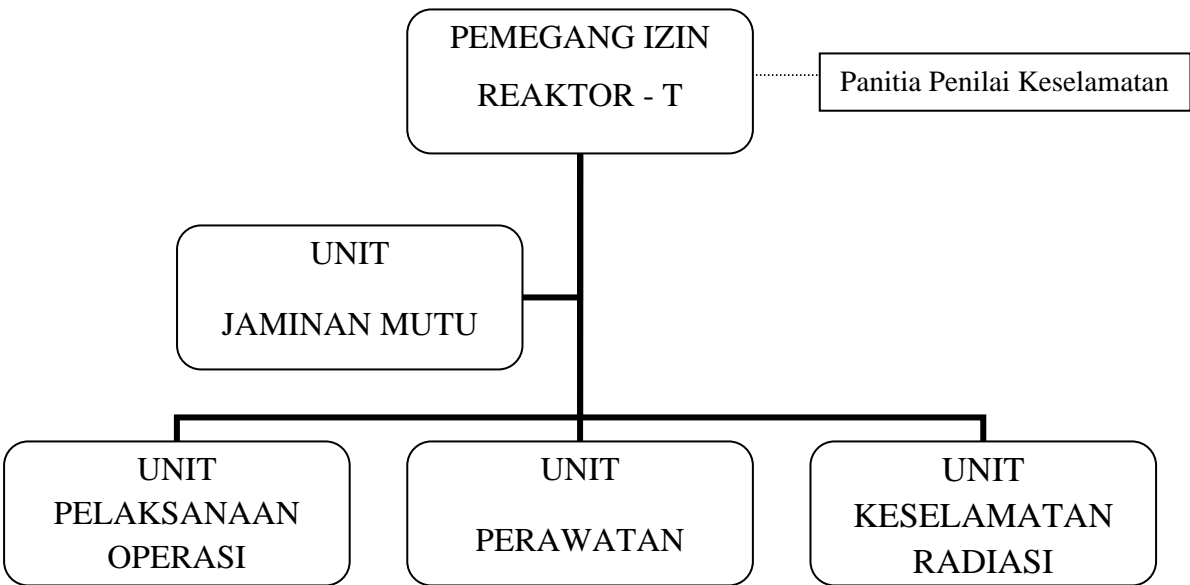
BAB VI. PERSYARATAN ADMINISTRASI

A. Struktur Organisasi

Bagian ini terdiri dari struktur, tanggung jawab.

1. Struktur

Pemegang izin Reaktor T memiliki 4 (empat) unit, unit pelaksanaan operasi, unit perawatan, unit jaminan mutu dan unit keselamatan radiasi. Struktur organisasi dan alur komunikasi antara elemen organisasi diberikan dalam diagram.



2. Tanggung jawab

Pemegang izin Reaktor T mempunyai tugas dan bertanggung jawab atas keselamatan operasi reaktor, dan keselamatan dalam pelayanan kegiatan iradiasi.

B. Kualifikasi dan Pelatihan Petugas Instalasi dan Bahan Nuklir

1. Kualifikasi

a. Manajemen Pelaksana Operasi Reaktor

Memiliki ...

Memiliki ijazah paling rendah ijazah Sarjana atau Diploma IV bidang ilmu teknik, fisika, atau kimia, dan minimal 6 (enam) tahun berpengalaman di bidang nuklir.

b. Supervisor Reaktor

Minimal berijazah paling rendah ijazah Sarjana atau Diploma IV bidang ilmu teknik, fisika, atau kimia, dan minimal 4 (empat) tahun bekerja sebagai Operator Reaktor.

c. Operator Reaktor

Minimal berijazah paling rendah ijazah Diploma III bidang ilmu teknik, fisika, atau kimia, dan 3 (tiga) tahun berpengalaman magang sebagai Operator Reaktor.

2. Jenis dan Frekuensi Pelatihan

Kegiatan pelatihan meliputi:

- a. pelatihan operator dan supervisor reaktor; dan
- b. pelatihan penyegaran operator dan supervisor reaktor 1 (satu) kali dalam masa izin petugas instalasi dan bahan nuklir.

Staf yang sudah mengikuti pelatihan akan dikualifikasi untuk memenuhi persyaratan sebagai petugas instalasi dan bahan nuklir sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

C. Penilaian dan Audit

1. Penilaian

Panitia Penilai Keselamatan merupakan kelompok kerja yang independen dan bertanggung jawab untuk melakukan penilaian, memberi nasehat dan pertimbangan kepada pemegang izin Reaktor T dalam kaitannya dengan semua aspek keselamatan reaktor. Panitia Penilai Keselamatan ini dibentuk oleh pemegang izin dengan frekuensi minimum pertemuan untuk penilaian 2 (dua) kali/tahun. Personil panitia penilai memenuhi kualifikasi berdasarkan pendidikan, pengalaman dan kompetensi profesional di bidang keselamatan nuklir dan radiasi.

