

KESIAPSIAGAAN DAN PENANGGULANGAN KEDARURATAN NUKLIR

Satrio Aris Setiawan
satr012@brin.go.id

Pelatihan Penyegaran Operator dan Supervisor Reaktor

20 Februari 2025

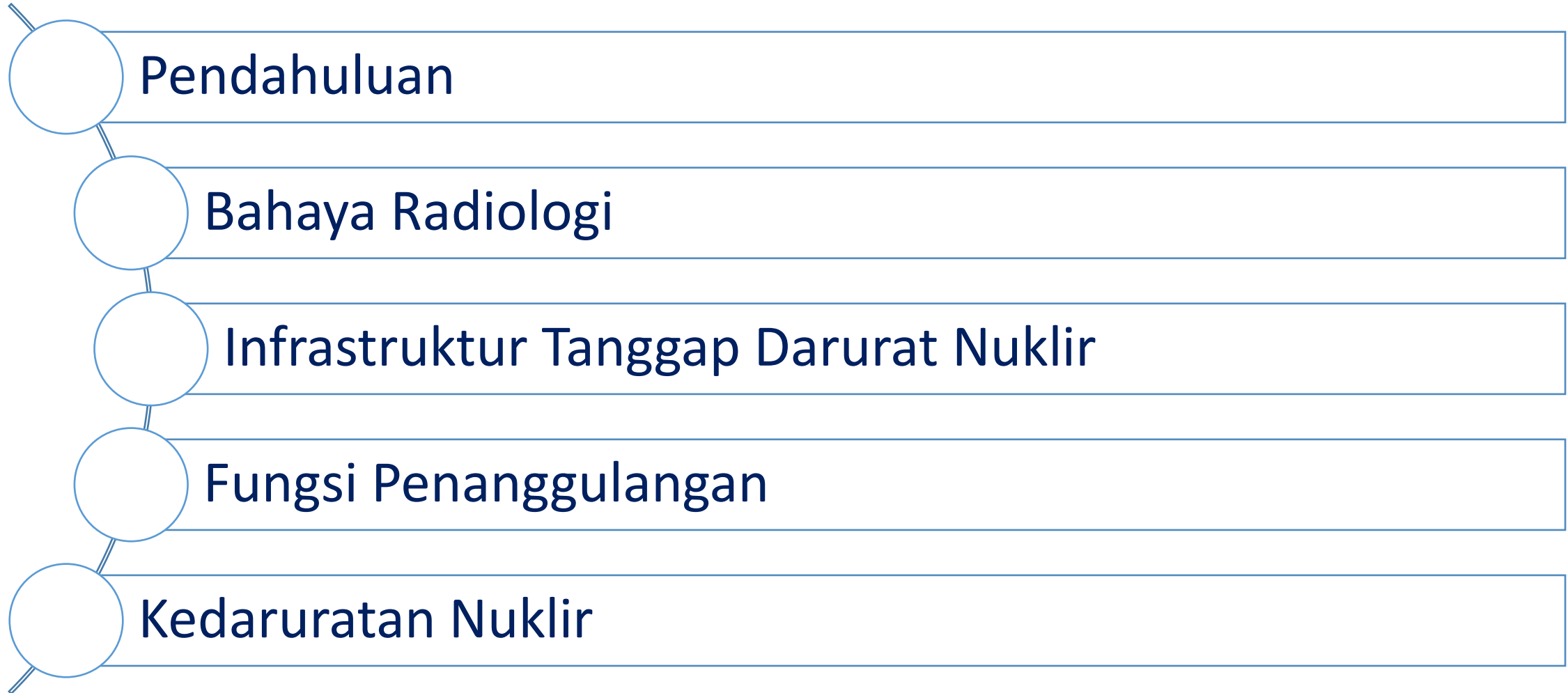
BRIN

BIODATA

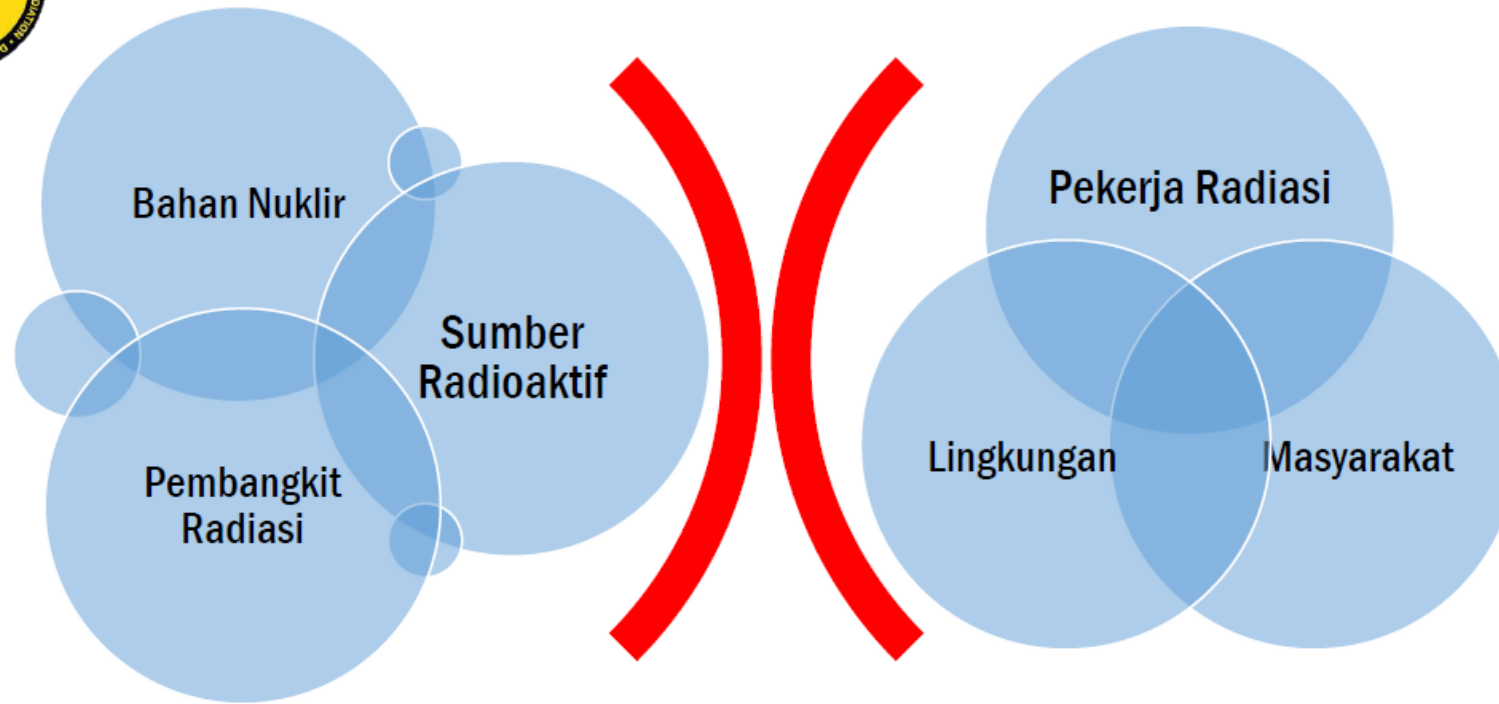
Nama : Satrio Aris Setiawan

Pendidikan : S1 – Fisika UI

Pengalaman : PPR Instalasi Nuklir Reaktor TRIGA 2000



LATAR BELAKANG (1)



**Pemanfaatan Tenaga
Nuklir**

**Potensi Kecelakaan
Nuklir dan Radiologi**

Kemungkinan **kecelakaan** dapat terjadi **kapan saja** dan **dimana saja**, termasuk di instalasi nuklir

Perlu kesiapan semua **infrastruktur** dan kemampuan **fungsi penanggulangan** yang siap dikomando dan dioperasikan berdasarkan sistem nasional terpadu, dilengkapi dengan pedoman pelaksanaan

Adanya **potensi** terjadinya kecelakaan di instalasi nuklir menyebabkan diperlukannya **kesiapsiagaan dan tanggap darurat nuklir**

Kompetensi Dasar:

Menjelaskan konsep kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan nuklir

Indikator Keberhasilan

Menyebutkan kategori bahaya radiologi

Menyebutkan zona tindakan, pencegahan, perencanaan & pengawasan

Menyebutkan infrastruktur kedaruratan

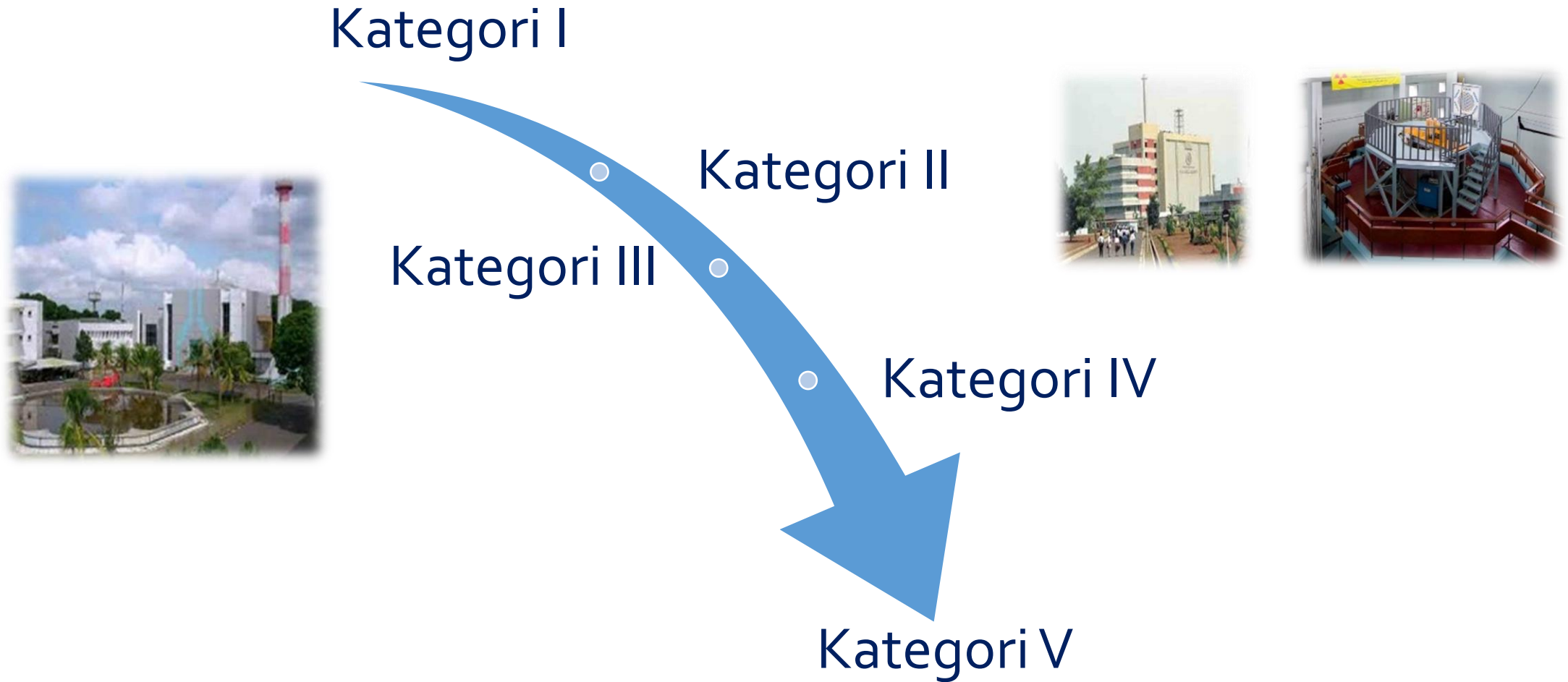
Menyebutkan fungsi / tindakan penanggulangan

