

**PORTAL MONITOR RADIASI – NON  
SPEKTROSKOPI**



## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata.....	ii
1. Ruang Lingkup .....	1
2. Acuan Normatif .....	1
3. Istilah dan definisi .....	1
4 Syarat mutu .....	6
4.1 Kinerja.....	6
4.2 Konfigurasi fisik .....	7
4.3 Daerah operasional .....	8
5 Moda Operasional .....	10
5.1 Moda cacah latar .....	10
5.2 Moda pindai .....	10
5.3 <i>Setup</i> sistem .....	11
6 Persyaratan teknis dan fungsi .....	11
6.1 Fitur indikasi.....	11
6.2 Perangkat lunak.....	12
6.3 Parameter, proses <i>setup</i> dan moda pengoperasian .....	13
6.4 Alarm dan <i>Fault</i> .....	16
6.5. Karakteristik radiologi .....	18
6.6 Karakteristik beban lebih ( <i>overload</i> ) .....	20
6.7 Sensor okupansi dan sensor kecepatan .....	20
6.8 Kendali PMR.....	20
6.9 Sistem diagnostik .....	21
6.10 Anunsiator.....	21
6.11. Karakteristik listrik.....	23
6.12 Persyaratan lingkungan.....	24
Lampiran A (Informatif) PMR aplikasi kendaraan .....	26
Lampiran B (Informatif) PMR aplikasi pejalan kaki .....	27
Lampiran C (informatif) Bahan radioaktif penyebab alarm innocent .....	28
Bilbilografi .....	29

## Prakata

Standar ini disusun berdasarkan hasil perekayasa dan pengembangan alat deteksi radiasi berupa Portal Monitor Radiasi - Non Spektroskopi.

Standar ini dirumuskan oleh Tim Perumus Standar BATAN Bidang Rekayasa dan Pembuatan Perangkat Nuklir (TPSB-RPPN), dengan Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) sebagai instansi teknis, melalui forum konsensus yang telah diselenggarakan pada tanggal 03 September 2015 di Jakarta dan dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholder*) terkait.

Standar ini diterapkan untuk tujuan memberikan batasan persyaratan umum yang harus dipenuhi dalam perekayasa, pengadaan dan keperluan lainnya yang terkait dengan Portal Monitor Radiasi non Spektroskopi.

Portal Monitor Radiasi non Spektroskopi dalam Standar ini merupakan perangkat yang secara otomatis memindai kendaraan dan/atau pejalan kaki dalam mendeteksi adanya sumber radiasi (gamma dan/atau neutron) dan memberikan alarm berdasarkan ambang batas yang ditetapkan.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen Standar ini dapat berupa hak cipta atau hak paten. BATAN tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak cipta atau hak paten yang ada dalam Standar ini.

# Portal Monitor Radiasi – Non Spektroskopi

## 1. Ruang Lingkup

Standar ini menguraikan persyaratan teknis untuk Portal Monitor Radiasi (PMR) non spektroskopi dalam penggunaan deteksi pada kendaraan dan pejalan kaki, agar dapat mencapai kinerja yang optimal dan untuk pencegahan serta pengendalian risiko radiasi yang timbul dari kegiatan lalu lintas barang yang masuk atau keluar dari suatu wilayah. Cakupan Standar ini meliputi syarat mutu, moda operasional, persyaratan teknis dan fungsi, pada PMR untuk deteksi kendaraan maupun pejalan kaki.

**CATATAN** Kendaraan yang dimaksud dalam lingkup standar ini adalah kendaraan apapun kecuali kereta api

## 2. Acuan Normatif

- IAEA – NUCLEAR SECURITY SERIES NO.1, TECHNICAL GUIDANCE: Technical and functional specification for border monitoring equipment - Vienna 2006.

## 3. Istilah dan definisi

Untuk tujuan Standar ini, berlaku istilah dan definisi berikut.

### 3.1

#### **alarm**

komponen yang menyediakan sinyal audio atau visual atau keduanya untuk menarik perhatian

### 3.3

#### **alarm innocent**

alarm yang timbul ketika terdapat sumber radiasi alami (NORM), isotop medis dan/atau radionuklida yang sering digunakan dalam industri dan penelitian

### 3.2

#### **alarm palsu**

alarm yang dipicu oleh selain dari sumber radiasi yang melalui portal (misalnya, fluktuasi statistik dalam radiasi cacah latar)

### 3.3

#### **algoritma alarm**

sebuah algoritma untuk mengevaluasi data baku sinar gamma dan neutron, dan pada ambang batas tertentu menentukan status alarm

### 3.4

#### **algoritma alarm cacah-gross**

algoritma alarm yang hanya mengandalkan jumlah cacah yang diamati pada jendela energi yang ditentukan

### 3.6

#### **antarmuka manusia-mesin (Human Machine Interface, HMI)**

perangkat yang digunakan untuk interaksi antara manusia dan PMR

### 3.7

#### **anunsiator (pensinyalir)**

suatu perangkat untuk menampilkan alarm menggunakan lampu, suara, atau relai elektromagnetik

### 3.8

#### **bahan nuklir khusus**

Bahan nuklir yang meliputi plutonium dari setiap komposisi isotopnya, atau uranium yang diperkaya dalam isotop  $^{233}\text{U}$  atau  $^{235}\text{U}$

### 3.9

#### **bahan radioaktif alami (*Naturally Occurring Radioactive Material, NORM*)**

Sumber radioaktif yang lemah dari sinar gamma alami  $^{238}\text{U}$  dan  $^{232}\text{U}$  yang mengandung  $^{40}\text{K}$  dan produk turunannya;  $^{232}\text{Th}$  dan produk turunannya, atau kombinasi daripadanya; dalam jumlah yang cukup. Sumber ini memicu alarm *innocent*.

