

KEAMANAN BAHAN DAN FASILITAS NUKLIR



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL

Pelatihan Aplikasi Teknik Nuklir Analisis
Zat Kimia Berbahaya dan Zat Radioaktif

Bandung, 13 Februari 2025



- ❑ Nuclear Security Regime (Ibaraki, 2017)
- ❑ Design & Evaluation of Physical Protection System for Nuclear Material and Nuclear Facilities (Ibaraki, 2019)
- ❑ Operational and Performance Testing of Physical Protection System (Seibersdorf, 2024)

Danang Supriyanto

dana016@brin.go.id

Kulon Progo, 19 Oktober 1991

Pelaksana Fungsi Pengamanan Nuklir,

DPFK-BRIN

Tujuan Pembelajaran

- ❑ Memahami maksud dan tujuan dari keamanan nuklir
- ❑ Memahami implementasi sistem proteksi(perlindungan) fisik dalam keamanan nuklir
- ❑ Memahami proses desain dan evaluasi sistem proteksi fisik
- ❑ Melakukan penentuan kebutuhan sistem proteksi fisik berdasarkan:
 - a. Karakterisasi Fasilitas
 - b. Identifikasi target
 - c. Ancaman Keamanan

Keamanan Nuklir



Terdapat potensi **membahayakan** manusia dan lingkungan, khususnya jika bahan tersebut jatuh ditangan **teroris** maka hal ini akan menjadi **ancaman** serius bagi keamanan dunia.

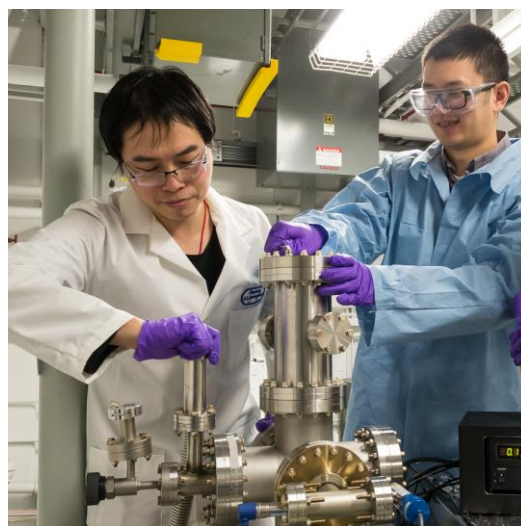
Keamanan nuklir bertanggung jawab terhadap **pencegahan**, **deteksi**, dan **respon** terhadap **pencurian**, **sabotase**, **akses tidak sah** dan **transfer ilegal** atau tindakan jahat lainnya yang melibatkan **bahan nuklir**, **zat radioaktif lainnya** dan fasilitas terkait.

Keamanan Nuklir

KEAMANAN BAHAN DAN
FASILITAS NUKLIR

KEAMANAN ZAT
RADIOAKTIF

BUDAYA KEAMANAN



PENYIMPANAN

PEMANFAATAN

TRANSPORTASI

Referensi

Keamanan Bahan dan Fasilitas Nuklir	Keamanan Sumber Radioaktif
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> The Convention on the Physical Protection of Nuclear Material (CPPNM)<input type="checkbox"/> IAEA Nuclear Security Series No.13 (INFCIRC/225/Revision 5)- Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities<input type="checkbox"/> Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran<input type="checkbox"/> PP 33 Tahun 2007 Tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif<input type="checkbox"/> Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1 tahun 2009 tentang Ketentuan Sistem Proteksi Fisik Instalasi dan Bahan Nuklir	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> IAEA Nuclear Security Series No. 11 - Security of Radioactive Sources<input type="checkbox"/> Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran<input type="checkbox"/> PP 33 Tahun 2007 Tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif<input type="checkbox"/> PP 58 Tahun 2015 Tentang Keselamatan dan Keamanan dalam Pengangkutan Sumber Radioaktif<input type="checkbox"/> Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 5 tahun 2024 tentang Keamanan Zat Radioaktif

Keamanan Sumber Radioaktif

Tindakan yang dilakukan untuk mencegah akses tidak sah, kerusakan, kehilangan, pencurian, dan/atau pemindahan tidak sah Sumber Radioaktif.



Sumber Radioaktif adalah zat radioaktif berbentuk padat yang terbungkus secara permanen dalam kapsul yang terikat kuat.

Konsekuensi bahaya berasal dari aktivitas, jenis dan energi radiasi **bukan** dimensi/ukuran

Keamanan Bahan dan Fasilitas Nuklir

Tindakan yang dilakukan untuk mencegah akses tidak sah, kerusakan, kehilangan, pencurian, dan/atau pemindahan tidak sah terhadap bahan atau fasilitas Nuklir.