Menjelaskan prosedur penanggulangan

Dasar Hukum

- Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2023 Pasal 69: Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Kedaruratan dilaksanakan pada Tingkat nasional, daerah, dan instalasi/fasilitas.
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 1 Tahun 2010 Pasal 4 ayat (1): Pemegang izin harus menetapkan program kesiapsiagaan nuklir berdasarkan hasil kajian potensi bahaya radiologi sesuai dengan kategori bahaya radiologi.

BAHAYA RADIOLOGI (1)



BAHAYA RADIOLOGI (2)

Kategori II

Instalasi atau fasilitas dengan potensi bahaya yang menghasilkan **lepasan radioaktif** dengan **dosis** diatas nilai yang diizinkan tetapi **tidak memberikan efek deterministik parah di luar tapak.**

Fasilitas

reaktor dengan daya lebih besar dari atau sama dengan 2 MWt tetapi lebih kecil dari atau sama dengan 100 MWt

Kategori III

Instalasi atau fasilitas dengan potensi bahaya **tidak** memberikan dampak di **luar tapak** tetapi **berpotensi** memberikan efek deterministik di dalam tapak.

Fasilitas

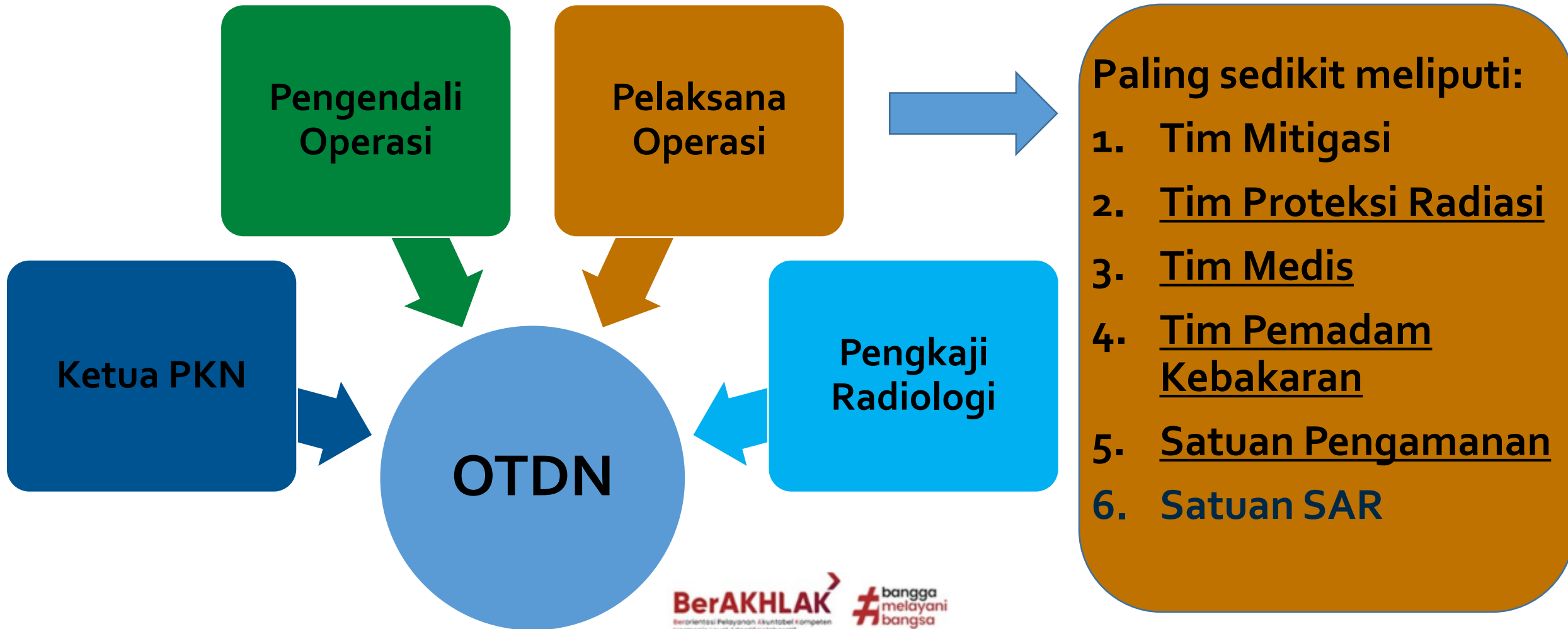
reaktor dengan daya lebih kecil dari 2 MWt

INFRASTRUKTUR TANGGAP DARURAT NUKLIR ⁽¹⁾



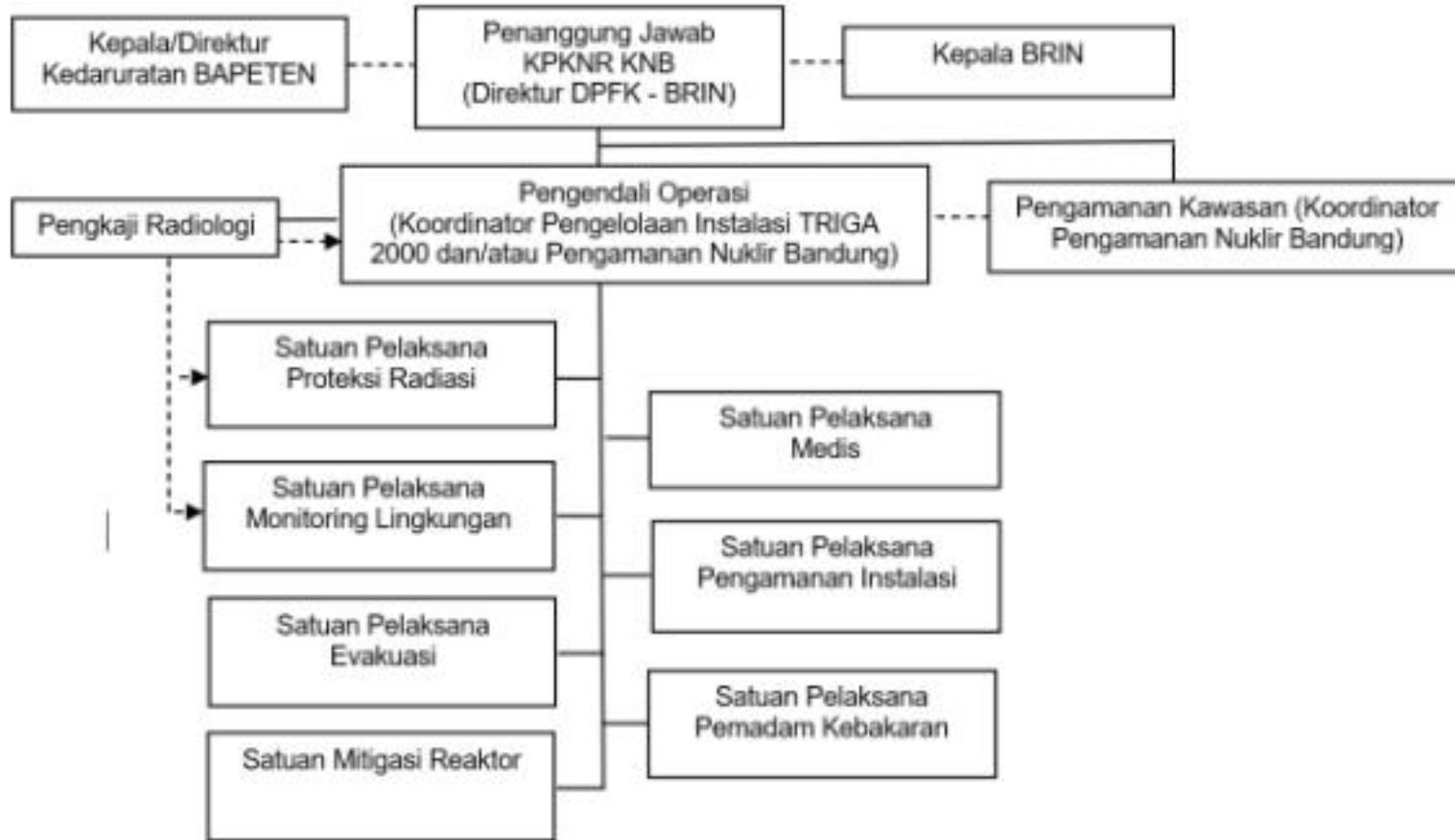
INFRASTRUKTUR TANGGAP DARURAT NUKLIR ⁽²⁾

1. Organisasi Tanggap Darurat Nuklir (OTDN), minimal terdiri dari:



INFRASTRUKTUR TANGGAP DARURAT NUKLIR (3)

