

Pelatihan Penyegaran Teknisi dan  
Supervisor Perawatan Reaktor Non Daya

# BATAS KONDISI OPERASI REAKTOR TRIGA 2000

Asep Wahyu Shopiyudin, MT

NAMA

ASEP WAHYU SHOPIYUDIN, MT

PENDIDIKAN

D-3 Teknik Elektro UPI Bandung

S-1 Teknik Elektro UPI Bandung

S-2 Teknik Elektro ITB

Pengalaman

Perawat Reaktor TRIGA Bandung 6 Thn

Operator Reaktor TRIGA Bandung 6 Thn

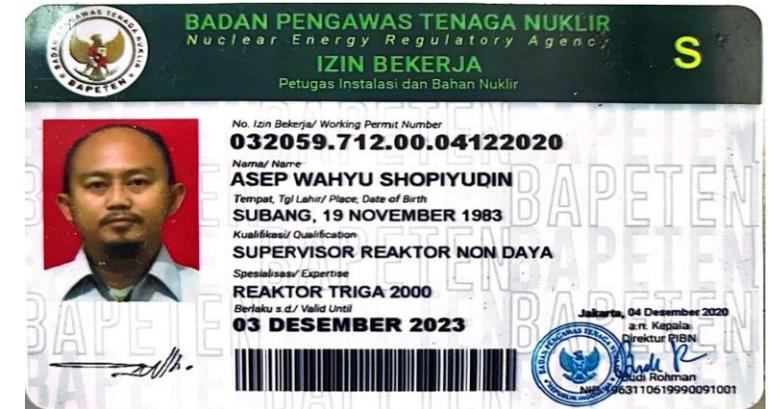
Supervisor Reaktor TRIGA Bandung 2 Thn

Pelatihan

2012 & 2015 Diklat Perawat Reaktor

2013 & 2016 Diklat Operator Reaktor

2020 Diklat Supervisor Reaktor





Reaktor sebagai instalasi vital yang mempunyai potensi bahaya yang besar dan berdampak multidimensional

Untuk dapat menjamin agar reaktor selalu berada dalam keadaan aman dalam segala keadaan/tingkat operasi, batas-batas keselamatan (safety limits) dan Syarat yang sudah ditetapkan harus selalu dipenuhi

## KOMPETENSI DASAR

Peserta dapat menjelaskan tentang pengertian batas keselamatan, pengesetan sistem, batas untuk operasi aman dan persyaratan pengawasan serta persyaratan administrasi Reaktor TRIGA 2000

## INDIKATOR KEBERHASILAN

1. Menjelaskan definisi batas keselamatan
2. Mengetahui prosedur pengesetan sistem keselamatan
3. Menjelaskan batas nilai untuk operasi aman
4. Menjelaskan persyaratan pengawasan dan persyaratan administrasi

DEFINISI

MENGAPA BKO PENTING?

PARAMETER BKO

PARAMETER GANGGUAN DAN PROTEKSI  
REAKTOR

SURVAILAN

**batas** /ba·tas/ *n* ketentuan yang tidak boleh dilampaui.  
**selamat** /se·la·mat / **1 a** terbebas dari bahaya, malapetaka, bencana; terhindar dari bahaya, malapetaka; bencana; tidak kurang suatu apa; tidak mendapat gangguan; kerusakan, dan sebagainya.

<https://kbbi.web.id/>

**Batas Keselamatan** = Batasan nilai **parameter** yang dibawah nilai tersebut, instalasi nuklir dapat dioperasikan dengan aman dan selamat

## **Pengesetan Sistem Keselamatan**

Nilai parameter operasi yang ditetapkan untuk mengaktivasikan sistem keselamatan secara otomatis pada kejadian operasi terantisipasi untuk mencegah terlampauinya batas keselamatan.