2. Audit

Audit dilakukan secara independen oleh tim dengan anggota di luar organisasi pemegang izin. Auditor adalah Unit Jaminan Mutu (UJM) yang bertanggung jawab kepada pemegang izin Reaktor T dengan frekuensi minimum pertemuan untuk penilaian 2 (dua) kali/tahun. Personil audit memenuhi kualifikasi berdasarkan pendidikan, pengalaman dan kompetensi profesional. Pertimbangan sebagai personil audit berdasarkan:

- a. pengetahuan dan pengalaman khusus di bidang yang diaudit;
- b. pengetahuan dan pengalaman dalam teknik auditing; dan
- c. pengetahuan standar dan *code* yang berlaku, prosedur, dan proses industri.

D. Prosedur

Pemegang izin dan seluruh manajer dan pelaksana kegiatan akan melaksanakan kegiatan operasi, *startup* setelah terjadi *scram*, perawatan, surveilan, pelaksanaan program proteksi dan keselamatan radiasi, kesiapsiagaan nuklir sesuai dengan prosedur. Pembuatan prosedur, revisi prosedur, dan pengendalian prosedur mengacu pada sistem manajemen yang berlaku.

E. Rekaman

Pemegang izin memastikan tersedianya rekaman desain dan konstruksi reaktor T sebelum operasi dimulai.

Rekaman tersebut mencakup spesifikasi desain, analisis keselamatan, detail peralatan dan material yang dipasok, gambar instalasi terpasang, pedoman operasi dan perawatan instalasi, rekaman komisioning, termasuk laporan pengujian dan dokumen-dokumen jaminan mutu yang perlu untuk pengujian berkala, pengujian dan inspeksi selama operasi.

Semua rekaman diatas terdokumentasi di Unit Jaminan Mutu.

F. Pelaporan

1. Laporan Berkala

Secara berkala setiap akhir siklus operasi reaktor, Pemegang izin Reaktor T akan menyampaikan laporan operasi rutin kepada Kepala

BAPETEN mengenai data operasi, data elemen bakar dan batang kendali, perawatan dan perbaikan yang dilakukan, proteksi radiasi, dan data limbah.

2. Laporan kecelakaan

Apabila terjadi kecelakaan, Pemegang izin segera menyampaikan laporan kepada Kepala BAPETEN melalui telepon/faksimili/media elektronik paling lambat 1 jam sejak terjadi kecelakaan. Sedangkan laporan tertulis disampaikan paling lambat 2 x 24 jam sejak terjadi kecelakaan sesuai dengan Peraturan Kepala BAPETEN.

G. Proteksi dan Keselamatan Radiasi

Pemegang izin, seluruh manajer dan pelaksana kegiatan akan melaksanakan seluruh kegiatan sesuai dengan program proteksi dan keselamatan radiasi yang telah ditetapkan.

Petugas Proteksi Radiasi berwenang untuk melarang dan menghentikan kegiatan yang berkaitan dengan keselamatan apabila ditemukan suatu penyimpangan.

H. Utilisasi dan Modifikasi

Setiap kegiatan utilisasi dan modifikasi akan dilaksanakan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan.

I. Tindakan dalam kejadian operasi terantisipasi dan/atau penyimpangan terhadap Batas Keselamatan, Pengesetan Sistem Keselamatan, dan Kondisi Batas untuk Operasi Normal termasuk *scram* reaktor

Dalam hal terjadi penyimpangan terhadap batas keselamatan maka reaktor segera harus dipadamkan dan Pemegang izin melaporkan segera kepada Kepala BAPETEN. Selanjutnya dilakukan penyelidikan mengenai penyebab kejadian tersebut serta analisis terhadap kerusakan yang ditimbulkannya. Langkah perbaikan akan diambil berdasarkan hasil penyelidikan dan kemudian membuat rekomendasi mengenai tindakan untuk mencegah atau mengurangi peluang terjadinya kejadian tersebut. Reaktor hanya dapat dioperasikan kembali setelah dilakukan evaluasi dan tindakan

korektif ...

korektif yang tepat serta mendapat persetujuan dari Kepala BAPETEN.

Dalam hal terjadi kejadian operasi terantisipasi atau pelanggaran terhadap Kondisi Batas untuk Operasi Normal, bahkan pelanggaran terhadap Pengesetan Sistem Keselamatan, langkah pertama yang dilakukan yaitu mengembalikan ke kondisi normal, atau bila tidak memungkinkan maka reaktor dipadamkan. Terhadap kejadian ini dilakukan review/evaluasi secara internal dan berdasarkan hal tersebut disusun tindakan pencegahan dan langkah untuk mengurangi peluang terulangnya kejadian tersebut dan melaporkan kepada Kepala BAPETEN.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd.

AS NATIO LASMAN