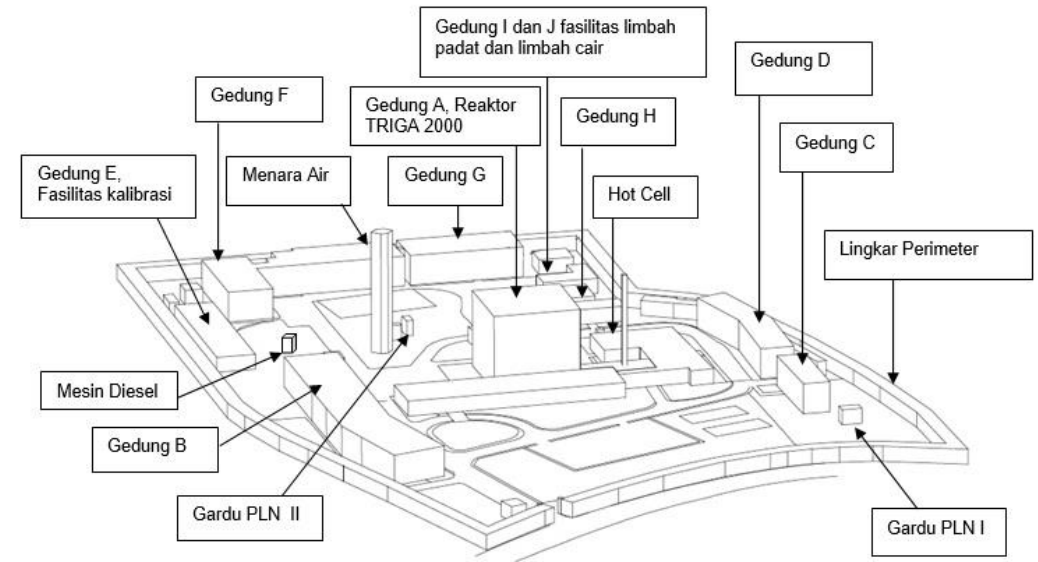
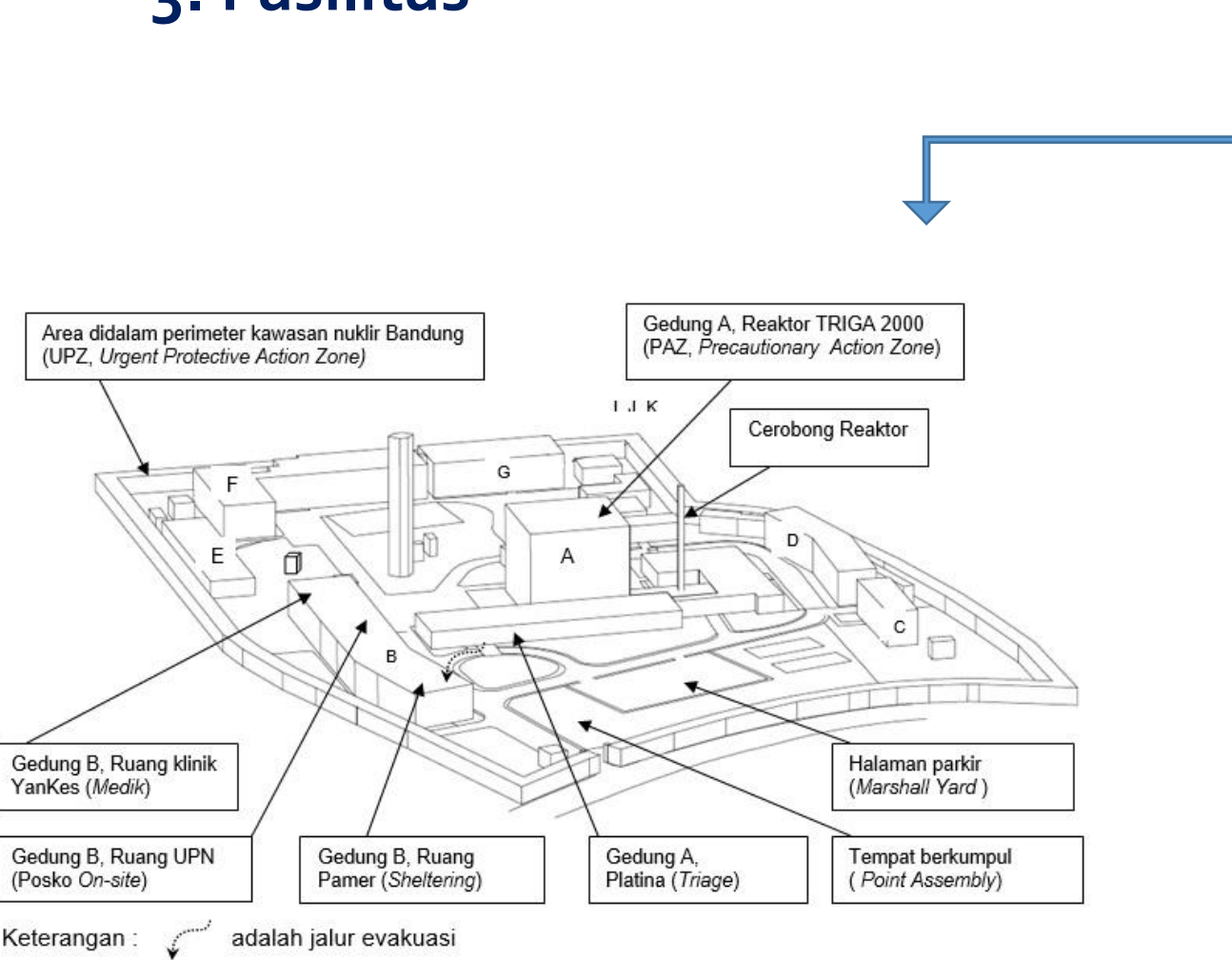
2. Koordinasi



- = Garis Alur Komando
- - - - = Garis Alur Koordinasi
- - - -> = Garis Alur Rekomendasi

INFRASTRUKTUR TANGGAP DARURAT NUKLIR (5)

3. Fasilitas



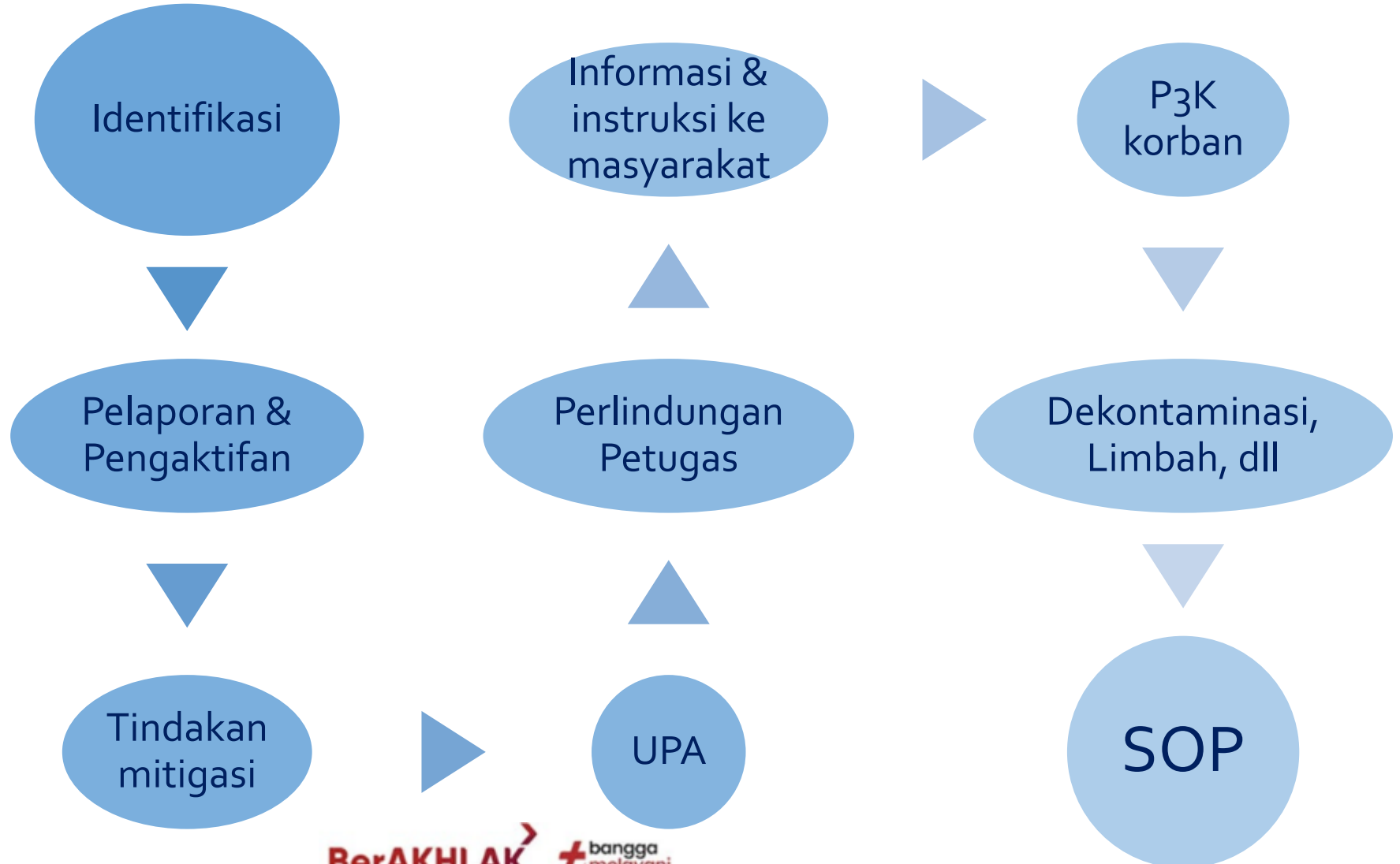
INFRASTRUKTUR TANGGAP DARURAT NUKLIR (6)