Bahan Nuklir adalah bahan yang dapat menghasilkan reaksi pembelahan berantai atau bahan yang dapat diubah menjadi bahan yang dapat menghasilkan reaksi pembelahan berantai.

Instalasi/ fasilitas Nuklir:

- Reaktor Nuklir
- Fasilitas yang digunakan untuk pemurnian, konversi, pengayaan bahan nuklir, fabrikasi bahan nuklir dan atau pengolahan ulang bahan bakar nuklir bekas
- Fasilitas yang digunakan untuk menyimpan bahan bakar nuklir dan bahan bakar nuklir bekas

Ancaman Tindak Kejahatan



Jenis Ancaman : Pencurian, Sabotase

Kategori : Outsider, Insider, Gabungan keduanya

Motivasi : Politik, Ekonomi, Pribadi, Ideologi



Pencegahan

Pencurian dan sabotase fasilitas dapat dicegah dengan dua cara

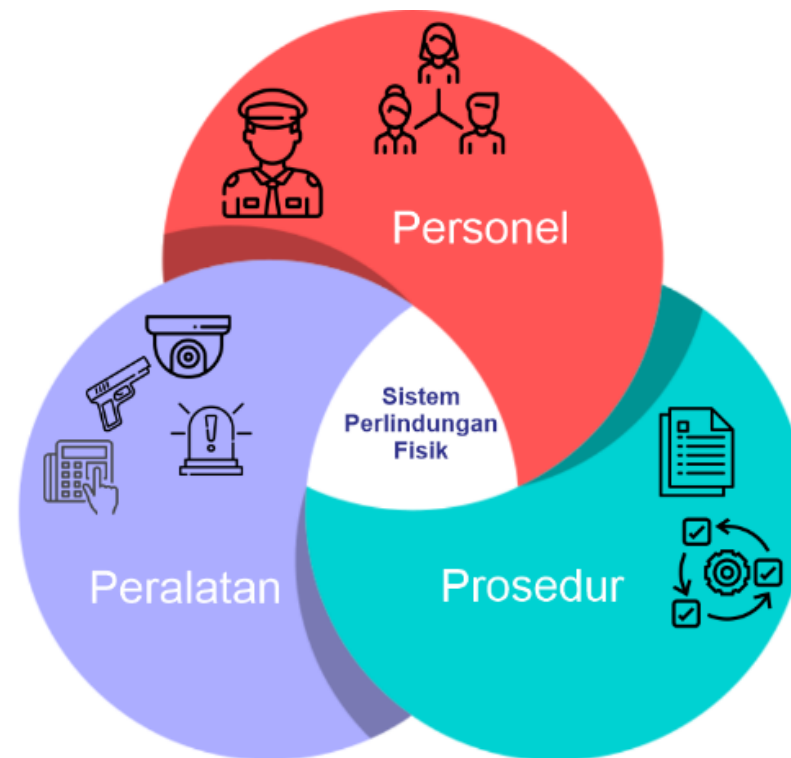
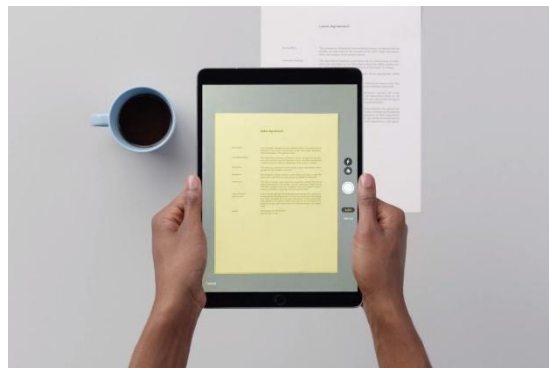
❑ **Menghalangi musuh**

Pencegahan dicapai jika musuh menganggap fasilitas **tidak menarik** dan memutuskan untuk **tidak menyerang**, karena perkiraan **keberhasilan rendah** atau **risiko tinggi**.