## **Kondisi Batas untuk Operasi Normal**

Tingkat kinerja peralatan minimum dan nilai parameter yang ditetapkan secara administratif untuk memastikan operasi Instalasi Nuklir dengan selamat



## Mistake

Tidak Mengetahui  
Rambu Rambu Lalin

Tidak Cukup Umur

Tidak Memiliki SIM

Helm bukan SNI

Tidak Mengetahui  
**Batas Keselamatan**

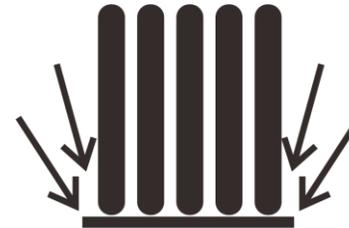
- Mencegah Kegagalan Nuklir.
- Melindungi Operator dan Personel.
- Agar Tidak Terjadi Pelanggaran Peraturan dan Undang-Undang.
- Mengantisipasi dan Mengendalikan Resiko.
- Tanggung Jawab Profesional dan Etika.

# Parameter BKO

Alarm



SCRAM



Normal

Peringatan  
Dini

Bahaya

# Parameter BKO

No.	Parameter Operasi	Satuan	B a t a s O p e r a s i Normal	Peringatan Dini	Scram
1.	Daya Tertinggi	kW	1000	1050	1100
2.	Periode minimum	Detik	Tidak ada	< 7	3
3.	Persen Daya	%	100	105	110
4.	Waktu jatuh batang kendali	Milidetik	500	Tidak ada	Tidak ada

No.	Parameter Operasi	Satuan	B a t a s O p e r a s i Normal	Peringatan Dini	Scram
5.	Suhu bahan bakar maksimum	°C	450	500	550
6.	Level sumber	%	$\geq 1,0E-05$	Tidak ada	$< 1,0E-07$ (*)
7.	<i>Burn-up</i> bahan bakar standar	%	50	Tidak ada	Tidak ada
8.	Pendingin Primer :				
	a. Level air tangki (dari bibir tangki)	Cm	$< 20$	Tidak ada	50

# Parameter BKO

No.	Parameter Operasi	Satuan	B a t a s O p e r a s i Normal	Peringatan Dini	Scram
	b. Laju alir	gpm (lpm)	$\geq 600$ (2271)	Tidak ada	Tidak ada
	c. Suhu masuk air tangki reaktor	$^{\circ}\text{C}$	$\leq 42$	Tidak ada	Tidak ada
	d. Suhu kolam air tangki reaktor	$^{\circ}\text{C}$	$\leq 47$	Tidak ada	49
	e. pH	-	5,5 – 6,5	Tidak ada	Tidak ada
	f. Konduktivitas	$\mu\text{mho/cm}$ ( $\mu\text{siemen/cm}$ )	$\leq 3,5$	Tidak ada	Tidak ada
	g. Kadar Si, Mg, Ca, Na. Atau konduktivitas $\leq 3.5$ $\mu\text{mho}$	Ppm	1,0	Tidak ada	Tidak ada

No.	Parameter Operasi	Satuan	B a t a s O p e r a s i N o r m a l	Peringatan Dini	Scram
9.	Pendingin Sekunder:				
	a. Suhu masuk HE	°C	≤ 39	Tidak ada	Tidak ada
	b. Suhu keluar HE	°C	≤ 43	Tidak ada	Tidak ada
	c. Laju alir	gpm (lpm)	≥1057 (4000)	Tidak ada	Tidak ada
	d. Level air kolam menara pendingin (di bawah permukaan normal)	Cm	5	20	Tidak ada

# Parameter BKO

No.	Parameter Operasi	Satuan	B a t a s O p e r a s i Normal	Peringatan Dini	Scram
10.	Radioaktivitas udara di ruang reaktor	Bq/jam	$1 - 131 \leq 8,5 \times 10^4$	Tidak ada	Tidak ada
	a. Beda tekanan udara di dalam dan di luar ruang reaktor	cm H <sub>2</sub> O	$\geq 0,2$	Tidak ada	Tidak ada
	b. Pelepasan efluen di ujung cerobong	Bq/tahun	$I-131 \leq 1,60 \times 10^3$	Tidak ada	Tidak ada
11.	Laju paparan:				
	a. Ruang kontrol	$\mu$ Sv/jam	$\leq 10$	Ada	Tidak ada
	b. Dek reaktor	$\mu$ Sv/jam	$\leq 100$	Ada	Tidak ada
	c. Permukaan air tangki	$\mu$ Sv/jam	$\leq 625$	Ada	Tidak ada
	d. Jalur akses hall timur dan selatan	$\mu$ Sv/jam	$\leq 10$	Ada	Tidak ada