3. Peralatan

NO	SISTEM	SPESIFIKASI	KETERANGAN
1.	Sistem & Peralatan deteksi dini dan alarm.	Laju dosis gamma, detektor radiasi di depan ruang piket.	Gamma alarm di dek reaktor dan ruang kendali
2.	Peralatan proteksi pekerja kedaruratan	Helm, masker, goggle, fullface masker, shoes cover, coverall, sarung tangan, sumbat telinga, lab jas, apron, penutup kepala, sepatu kerja, respirator.	Jumlah mencukupi disimpan di ruang piket PPR reaktor
3.	Peralatan monitoring radiasi dan lingkungan.	Dosimeter personil (TLD), pocket dosemeter, surveimeter (laju paparan/dosis dan kontaminan), area monitor, pencuplik udara, pencuplik sampel lingkungan, spektrometer gamma, alfa/beta counter, GPS, teletector, handfoot monitor.	Jumlah mencukupi disimpan di ruang piket PPR reaktor dan PPR lab SBR
4.	Peralatan dekontaminasi	Vaccum cleaner, radiacwash, teepol, kertas merang, plastik, wadah limbah, tong panjang/pendek, ember, tambang, security line, tanda radiasi, kantong sampel, kertas smeatrest, sikat, sekop, lap pel, sponge bertangkai.	Jumlah mencukupi disimpan di ruang piket reaktor dan ruang KKPR
5.	Peralatan medis kedaruratan	Tandu, oksigen, stetoskop, spalk, penyangga leher, kotak P3K, kursi roda.	Disimpan di Klinik Kedokteran Nuklir Bandung
6.	Sarana evakuasi	Bis, ambulance, tanda-tanda evakuasi.	Kendaraan disimpan di garasi kendaraan gedung B
7.	Sistem & peralatan komunikasi	HT, telephone, seluler, sistem paging, CCTV, megaphone, security line.	Disimpan di ruang UPN
8.	Peralatan Damkar	APAR, thermatic, smoke detektor, hidrant, selang damkar, nozle, mesin damkar, helm damkar, baju tahan api, baju tahan panas.	Sesuai dengan peta penempatan oleh UPN
9.	Sarana Pendukung	Tower air, diesel, genset, fork lift kecil.	Tersedia di KNB dalam perimeter di belakang gedung A dan B

INFRASTRUKTUR TANGGAP DARURAT NUKLIR (7)

4. Prosedur Penanggulangan



INFRASTRUKTUR TANGGAP DARURAT NUKLIR (8)

Tujuan

- Klasifikasi ketidaknormalan kondisi instalasi & kondisi radiologi

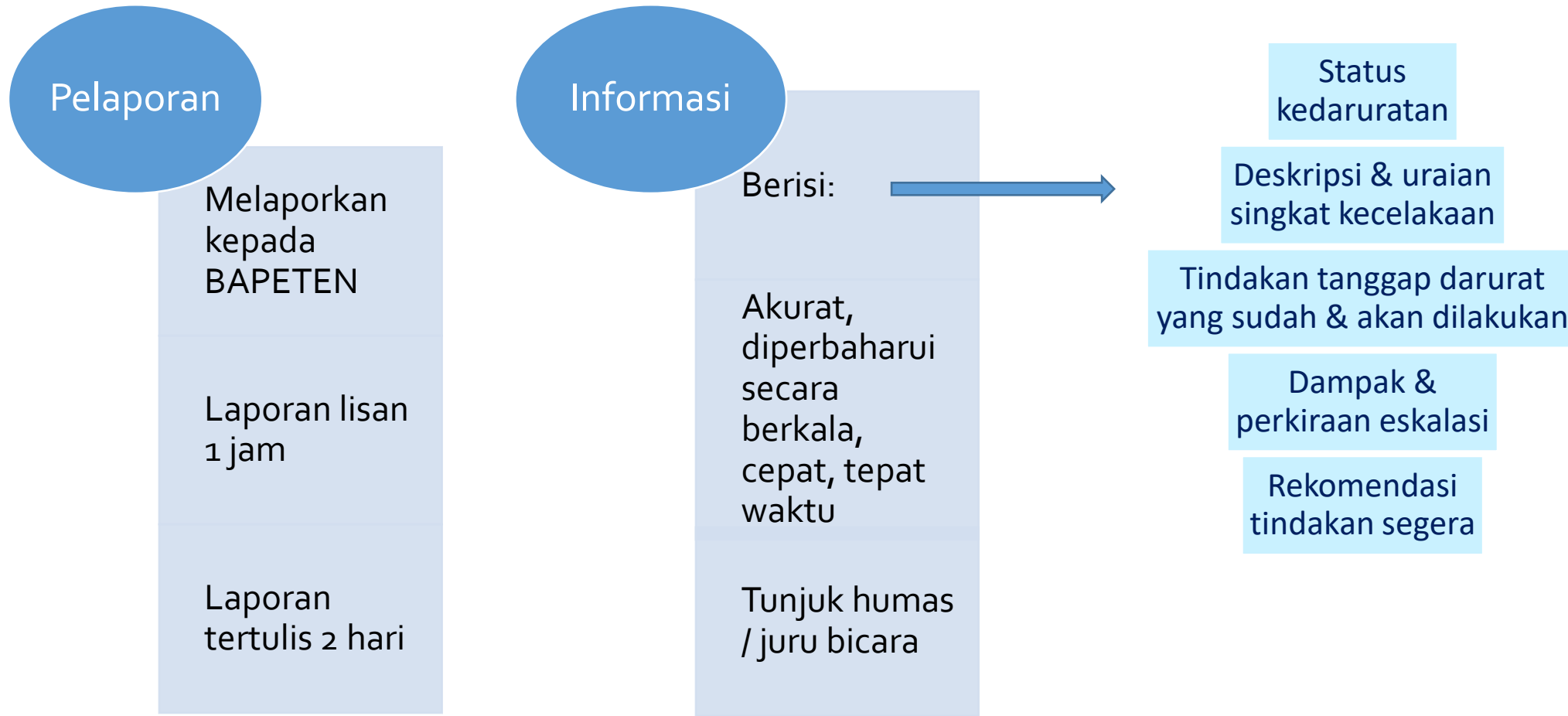
Input

- Status sistem reaktor, kondisi radiologi instalasi, status kolam bahan bakar, status keamanan
- Laju dosis di sekitar instalasi

Output

- Klasifikasi kecelakaan

INFRASTRUKTUR TANGGAP DARURAT NUKLIR (9)



5. Pelatihan dan/atau Gladi Kedaruratan

Fasilitas /
Instalasi:
setiap 1 tahun

Provinsi / Luar
Tapak:
setiap 2 tahun

Nasional:
setiap 4 tahun

FUNGSI PENANGGULANGAN (1)



FUNGSI PENANGGULANGAN (2)

1. Identifikasi, Pelaporan & Pengaktifan

KLASIFIKASI KEDARURATAN NUKLIR / RADIOLOGIK

Kedaruratan Umum

- Lepas / paparan radiasi ke luar tapak
- Kedaruratan Provinsi ($5 \mu\text{Sv}/\text{jam}$ selama 10 menit)
- Kedaruratan Nasional ($500 \mu\text{Sv}/\text{jam}$ selama 10 menit)

Kedaruratan Tapak

- Penurunan tingkat proteksi yang sangat besar bagi populasi di dalam dan diluar tapak dekat fasilitas
- Melampaui nilai dasar desain

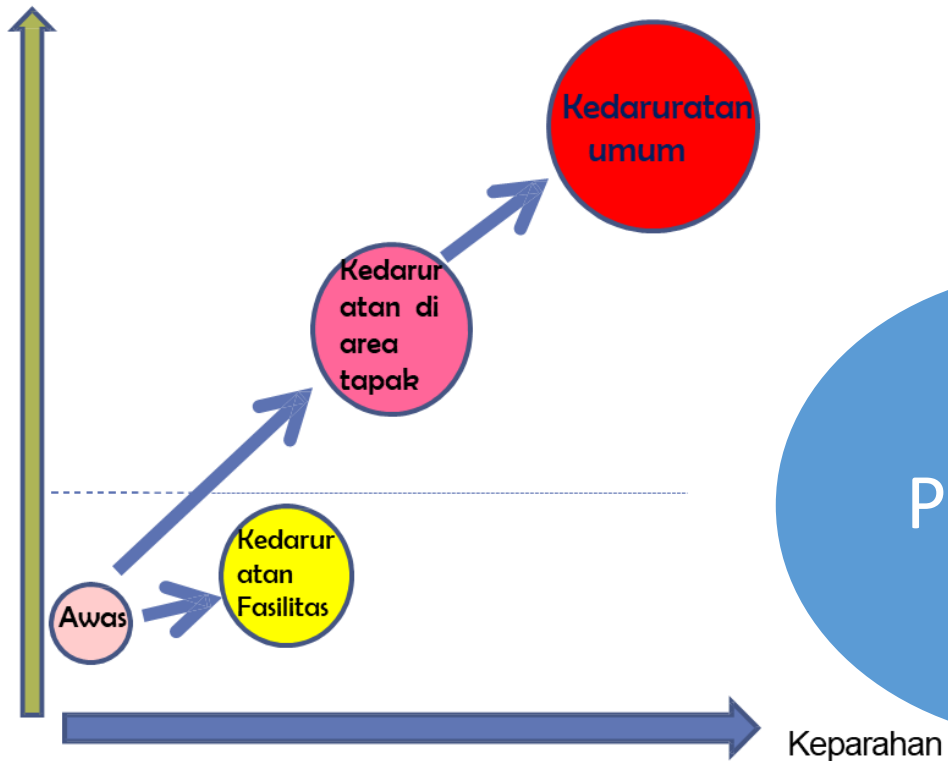
Kedaruratan Fasilitas dan Awas

- Tidak ada risiko kepada populasi di luar tapak
- Penurunan yang sangat besar pada proteksi personel

FUNGSI PENANGGULANGAN (3)