### 3.10

#### **bahan radioaktif**

bahan nuklir dan bahan radioaktif khusus, kecuali jika dinyatakan lain

### 3.11

#### **daerah deteksi**

daerah di mana persyaratan besaran minimum yang dapat dideteksi harus dipenuhi

**CATATAN** Dimensi daerah deteksi akan berbeda untuk aplikasi PMR yang berbeda Untuk monitor dua sisi, daerah deteksi terletak di antara perangkat deteksi yang berseberangan; untuk monitor satu sisi, daerah deteksi berdekatan dengan permukaan perangkat deteksi

### 3.12

#### **daerah dikecualikan**

daerah di luar daerah deteksi di mana pengaruh dari sumber lain harus diminimalkan

### 3.13

#### ***dwelt time***

waktu tinggal

### 3.14

#### **frekuensi analisa kegagalan cacah latar**

frekuensi terjadinya kegagalan cacah latar

### 3.15

#### **frekuensi analisa pindai**

frekuensi dimana keputusan alarm dibuat

### 3.16

#### ***ground offset***

jarak vertikal dari tanah sampai batas bawah daerah deteksi

### 3.17

#### **hunian (okupansi)**

suatu peristiwa ketika kendaraan yang melewati sebuah PMR dan sensor okupansi terpicu. ketika okupansi dimulai, transisi PMR dari moda cacah latar ke moda pindai dengan jangka waktu tidak lebih pendek dari durasi okupansi.

### 3.18

#### **interval analisa cacah latar**

Interval waktu di mana data cacah latar diproses sesuai algoritma cacah latar, untuk menentukan nilai cacah latar yang akan dibandingkan dengan hasil pemindaian data dari okupansi

**CATATAN** Analisa interval cacah latar sinar gamma dan neutron dilakukan terpisah

### 3.19

#### **interval analisa pindai**

Interval waktu bagian di mana keputusan alarm dibuat sesuai algoritma pemindaian.

### 3.20

#### **interval pasca-okupansi**

Durasi data yang diperoleh setelah okupansi direset dan digunakan sebagai sampel pasca okupansi per-algoritma pindai

### 3.21

#### **interval pra-okupansi**

durasi pengumpulan data sebelum sensor okupansi dipicu. Setelah okupansi dimulai, data tersebut dianggap sebagai sampel awal dan dianalisa dengan algoritma pindai.

**CATATAN** Keputusan terjadinya alarm pertama dari sebuah okupansi harus dilakukan berdasarkan pada pengaturan data interval pra okupansi.

### 3.22

#### **interval sampel cacah latar**

interval waktu di mana sampel cacah latar diperoleh

### 3.23

#### **interval sampel pindai**

Interval waktu untuk memperoleh sampel pemindaian yang kemudian dianalisa selama interval analisa pindai sesuai dengan algoritma pindai.

### 3.24

#### **jumlah okupansi**

angka yang ditampilkan pada PMR untuk setiap okupansi. Angka tersebut dikembalikan ke nol setiap pukul 00 : 00 untuk setiap okupansi selama periode 24 jam

### 3.25

#### **kegagalan**

kejadian yang dihasilkan ketika kondisi peralatan diluar toleransi yang terdeteksi

Contoh "kegagalan" : peristiwa seperti kegagalan listrik, suhu dan sejumlah detektor dengan tingkat kegagalan yang berbeda.

### 3.26

#### **kegagalan cacah latar (*background fault*)**

kegagalan deteksi yang disebabkan oleh lebih tinggi atau lebih rendahnya cacah latar dari ambang batas yang ditetapkan

### **3.27**

#### **kegagalan catu daya**

kegagalan yang muncul ketika daya listrik hilang dari PMR (dan beralih ke daya listrik cadangan atau pengisi daya PMR cadangan) atau turun di bawah tingkat minimum yang diperlukan

### **3.28**

#### **kendali PMR**

perangkat yang terintegrasi pada pilar utama yang terdiri atas *perangkat keras* dan *perangkat lunak* yang merupakan unit pengolah dari sistem PMR yang mengolah sinyal yang dideteksi oleh detektor dari pilar utama pilar pendukung, beserta sinyal okupansi serta sinyal yang dideteksi oleh sensor kecepatan

### **3.29**

#### ***long dwell time***

durasi pengukuran lama waktu tinggal

### **3.30**

#### **luas vertikal**

ketinggian daerah deteksi, dengan batas terbawah yang merupakan puncak *ground offset*