# Parameter Gangguan Proteksi

# Gangguan Proteksi

Parameter yang membangkitkan sinyal 'ALARM' atau 'SCRAM'	JENIS GANGGUAN					
	Gangguan saat 'start up' dan operasi daya konstan	Kenaikan batang kendali secara tak terkendali	Gangguan pada komp. tampilan parameter keselamatan	Kegagalan fungsi pompa pendingin primer	Kebocoran pada sistem pendingin primer	Kegagalan fungsi pendingin sekunder

Fluks neutron < min.	INTER-LOCK	SCRAM	<b>Parameter Gangguan dan Proteksi Reaktor</b>			
Kecepatan kenaikan fluks neutron > maks.	ALARM SCRAM	SCRAM				
Tegangan tinggi detektor IC dan FC berubah < min.	SCRAM					

# Gangguan Proteksi

Parameter yang membangkitkan sinyal 'ALARM' atau 'SCRAM'	JENIS GANGGUAN					
	Gangguan saat 'start up' dan operasi daya konstan	Kenaikan batang kendali secara tak terkendali	Gangguan pada komp. tampilan parameter keselamatan	Kegagalan fungsi pompa pendingin primer	Kebocoran pada sistem pendingin primer	Kegagalan fungsi pendingin sekunder
Daya reaktor > daya maks.	ALARM SCRAM	SCRAM				
Level air tangki < min.	ALARM SCRAM				ALARM SCRAM	
Suhu bahan bakar > maks.	ALARM SCRAM			SCRAM	SCRAM	SCRAM
Suhu air keluar tangki reaktor > suhu operasi normal				ALARM	ALARM	ALARM

Parameter yang membangkitkan sinyal 'ALARM' atau 'SCRAM'	JENIS GANGGUAN					
	Gangguan saat 'start up' dan operasi daya konstan	Kenaikan batang kendali secara tak terkendali	Gangguan pada komp. tampilan parameter keselamatan	Kegagalan fungsi pompa pendingin primer	Kebocoran pada sistem pendingin primer	Kegagalan fungsi pendingin sekunder
S u h u pendingin primer > maks.				SCRAM	SCRAM	SCRAM
Level air menara pendingin < min.						ALARM

# SURVAILAN

- Untuk menunjukkan terpenuhinya persyaratan kinerja yang berkaitan dengan parameter yang telah ditetapkan dalam pengesetan system keselamatan dan kondisi batas untuk operasi.
- Lingkup surveilan mencakup inspeksi, uji fungsi, dan kalibrasi.
- Persyaratan surveilan harus mencakup kegiatan deteksi degradasi akibat penuaan, termasuk korosi, fatigue dan mekanisme lainnya

No.	Komponen/Sistem	Dilakukan
	<b>Pengujian Sistem Instrumentasi dan Kontrol</b>	
1.	Pengujian sistem/perangkat scram	Setiap reaktor akan dioperasikan
2.	Kalibrasi batang kendali	Setiap terjadi perubahan susunan bahan bakar atau setelah 140 MWd operasi
3.	Kalibrasi daya	Setiap terjadi perubahan susunan bahan bakar atau setelah 140 MWd operasi
4.	Pengukuran waktu jatuh batang kendali	Setelah 140 MWd operasi
5.	Pengamatan visual tangki reaktor dan seluruh komponen di dalamnya	1 kali/ 2 tahun
6.	Pemeriksaan, pengujian dan kalibrasi perangkat elektronik yang ada dalam unit DAC dan CSC	2 kali/tahun