1. Identifikasi, Pelaporan & Pengaktifan

Lingkup tindakan perlindungan



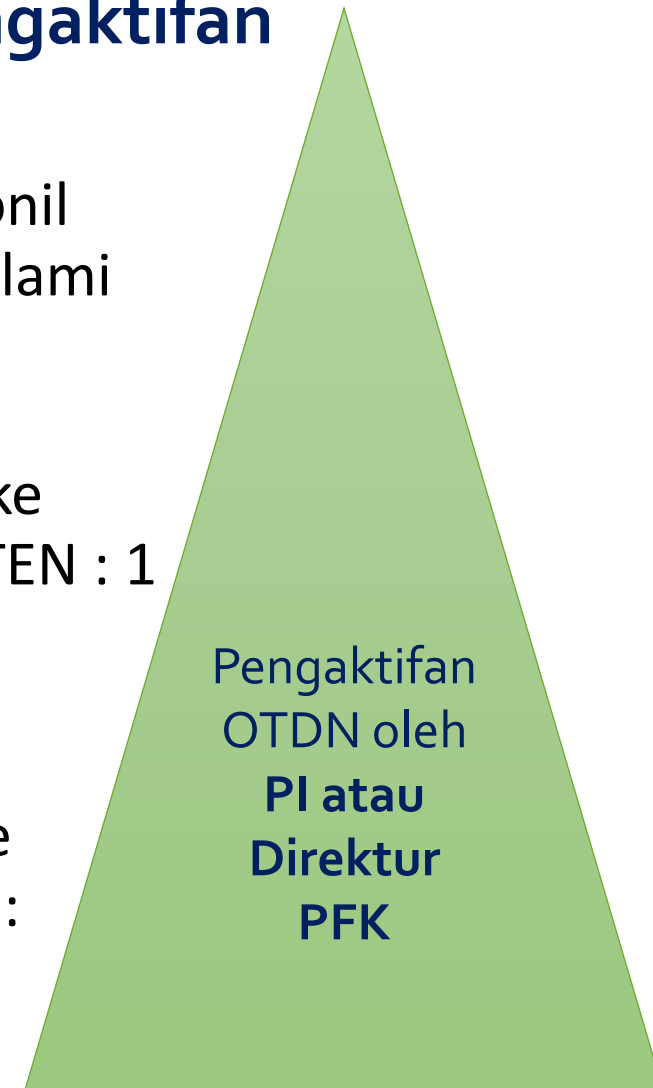
Awal : personil yang mengalami atau PPR



Lisan ke BAPETEN : 1 jam



Tertulis ke BAPETEN : 2 hari



Pengaktifan OTDN oleh PI atau Direktur PFK

Direktorat Keteknikan dan Kesiapsiagaan Nuklir
Badan Pengawas Tenaga Nuklir
E-mail: sos@bapeten.go.id
Telp: 021-6385-6518
Faks: 021-630-2187

1. Identifikasi, Pelaporan & Pengaktifan

FORMULIR PELAPORAN PENANGGULANGAN KEDARURATAN NUKLIR

Tanggal	:	
Jam	:	
Instansi	:	
Alamat	:	
Lokasi	:	

Nama Pelapor	:	
Jabatan	:	
Unit Kerja	:	
Telp	:	
Faks	:	
E-mail	:	

Kategori	I	II	III	IV
Fasilitas / Instalasi	<input type="checkbox"/> Reaktor Daya <input type="checkbox"/> Reaktor Nondaya Daya: Tipe: <input type="checkbox"/> Lain-lain Klas kedaruratan <input type="checkbox"/> Waspada <input type="checkbox"/> Kedaruratan area tapak <input type="checkbox"/> Kedaruratan umum	<input type="checkbox"/> Reaktor Daya <input type="checkbox"/> Reaktor Nondaya Daya: Tipe: <input type="checkbox"/> Lain-lain Klas kedaruratan <input type="checkbox"/> Waspada <input type="checkbox"/> Kedaruratan area tapak <input type="checkbox"/> Kedaruratan umum	<input type="checkbox"/> Reaktor < 2 MWt <input type="checkbox"/> Fasilitas penyimpanan bahan bakar bekas kering <input type="checkbox"/> Fasilitas produksi radioisotop <input type="checkbox"/> Lain-lain	<input type="checkbox"/> Radiografi industri fasilitas terbuka <input type="checkbox"/> Well logging <input type="checkbox"/> Fasilitas gauging industri <input type="checkbox"/> Lain-lain

Sumber radiasi yang terlibat:	
Bentuk Fisik	<input type="checkbox"/> padat <input type="checkbox"/> cair <input type="checkbox"/> gas
Jenis Isotop	
Aktivitas	

Paparan Radiasi					
Jarak (meter)	1	10	25	50
mRem/jam					
Kontaminasi					
Lantai/Ruangan					Bq/cm ²
Udara					Bq/liter

Jumlah Korban	
Nama	Keterangan
Tindakan Penanggulangan yang telah dilakukan	
Bantuan yang diharapkan	

.....
Pelapor
Nama Lengkap

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,
ttd
AS NATIO LASMAN

Direktorat Keteknikan dan Kesiapsiagaan Nuklir
Badan Pengawas Tenaga Nuklir
E-mail: sos@bapeten.go.id
Telp: 021-6385-6518
Faks: 021-630-2187

2. Tindakan Mitigasi

Definisi

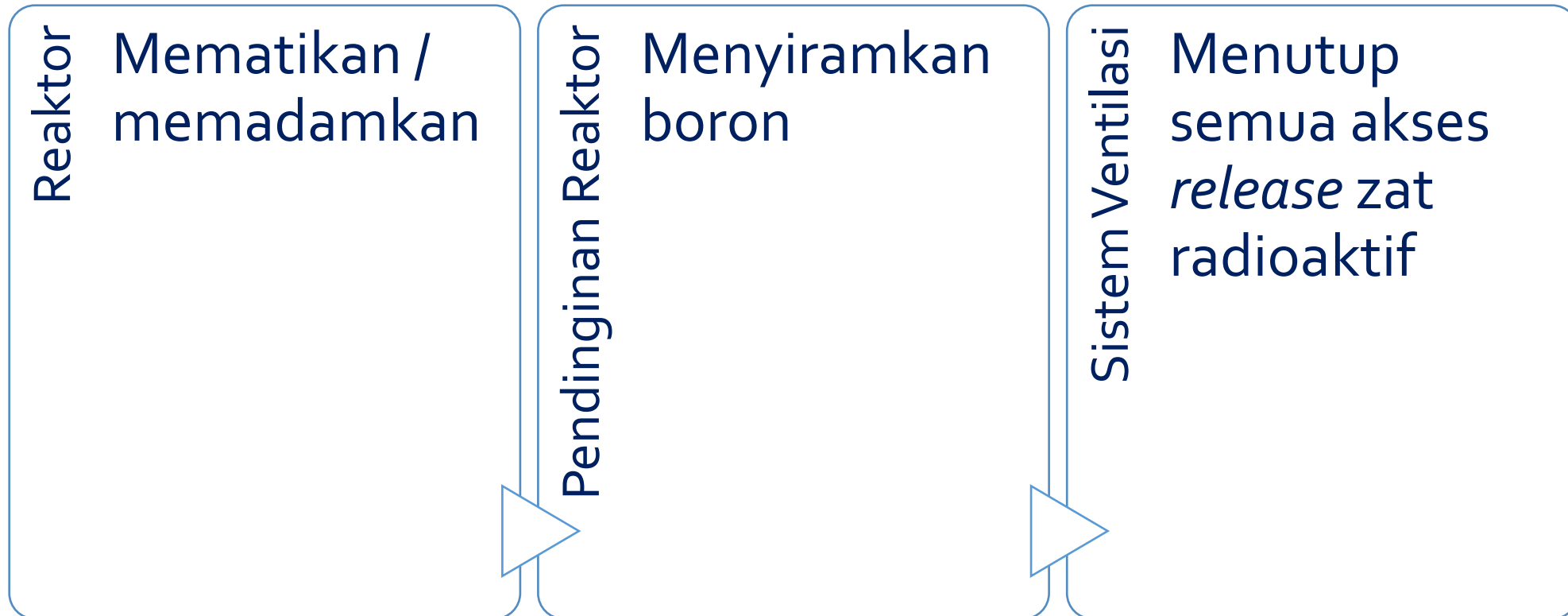
- Tindakan untuk membatasi dan mengurangi paparan radiasi jika terjadi peristiwa yang dapat menyebabkan atau meningkatkan paparan radiasi

Tujuan

- a.mencegah eskalasi bahaya radiologi;
- b.mengembalikan ke keadaan selamat dan stabil;
- c.mengurangi potensi lepasan zat radioaktif / paparan radiasi;
- d.memitigasi dampak lepasan zat radioaktif atau paparan radiasi.