❑ **Mengalahkan musuh**

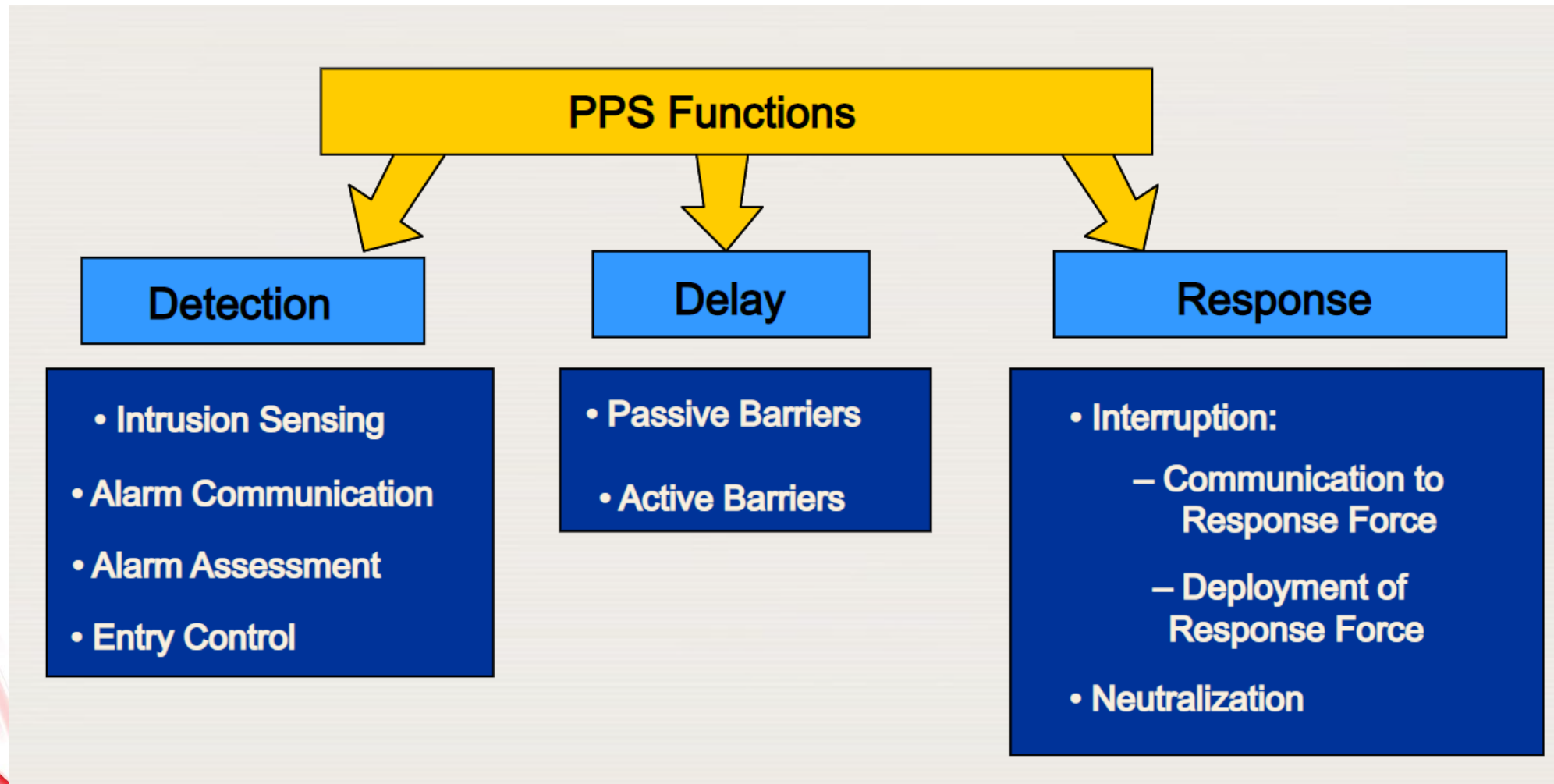
Kekuatan **respons** untuk **mencegah musuh** mencapai tujuannya **setelah memulai tindakan jahat** terhadap fasilitas (early detection-fast respons).

Sistem Proteksi Fisik (SPF)

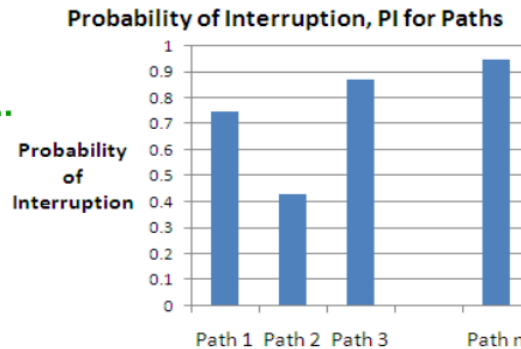
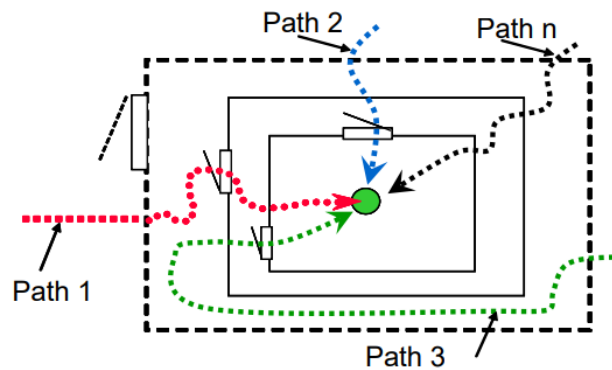