No.	Komponen/Sistem	Dilakukan
	<b>Perawatan</b>	
1.	Sistem Ventilasi	
	Kebocoran sistem ventilasi	1 kali/bulan
	Fungsi <i>blower</i> dan motor penggerak	1 kali/bulan
	Penggantian <i>filter</i> sistem ventilasi	bila tekanan negatif ruang reaktor < 0,2 cmH <sub>2</sub> O
2.	Pemurnian Air Reaktor	
	Pemeriksaan kebocoran sistem pemipaan, pompa, dan <i>filter</i> , pengukur tekanan, pengukur konduktivitas air	1 kali/bulan
	Pemeriksaan alat ukur tekanan, flowmeter, dan konduktivitas	1 kali/bulan
	Penggantian resin perangkat pemurnian air ( <i>demineralizer</i> )	2 kali/tahun atau bila konduktivitas air tangki reaktor > 3,0 μmhos/cm (μSiemen/cm)
	Penggantian filter perangkat pemurnian air ( <i>demineralizer</i> )	2 kali/tahun atau bila laju aliran air < 10 US gpm (37,85 lpm)

No.	Komponen/Sistem	Dilakukan
3.	Sistem pendingin primer dan sekunder	
	Pemeriksaan kebocoran pompa dan sistem pemipaan	1 kali/minggu atau sebelum reaktor dioperasikan
	Penggantian oli pompa	Setelah 2000 jam beroperasi
	Perawatan penukar panas (HE).	1 kali/minggu dengan cara mengoperasikan pompa primer dan sekunder
	Pembersihan bagian dalam pelat penukar panas sistem pendingin primer (HE)	apabila perbedaan temperatur pada bagian sistem pendingin primer menunjukkan $\leq 2$ °C pada daya maksimal
	Pembersihan sistem sekunder	1 kali/tahun atau bila laju alir < 1057 US gpm (4000 lpm)

No.	Komponen/Sistem	Dilakukan
4.	Menara pendingin	
	Penggantian oli pompa	Setelah 2000 jam beroperasi
	Pembersihan sistem menara pendingin	3 kali/tahun atau bila pada menara pendingin sudah menempel kotoran
5.	Tangki Reaktor dan <i>bulk shielding</i>	
	Pembersihan tangki reaktor dan <i>bulk shielding</i>	2 kali/tahun atau bila pada dindingnya sudah menempel kotoran.
6.	Sistem <i>diffuser</i>	
	Pemeriksaan kebocoran pompa dan sistem pemipaan	1 kali/minggu atau sebelum reaktor dioperasikan