2. Tindakan Mitigasi

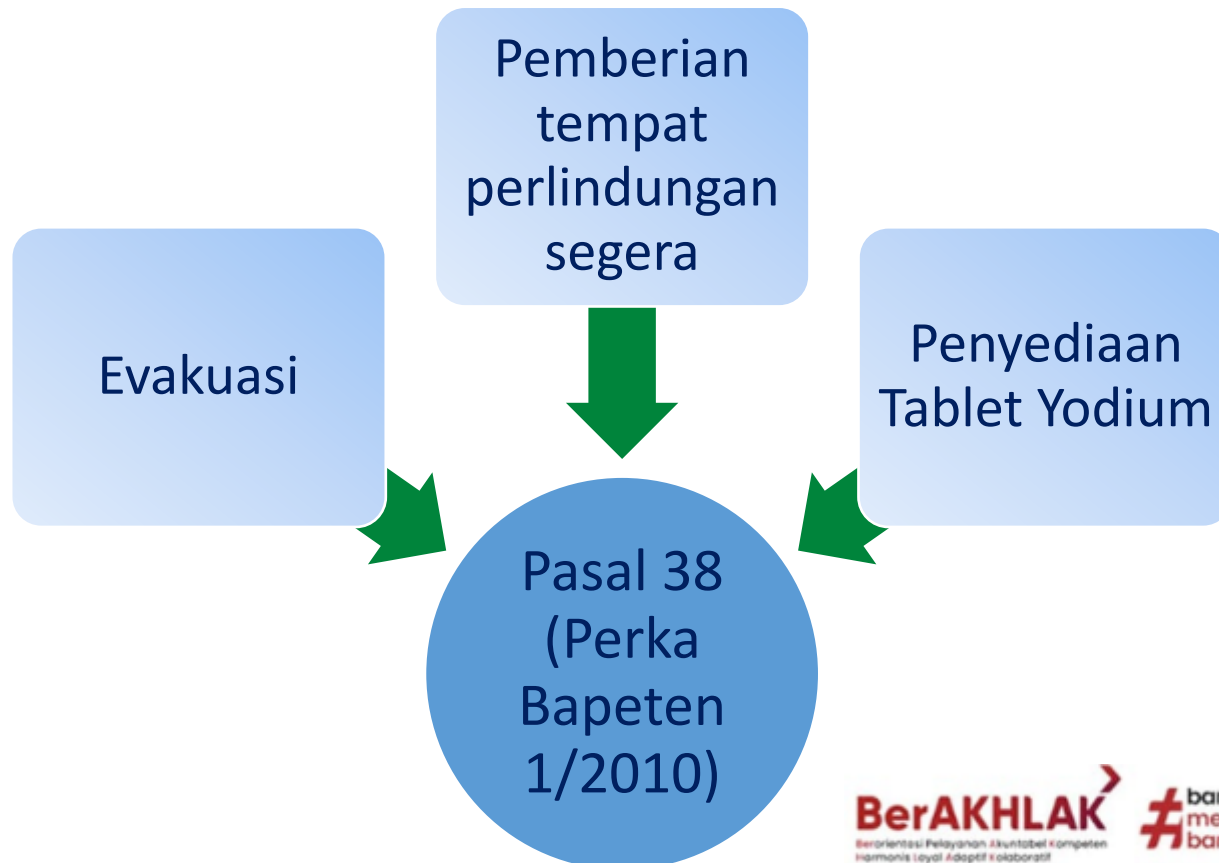
tindakan untuk membatasi dan mengurangi paparan radiasi jika terjadi peristiwa yang dapat menyebabkan atau meningkatkan paparan radiasi



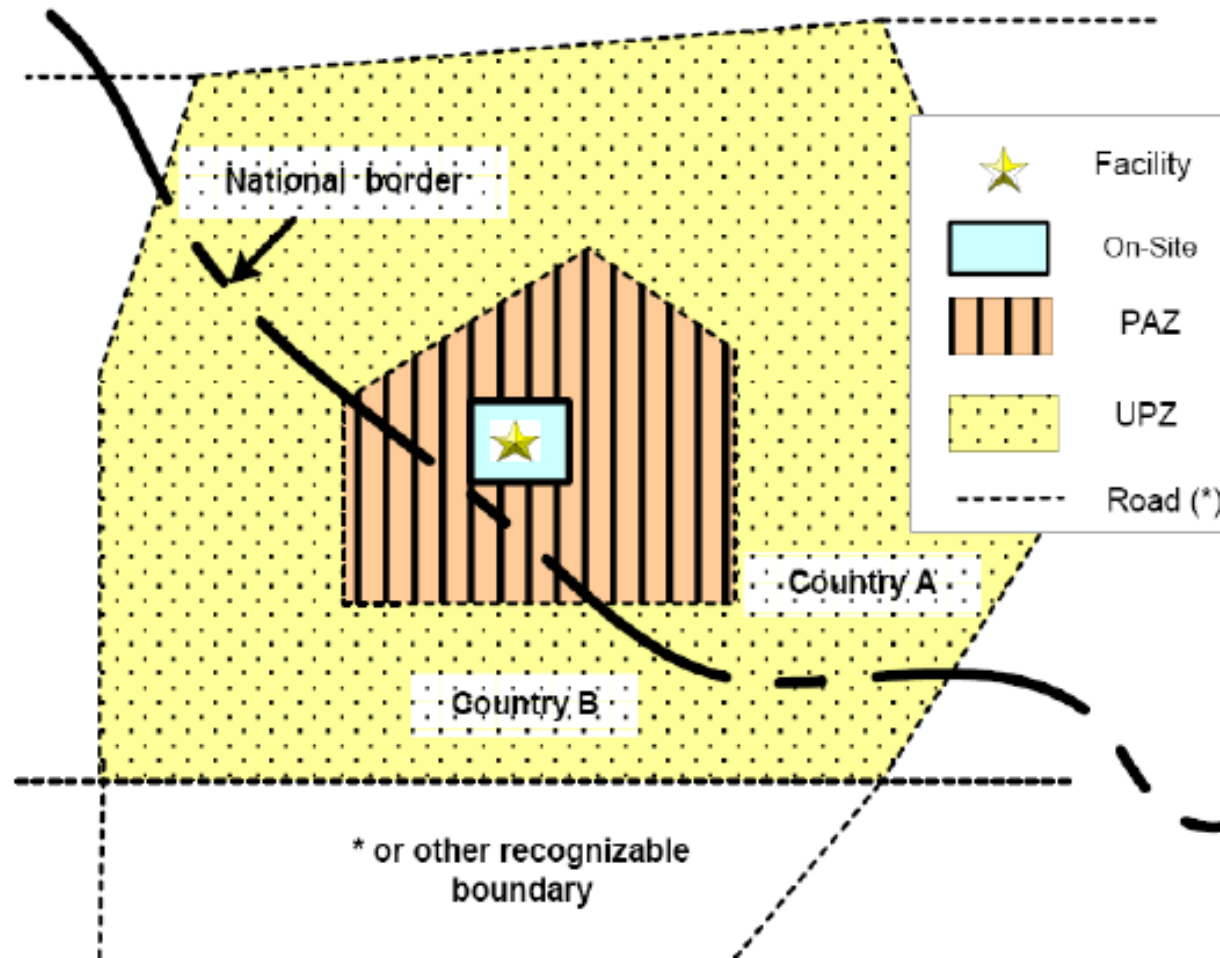
FUNGSI PENANGGULANGAN (7)

3. Tindakan Perlindungan Segera

tindakan yang harus dilakukan dengan segera untuk menghindari atau mengurangi dosis pada masyarakat pada kedaruratan nuklir agar memberikan hasil yang efektif.



3. Tindakan Perlindungan Segera



Zona tindakan pencegahan (Precautionary Action Zone, PAZ)

- mengurangi secara signifikan risiko efek deterministik

Zona perencanaan (Urgent protective action planning zone, UPZ)

- menghindari dosis lepas-kawasan

3. Tindakan Perlindungan Segera

Zona Kedaruratan Nuklir

- area di sekitar fasilitas atau instalasi yang di dalamnya terdapat
- zona tindakan pencegahan (*precautionary action zone, PAZ*),
- zona perencanaan (*urgent protective action planning zone, UPZ*),
- zona pengawasan bahan pangan (*food restriction planning radius, FRP*).

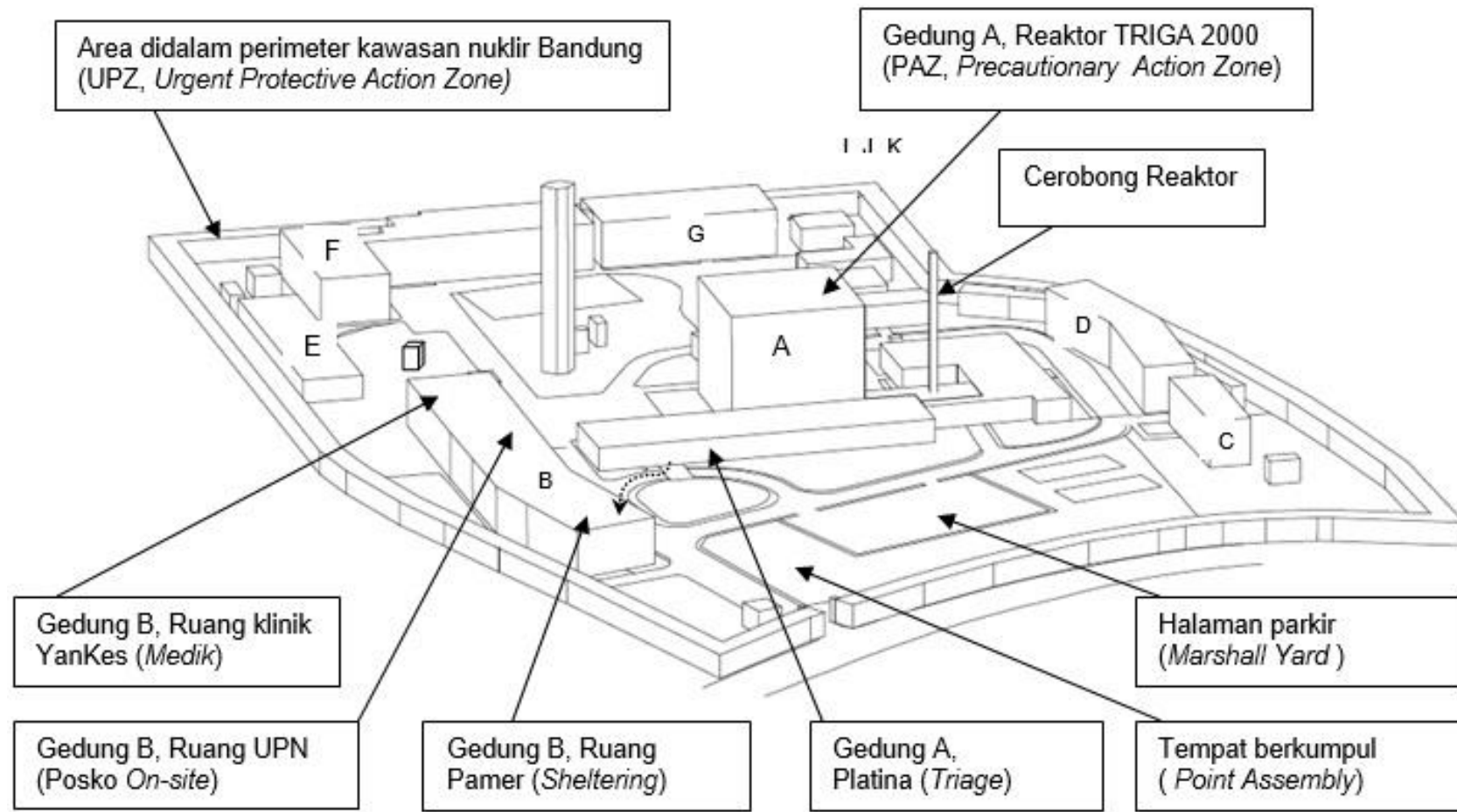
Zona Tindakan Pencegahan (PAZ)


- adalah wilayah yang digunakan untuk melaksanakan tindakan perlindungan segera dalam rangka pencegahan sebelum atau segera setelah lepasan zat radioaktif dengan tujuan mencegah atau menurunkan efek deterministik parah.