“Sistem yang mengintegrasikan **orang**, **prosedur**, dan **peralatan** untuk **perlindungan aset** atau **fasilitas** terhadap **pencurian**, **sabotase**, atau **tindakan jahat lain**”

Fungsi Utama SPF



Sistem Proteksi Fisik (SPF)



Efektivitas sistem proteksi fisik dapat dinilai melalui pendekatan secara ilmiah

The two factors that affect PPS effectiveness (P_E) are

- Probability of Interruption (P_I)
- Probability of Neutralization (P_N)

$$P_E = P_I * P_N$$

Probability of Detection (P_D)

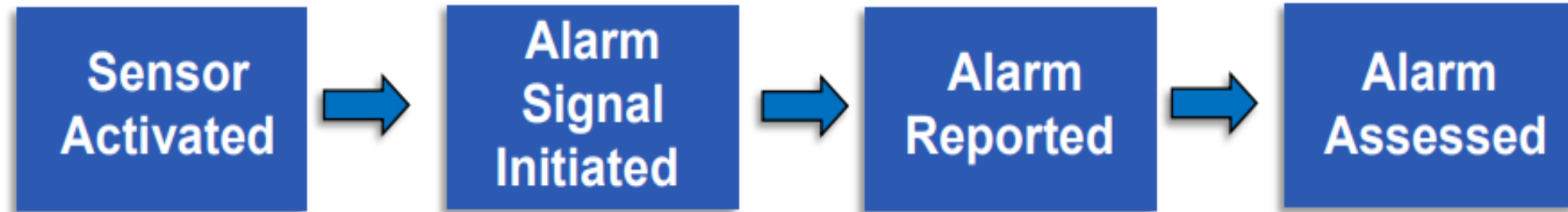
$$P_D = P_S * P_A$$

- P_S is Probability of Sensing
- P_A is the Probability of Assessment

Combine sequential, independent P_D s for the Physical Layers and the Path Elements between the CDP and Offsite using the probability equation below to get the P_I for the MVP:

$$P_I = 1 - (1 - P_{D1}) * (1 - P_{D2}) * \dots * (1 - P_{Dn})$$

Deteksi (1/3)



“Deteksi adalah penemuan tindakan musuh baik terang-terangan maupun diam-diam.”

Proses deteksi

- Sensor bekerja **terhadap kejadian abnormal** dan memulai alarm.
- Informasi** sensor dan subsistem penilaian **dilaporkan** dan ditampilkan.
- Operator menilai** validitas informasi.
- Hasil dari penilaian akan mempengaruhi Tindakan respon yang diambil.
- Proses deteksi adalah proses dimana informasi yang disampaikan sensor telah benar benar dinilai.

Deteksi (2/2)

Pengukuran efektivitas deteksi

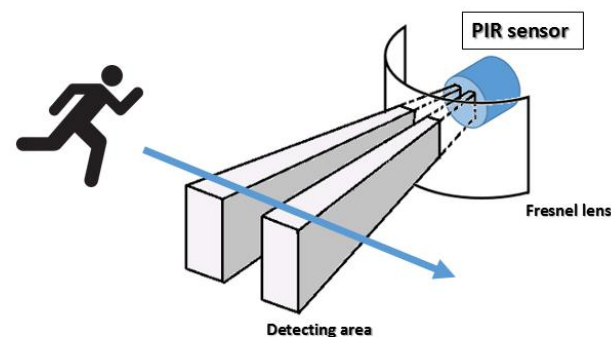
- Kemungkinan merasakan tindakan musuh
- Waktu yang diperlukan untuk melaporkan dan menilai alarm.
- Frekuensi alarm gangguan (nuisance alarms).
- Probabilitas penilaian yang akurat.