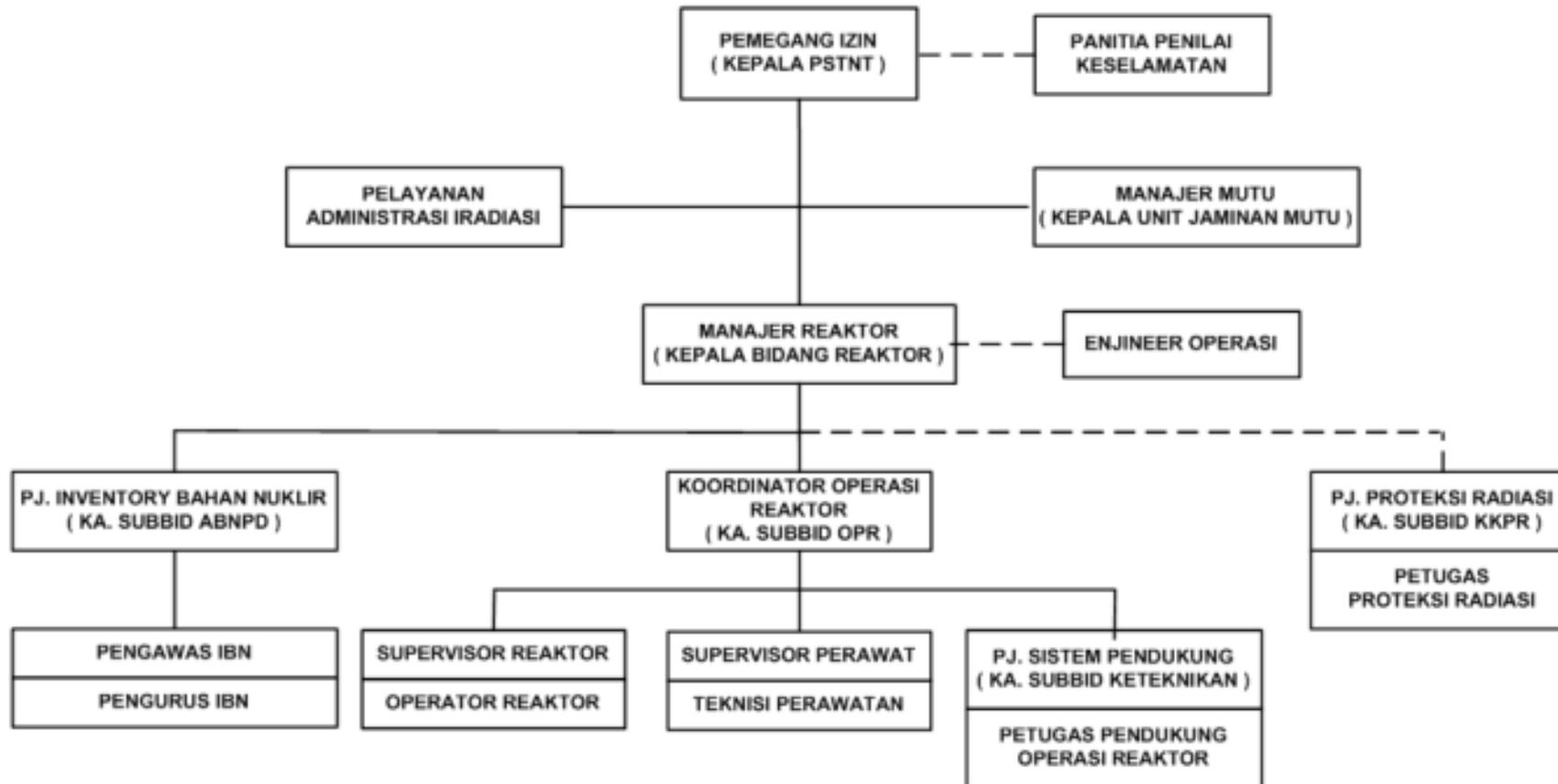
No.	Komponen/Sistem	Dilakukan
7.	Sistem catu daya listrik darurat	
	Penggantian oli mesin	Minimal 1 tahun 1 kali
	Penggantian <i>filter</i> oli	Minimal 1 tahun 1 kali
	Penggantian <i>filter</i> bahan bakar	Minimal 1 tahun 1 kali
	Pembersihan <i>filter</i> udara	Minimal 1 tahun 1 kali
	Penggantian air radiator dengan aquades	Minimal 1 tahun 1 kali
	Pemeriksaan <i>Accumulator</i>	Setiap akan dioperasikan
	Pemeliharaan kebersihan ruangan	2 kali seminggu
	Uji fungsi tanpa beban	1 kali seminggu
	Uji fungsi dengan beban	2 kali/tahun
8.	Sistem pemantauan radioaktivitas	
	Uji fungsi dan kalibrasi alat ukur dan monitor radiasi ruangan ( <i>gamma area monitor</i> ) serta alarm.	minimal 1 kali/tahun.