Zona Perencanaan (UPZ)

- wilayah persiapan untuk tempat berlindung sementara (*sheltering*), pemantauan lingkungan dan pelaksanaan tindakan perlindungan segera berdasarkan pada hasil pemantauan selama beberapa jam setelah lepasan.

Reaktor TRIGA 2000 Bandung



Keterangan :  adalah jalur evakuasi

FUNGSI PENANGGULANGAN (11)

3. Tindakan Perlindungan Segera

- Kedaruratan Umum

Tindakan perlindungan segera (evakuasi / *sheltering*) → pekerja dan masyarakat di PAZ

Pemantauan radiologi

Masyarakat di UPZ → tetap dalam rumah / tempat berlindung sementara

Instruksi → tindakan perlindungan segera masyarakat di UPZ

Rekomendasi larangan mengkonsumsi makanan yang berpotensi terkontaminasi → FRP

Membatasi akses ke PAZ

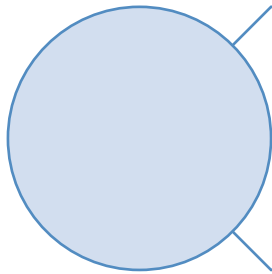
Pemantauan radiologi → orang yang dievakuasi → menentukan tindakan dekontaminasi / perawatan medis yang diperlukan

Dosis panduan bagi petugas penanggulangan, pelindung tiroid (KI), dosimeter personal, APD → petugas penanggulangan

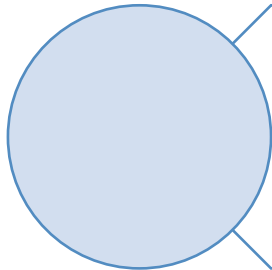
FUNGSI PENANGGULANGAN (12)

3. Tindakan Perlindungan Segera

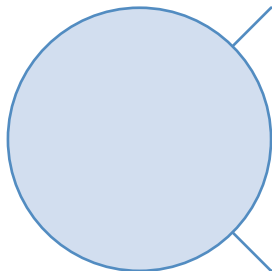
- Kedaruratan Tapak



Tindakan perlindungan segera (evakuasi / *sheltering* personil & masyarakat, pelindung tiroid / KI) di PAZ



Persiapan dan koordinasi → tindakan kedaruratan umum → pelaksanaan tindakan perlindungan segera



Dosis panduan bagi petugas penanggulangan, pelindung tiroid (KI), dosimeter personal, APD → petugas penanggulangan

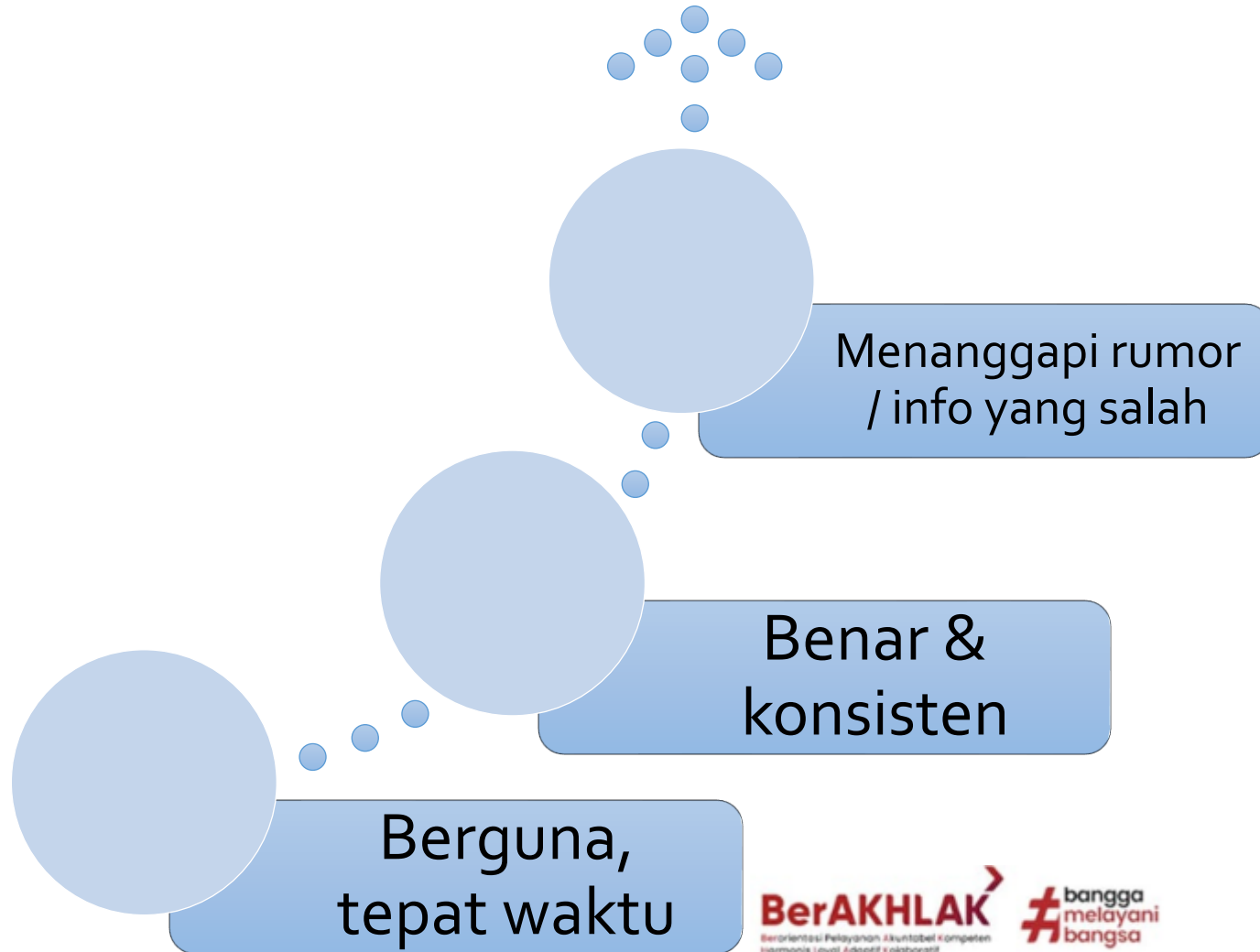
FUNGSI PENANGGULANGAN (13)

4. Tindakan Perlindungan untuk Petugas Penanggulangan, Pekerja, dan Masyarakat

Petugas penanggulangan adalah petugas yang bertugas melakukan upaya penanggulangan keadaan darurat nuklir di dalam tapak, zona tindakan pencegahan, atau zona perencanaan untuk tindakan perlindungan segera.



5. Pemberian Informasi dan Instruksi Kepada Masyarakat



KEDARURATAN NUKLIR (1)

Kedaruratan Nuklir

- Keadaan bahaya yang mengancam keselamatan manusia, kerugian harta benda atau kerusakan lingkungan hidup, yang timbul akibat kecelakaan nuklir / kecelakaan radiasi

Kecelakaan Nuklir

- Kejadian / rangkaian kejadian yang menimbulkan kerugian nuklir

Kecelakaan Radiasi

- kejadian yang tidak direncanakan termasuk kesalahan operasi, kerusakan ataupun kegagalan fungsi alat atau kejadian lain yang menjurus timbulnya dampak radiasi, kondisi paparan radiasi dan atau kontaminasi yang melampaui batas keselamatan.

Proses Kedaruratan dibagi dalam 3 fasa.

Awal

- Untuk **menstabilkan** kondisi reaktor
- Untuk **menilai kedaruratan** dan memulai tindakan awal untuk **memitigasi** konsekuensi kedaruratan
- Meminimalkan paparan radiasi bagi personil *on-site* dan petugas kedaruratan yang datang
- Tanggung jawab dari **operator** yang melaksanakan prosedur pengoperasian kedaruratan reaktor.