Sistem penilaian yang efektif menyediakan dua jenis informasi:

- informasi validitas alarm
- Informasi penyebab alarm (kapan, di mana, apa, siapa, dan berapa banyak)

Deteksi (2/2)

- **Intrusion detection**
 - Exterior and Interior Sensing**
- Alarm Assessment
- Entry Control
- Contraband Detection
- Alarm Communication and Display



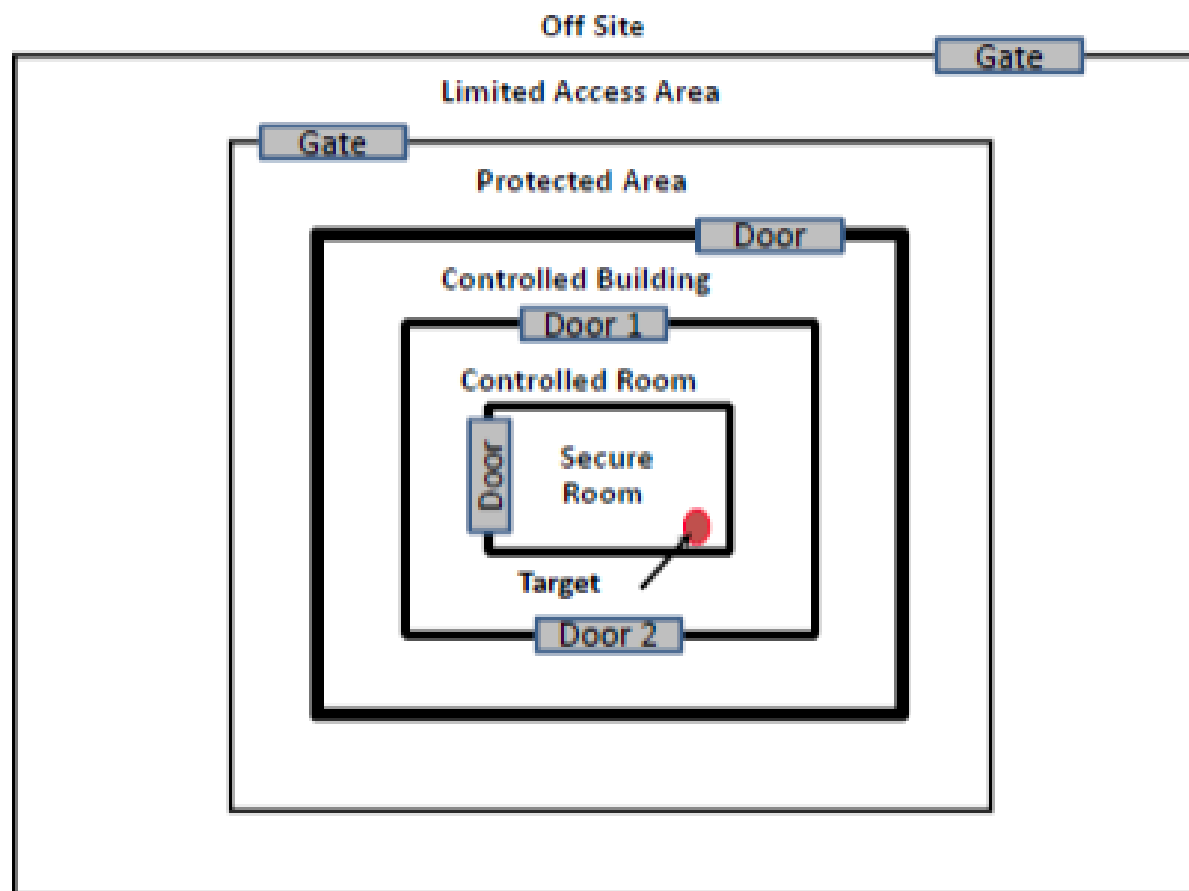
Delay(1/2)

“Delay adalah upaya **memperlambat** laju musuh **menuju target**, sehingga memberikan lebih **banyak waktu** untuk **respons** yang efektif.”

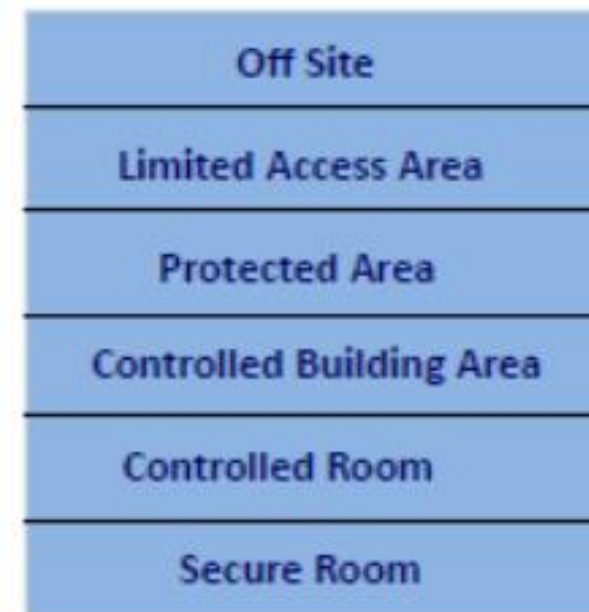
Pengukuran efektivitas penundaan

Ukuran efektivitas penundaan adalah waktu yang dibutuhkan oleh musuh (setelah deteksi) untuk mengatasi setiap elemen penundaan.