No.	Komponen/Sistem	Dilakukan
9.	Pemantauan radioaktivitas	
	Pemantauan paparan radiasi di dek reaktor dan ruang kendali.	Setiap reaktor beroperasi
	Pemantauan paparan radiasi di pipa inlet dan outlet <i>demineralizer</i> .	Setiap periode reaktor beroperasi normal
	Pemantauan kontaminasi permukaan di dalam ruang reaktor.	Dilakukan minimum 1 kali/1 bulan dalam keadaan reaktor beroperasi / tidak beroperasi.
	Pemantauan radioaktivitas udara 1 meter dari permukaan air tangki reaktor pada daya minimal 700 kW.	Sekali setiap perioda reaktor beroperasi normal
	Pemantauan radioaktivitas udara di ruang reaktor.	Sekali selama perioda reaktor beroperasi atau sebulan sekali jika reaktor tidak dioperasikan
	Pemantauan radioaktivitas lingkungan melalui pengambilan sampel tanah, rumput, air, dan udara dan pengelolaan lingkungan.	1 kali/3 bulan
	Pemantauan radioaktivitas udara di cerobong.	Setiap reaktor beroperasi

meliputi:

- a. struktur organisasi;
- b. kualifikasi dan pelatihan personil;
- c. penilaian dan audit;
- d. prosedur;
- e. rekaman;
- f. laporan;
- g. keselamatan radiasi; dan
- h. modifikasi.

## STRUKTUR ORGANISASI OPERASI REAKTOR



## Kualifikasi Petugas IBN

### A. Manajemen Pelaksana Operasi Reaktor

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.

## Pelatihan Petugas IBN

- a. Operator Reaktor, Supervisor Reaktor, Petugas Perawatan Reaktor, dan Petugas Proteksi Radiasi harus memiliki SIB dari BAPETEN.
- b. Pelatihan penyegaran untuk Supervisor Reaktor dan Operator Reaktor dilaksanakan setiap 3 tahun sekali.
- c. Pelatihan penyegaran untuk Supervisor dan Teknisi Perawatan Reaktor dilaksanakan setiap 4 tahun sekali. Pelatihan penyegaran untuk Petugas Proteksi Radiasi dilaksanakan setiap 4 tahun sekali.

## Penilaian dan Audit

- o Adanya P2K3 yang bertugas memberikan saran kepada pimpinan PSTNT, baik diminta atau tidak dalam masalah ketentuan keselamatan dan kesehatan kerja radiasi dan nonradiasi.
- o UJM berwenang melakukan penilaian dan audit terhadap pelaksanaan Program Jaminan Mutu.

## Prosedur

Semua kegiatan yang berkaitan dengan pengoperasian, perawatan, utilisasi, program kesiapsiagaan nuklir, modifikasi dan tindakan proteksi radiasi harus dilaksanakan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan.

## Rekaman

Semua kegiatan harus terdokumentasi dengan baik

## **Pelaporan**

### 1. Laporan Berkala

melaporkan seluruh kegiatan operasi dan perawatan reaktor ke BAPETEN minimum 1 kali dalam 3 bulan dalam bentuk :

**a. Laporan operasi reaktor.**

**b. Laporan penggunaan bahan bakar.**

**c. Laporan pemantauan radioaktivitas lingkungan dan pengelolaan limbah ke BAPETEN** dilakukan setiap 6 bulan sekali.

**d. Laporan kecelakaan**

PSTNT wajib melaporkan kepada Kepala BAPETEN apabila terjadi kedaruratan nuklir. Laporan tersebut harus disampaikan paling lama 1 jam melalui telpon, faksimili, atau surat elektronik, dan secara tertulis paling lama 2 hari setelah terjadi kecelakaan.

## Proteksi dan Keselamatan Radiasi

PSTNT wajib berupaya meminimalkan penerimaan dosis radiasi bagi pekerja radiasi dan anggota masyarakat dengan cara:

- a. **Justifikasi**, yaitu bahwa setiap pemanfaatan tenaga nuklir harus didasarkan pada manfaat yang diperoleh lebih besar daripada risiko yang ditimbulkan
- b. **Limitasi**, yaitu bahwa dosis ekivalen yang diterima oleh seseorang dari semua kegiatan tidak boleh melampaui nilai batas dosis yang telah ditetapkan.
- c. **Optimisasi**, yaitu bahwa harus diupayakan agar besarnya dosis yang diterima serendah mungkin yang dapat dicapai dengan mempertimbangkan faktor sosial dan ekonomi.