Pertengahan

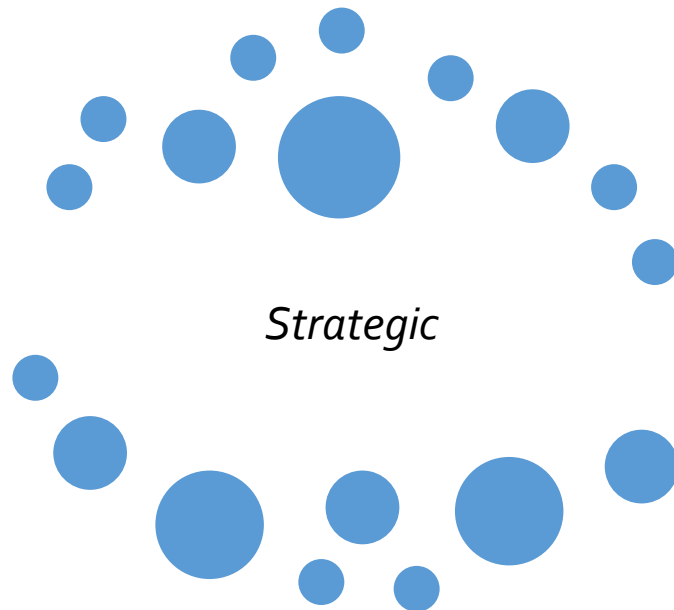
- Memerlukan bantuan yang memadai dari luar tapak
- Menentukan kebutuhan akan tindakan protektif di luar tapak.
- Masyarakat tetap terinformasi
- Tanggung jawab **Tim Kedaruratan**

Akhir

- Kembali ke keadaan normal
- Tanggung jawab **Tim Kedaruratan**

KEDARURATAN NUKLIR (3)

Strategi Penanggulangan



- *Classify* / Klasifikasi
- *Life Saving* / Selamatkan Jiwa
- *Assess and protect* / Ases dan Lindungi
- *Inform* / Informasikan
- *Manage* / Kelola

Penanggulangan

KEDARURATAN NUKLIR (4)

Strategi Penanggulangan

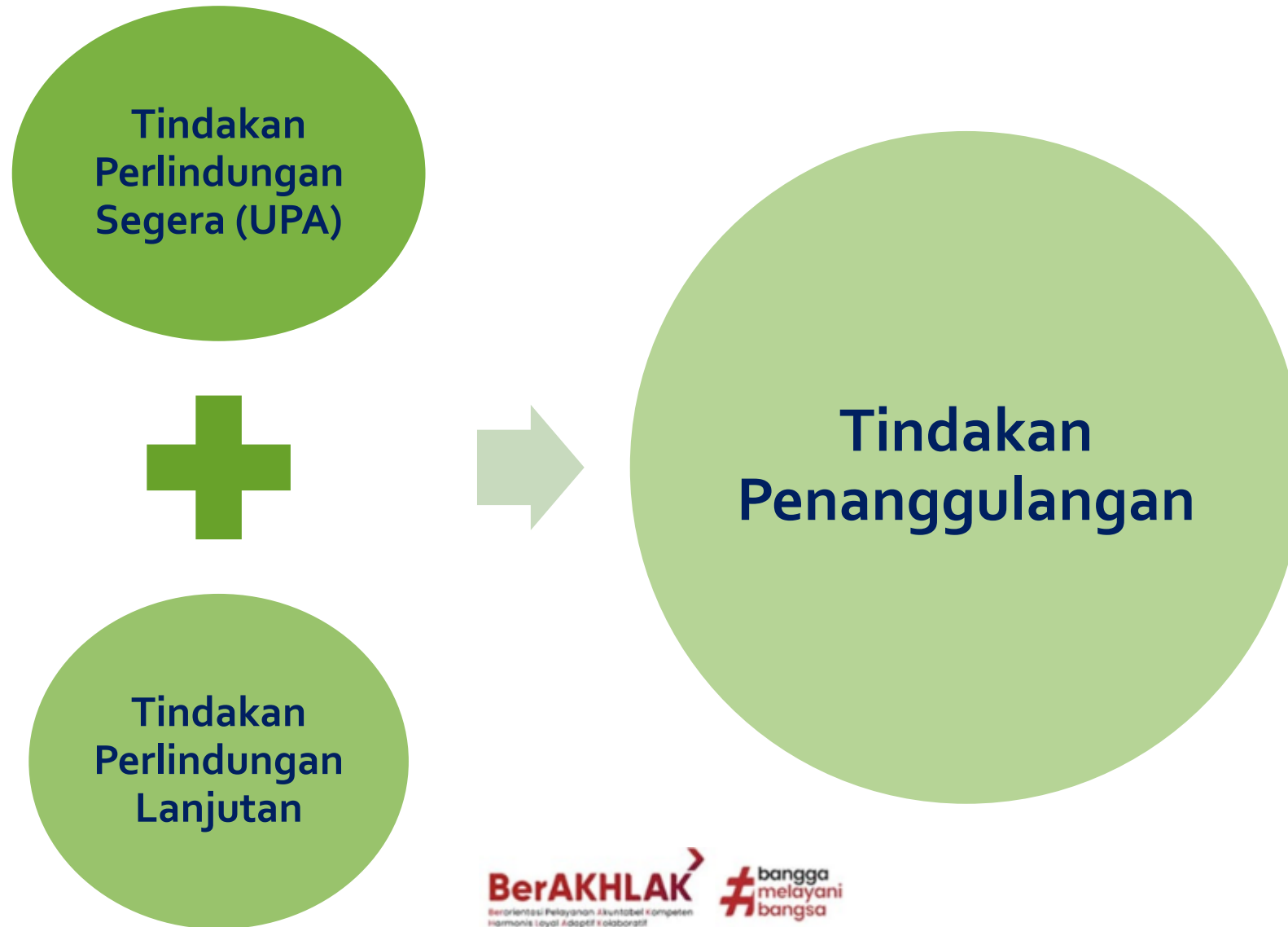
Pelaporan dan dan pemberian informasi kepada seluruh pihak terkait

Klasifikasi tingkat kecelakaan dan kedaruratan yang terjadi dan lakukan kajian cepat (**rapid assessment**) sebagai dasar pengambilan putusan tindakan perlindungan lebih lanjut

Prioritas penyelamatan jiwa dan proteksi pekerja kedaruratan

Pengendalian operasi tanggap darurat sesuai Prosedur yang telah ditetapkan di tingkat (Penguasa Instalasi) atau tingkat Daerah.

KEDARURATAN NUKLIR (5)



KEDARURATAN NUKLIR (6)

Tindakan Perlindungan Segera (UPA)

Lakukan EVAKUASI secepatnya dan perintahkan *SHELTERING* bagi yang menunggu giliran evakuasi dalam daerah zona PAZ.



Perintahkan segera meminum Yodium propylaxys (KI) bagi pekerja kedaruratan dan publik dalam area PAZ dan UPZ

Tindakan Perlindungan Lanjutan

Perintahkan *Sheltering* bagi publik di area UPZ untuk menunggu perintah lebih lanjut sesuai hasil perkembangan monitoring di area UPZ.

Lakukan monitoring dalam area UPZ dan LPZ.

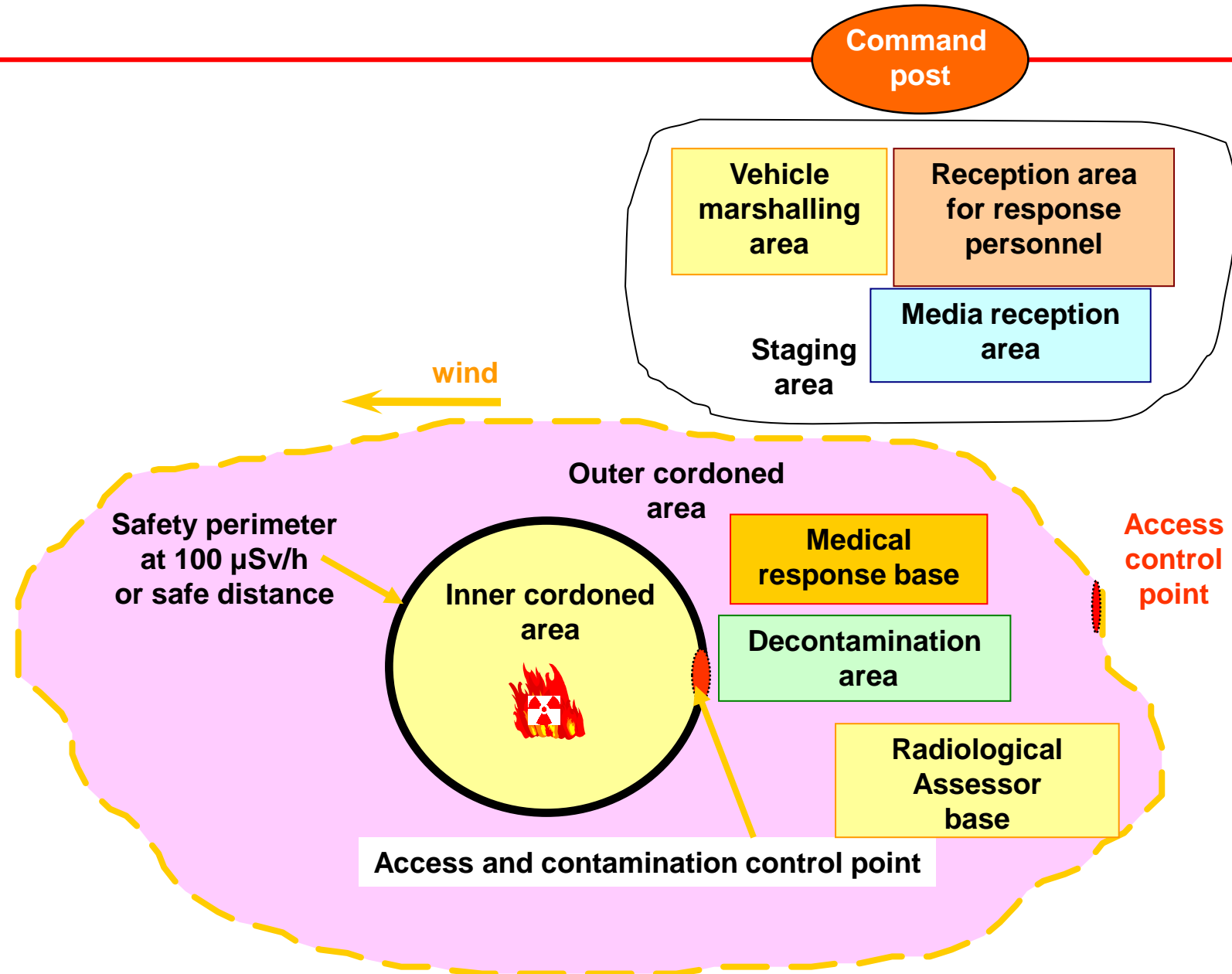
Lakukan EVAKUASI publik pada daerah tertentu dalam area UPZ jika diperintahkan sesuai hasil monitoring dalam area UPZ.

Lakukan pengawasan dan pengendalian bahan pangan sesuai hasil monitoring di area FRP.

Lakukan pengendalian kontaminasi dan upaya dekontaminasi personil, peralatan, publik dan lingkungan.

Kendalikan dan isolasikan zona kedaruratan sesuai hasil monitoring .

Lakukan monitoring medis segera terhadap personil dan publik dan monitoring jangka panjang berkelanjutan.



TERIMA KASIH