Delay (2/2)



Facility Diagram



Respon (1/2)

“Respon adalah tindakan yang diambil oleh pasukan respon untuk mencegah keberhasilan musuh.”

Tindakan respon dibagi menjadi

Deployment:

Tindakan pasukan respon dari saat komunikasi alarm diterima hingga pasukan berada di posisi untuk menetralsir musuh.

Interupsi:

Sejumlah personel pasukan respon yang memadai dikerahkan di lokasi yang tepat untuk menghentikan laju musuh.

Netralisasi:

Tindakan mendapatkan kontrol fisik dari musuh sebelum tujuannya tercapai.

Respon (2/2)

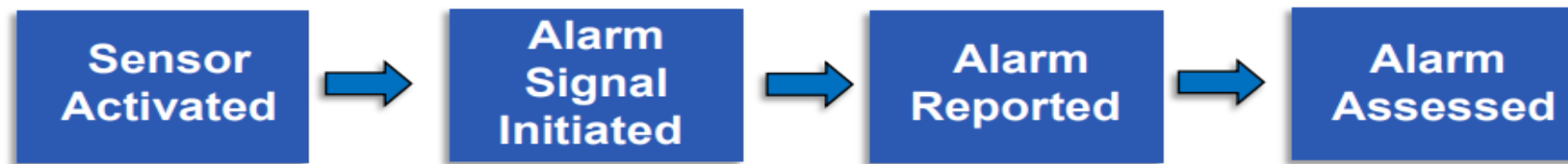
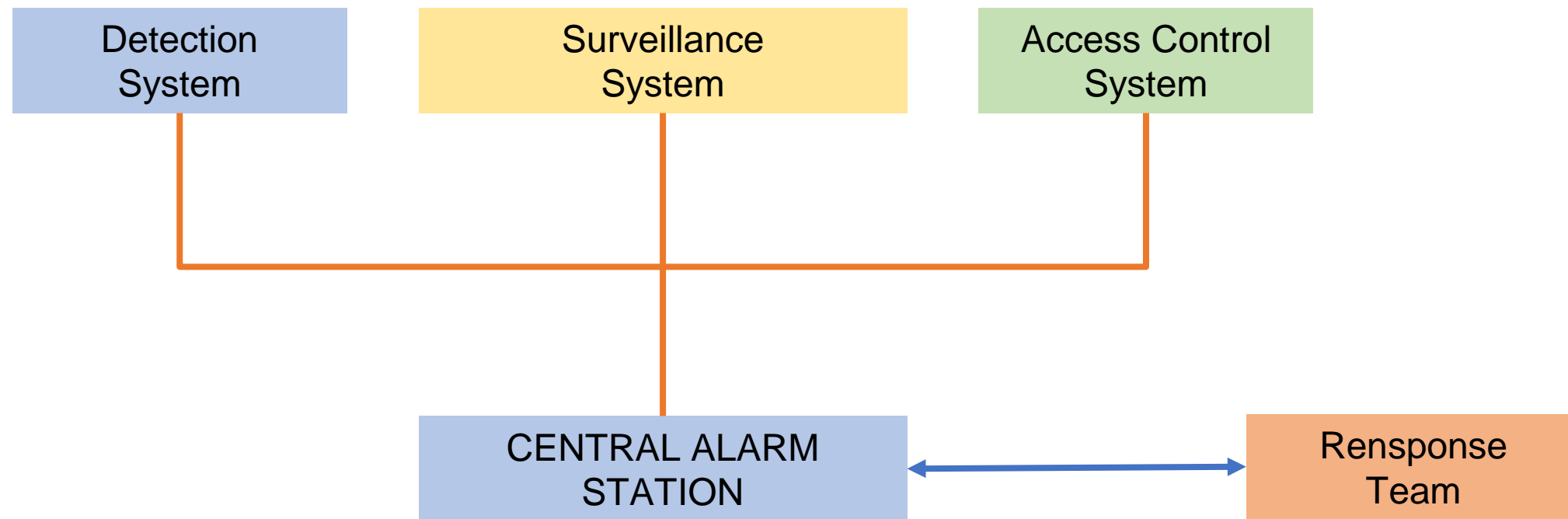
Pengukuran efektivitas penundaan

- Probabilitas komunikasi terhadap pasukan respon
- Waktu untuk berkomunikasi

Pengukuran efektivitas penyebaran dan netralisasi

- Probabilitas penyebaran ke lokasi musuh
- Waktu untuk menyebarkan
- Efektivitas kekuatan respons