## Utilisasi dan Modifikasi

Program modifikasi terhadap struktur, sistem dan komponen harus disetujui oleh P2K3 reaktor dan utilisasi harus dibuat apabila :

- a. menyebabkan perubahan terhadap nilai BK,
- b. menyebabkan perubahan terhadap nilai KBO,
- c. menimbulkan pengaruh terhadap sistem yang penting untuk keselamatan, dan/atau
- d. menyebabkan bahaya yang berbeda sifatnya atau yang kebolehjadiannya lebih besar dari pada yang telah dipertimbangkan, atau yang secara signifikan mengurangi margin keselamatan, hanya boleh dilaksanakan setelah mendapat persetujuan BAPETEN

## 1. Batasan dan Kondisi Operasi adalah:

- a. seperangkat ketentuan operasi yang menetapkan batasan parameter, tingkat kemampuan fungsi dan kinerja peralatan dan petugas yang telah disetujui Kepala BAPETEN untuk mengoperasikan reaktor secara selamat;
- b. seperangkat ketentuan operasi yang menetapkan batasan parameter, tingkat kemampuan fungsi dan kinerja peralatan dan petugas;
- c. seperangkat ketentuan operasi yang disetujui Kepala BAPETEN;
- d. ketentuan yang mengatur keselamatan operasi reaktor;
- e. bukan salah satu di atas

## 2. Batas keselamatan adalah:

- a. ditetapkan setelah pembatasan pengaturan sistem keselamatan ditetapkan terlebih dahulu;
- b. memiliki besaran yang selalu lebih besar/tinggi dari besaran pembatasan pengaturan sistem keselamatan;
- c. merupakan besaran yang ditetapkan untuk memastikan bahwa reaktor dapat dioperasikan secara aman, selama batas keselamatan tersebut tidak terlampaui;
- d. salah satu besaran yang perlu ditetapkan;
- e. selalu memiliki harga yang lebih kecil daripada nilai pembatasan pengaturan sistem keselamatan.

## 2. Batas keselamatan adalah:

- a. ditetapkan setelah pembatasan pengaturan sistem keselamatan ditetapkan terlebih dahulu;
- b. memiliki besaran yang selalu lebih besar/tinggi dari besaran pembatasan pengaturan sistem keselamatan;
- c. merupakan besaran yang ditetapkan untuk memastikan bahwa reaktor dapat dioperasikan secara aman, selama batas keselamatan tersebut tidak terlampaui;
- d. salah satu besaran yang perlu ditetapkan;
- e. selalu memiliki harga yang lebih kecil daripada nilai pembatasan pengaturan sistem keselamatan.

3. Urutan yang paling benar dalam menetapkan hal-hal berikut adalah:
- Batas dan kondisi operasi normal, Pengaturan peringatan dini, Pembatasan pengaturan sistem keselamatan, Batas keselamatan;
  - Pengaturan peringatan dini, Pembatasan pengaturan sistem keselamatan, Batas keselamatan, Batas dan kondisi operasi normal;
  - Pembatasan pengaturan sistem keselamatan, Batas keselamatan, Batas dan kondisi operasi normal, Pengaturan peringatan dini;
  - Batas keselamatan, Pembatasan pengaturan sistem keselamatan, Pengaturan peringatan dini, Batas dan kondisi operasi normal;
  - Tidak perlu secara berurutan menetapkannya.

4. Berdasarkan prosedur perawatan sistem pendingin primer maka pemeriksaan rutin yang perlu saudara lakukan terhadap pompa sistem pendingin primer tersebut adalah .....

- a. pemeriksaan kebocoran minimal seminggu sekali
- b. pemeriksaan kebisingan minimal sebulan sekali
- c. pemeriksaan getaran minimal sebulan sekali
- d. semua benar



Terima Kasih