Central Alarm Station



Faktor Kinerja SPF

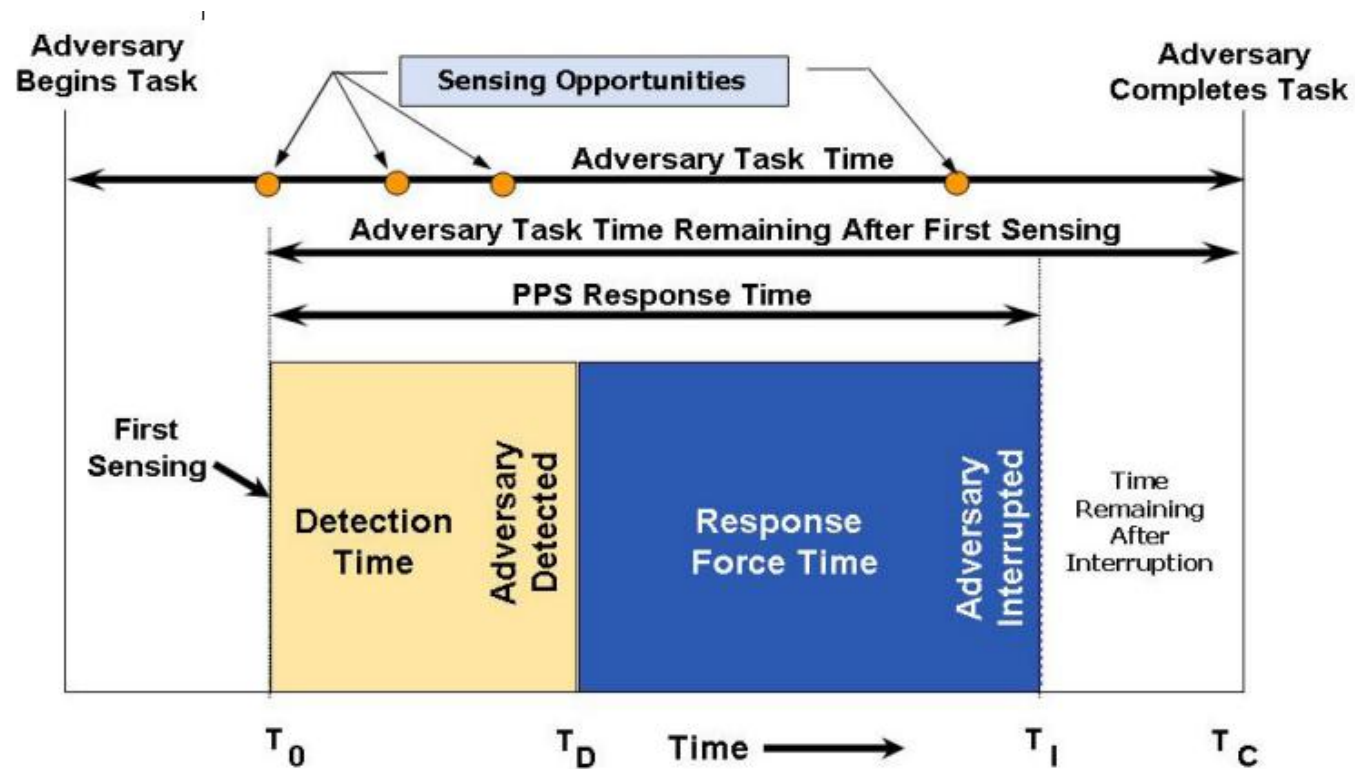
Performa elemen teknologi yang berkontribusi pada fungsi deteksi, penundaan, dan respons akan bervariasi berdasarkan faktor:

- Desain komponen
- Ketersediaan spare part
- Instalasi
- Pemeliharaan
- Faktor lingkungan
- Ancaman musuh yang spesifik
- Taktik khusus musuh

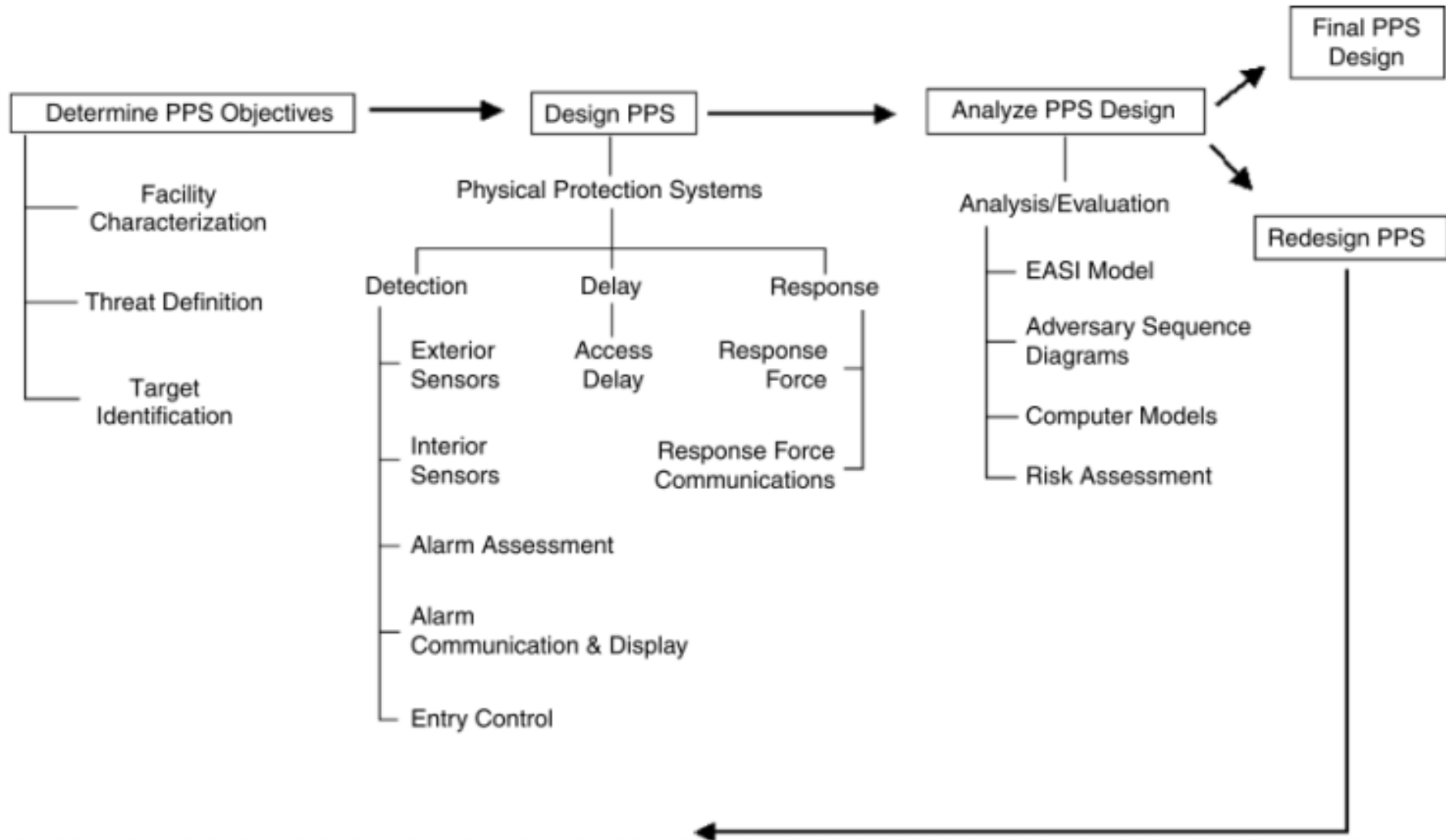
Faktor Kinerja SPF

Integrasi subsistem dalam SPF saling bersinergi untuk memberikan memberikan lebih **banyak waktu** kepada tim **respons** untuk merespon gangguan.

Waktu yang dibutuhkan oleh tim response harus lebih kecil dari waktu yang dibutuhkan musuh untuk mencapai target



Desain dan Evaluasi SPF (1/2)



Desain dan Evaluasi SPF (2/2)

Proses desain dan evaluasi SPF

Fase 1 Menentukan persyaratan SPF

- karakterisasi fasilitas
- identifikasi target
- karakterisasi ancaman
- manajemen risiko

Fase 2 Merancang SPF sesuai kebutuhan berdasarkan data dari Fase 1

Fase 3 Evaluasi SPF

- Memverifikasi SPF yang di Fase 2 memenuhi persyaratan yang ditetapkan pada Fase 1
- Mengidentifikasi kekurangan sistem untuk memenuhi persyaratan sistem.
- Menganalisis opsi peningkatan untuk mengatasi kekurangan yang teridentifikasi.
- Bandingkan perkiraan biaya opsi peningkatan untuk menentukan manfaat biaya
- Mengulangi evaluasi efektivitas PPS secara berkala (tahunan atau lainnya)



Terima Kasih

Quiz



Chainlink/Harmonika Fence



Concrete Fence