### **3.31**

#### **moda cacah latar**

moda operasi saat PMR kosong (tak ada lalu lintas kendaraan atau pejalan kaki)

### **3.32**

#### **moda pindai**

Sebuah moda operasi selama okupansi di mana PMR merekam dan mengirimkan data sinar gamma dan neutron pada detektor individu untuk masing-masing jenis, menerapkan algoritma alarm untuk masing-masing observasi, dan memicu alarm

### **3.33**

#### **parameter yang dapat diatur**

parameter yang mempengaruhi pengoperasian Portal Monitor Radiasi (PMR) dan dapat diubah oleh teknisi pemeliharaan dan perawatan tanpa modifikasi perangkat lunaknya

### **3.34**

#### **pemisah portal**

jarak antara dua pilar atau lebar horizontal dari daerah deteksi (tegak lurus terhadap arah gerak kendaraan)

### **3.35**

#### **perangkat deteksi**

komponen dari sistem monitor radiasi yang berisi detektor dan perangkat elektronik terkait

### **3.36**

#### **pilar**

sub-unit utama dari PMR yang berisi detektor radiasi, sensor okupansi / kecepatan, dan perangkat elektronik terkait, mencakup pilar utama dan pendukung

### **3.37**

#### **portal monitor radiasi (PMR)**

sebuah perangkat yang secara otomatis memindai kendaraan dan/atau pejalan kaki, untuk mendeteksi sumber radiasi (gamma dan/atau neutron), dan alarm berdasarkan batas yang ditetapkan

## CATATAN

- PMR yang dimaksud dalam standar ini adalah Portal Monitor Radiasi non-Spektroskopi.
- Detektor radiasi *portable* tidak dianggap sebagai PMR.

### 3.38

#### proses penyetelan (*setup*)

proses operasional dimana PMR di-*setup* dan parameter ditetapkan

### 3.39

#### radiasi cacah latar

sinar gamma dan neutron radiasi alami yang timbul dari lingkungan ambien termasuk juga dari alat angkut yang berdekatan dengan alat yang tidak sedang dipindai oleh PMR

### 3.40

#### resolusi spasial

lebar penuh pada setengah maksimum (*Full Width at Half Maximum, FWHM*) dari profil sebuah sumber titik yang bergerak pada sumbu transversal dibagi dengan jarak antar portal

### 3.41

#### sensor kecepatan

sensor yang mengukur kecepatan alat angkut yang melewati PMR, yang dapat dikombinasikan dengan sensor okupansi

### 3.42

#### sensor okupansi

sebuah perangkat yang mendeteksi keberadaan kendaraan dan/atau pejalan kaki untuk memulai dan mengakhiri okupansi

### 3.43

#### sistem komunikasi

sebuah sistem yang menyediakan kemampuan untuk menerima, mengolah, menyimpan tampilan dari PMR dan untuk menyediakan antarmuka yang memungkinkan pengguna sistem CAS untuk menanggapi kejadian alarm gagal (*fault alarm*) dan/atau alarm palsu (*false alarm*), termasuk *innocent alarm* untuk menilai status lokasi yang didukung oleh sistem

### 3.44

#### stasiun alarm pusat (*Central Alarm Station, CAS*)

lokasi pusat kendali PMR sebagai tempat alarm dan mengevaluasi peristiwa yang berlangsung

### 3.45

#### sumber target

sumber radiasi tertentu yang akan memicu alarm, antara lain HEU, plutonium, uranium, dan  $^{252}\text{Cf}$

### 3.46

#### sumbu transversal

garis horizontal tegak lurus terhadap arah gerak kendaraan dan berpusat vertikal di daerah deteksi

### 3.47

#### uraniu pengayaan tinggi (*Highly Enriched Uranium, HEU*)

suatu jenis bahan nuklir khusus,  $^{235}\text{U}$  yang telah diperkaya dengan konsentrasi lebih besar dari 20%



## **4 Syarat mutu**

### **4.1 Kinerja**

#### **4.1.1 Persyaratan umum**

PMR untuk aplikasi kendaraan dan pejalan kaki harus terpasang tetap dan secara umum mampu untuk:

- a. memberikan alarm (peringatan) pada petugas keamanan tentang adanya bahan radioaktif dan/atau bahan nuklir dan dapat memberikan alarm informasi tambahan: jenis alarm (gamma, neutron, atau keduanya), amplitudo relatif alarm dan gambar dari objek (kendaraan atau pejalan kaki) yang menyebabkan alarm;
- b. melaksanakan pengukuran yang terjadi ketika objek melewati daerah deteksi (moda dinamis) atau berada untuk beberapa periode waktu dalam daerah deteksi (moda statis);
- c. memiliki daerah deteksi yang lebarnya setara dengan lebar seluruh perangkat detektor, secara umum daerah operasi PMR ditunjukkan pada Gambar 1.

#### **4.1.2 PMR untuk pejalan kaki**

PMR digunakan untuk pejalan kaki harus:

- a. Menyediakan daerah deteksi untuk memastikan bahwa orang-orang dipantau secara benar. Dimensi daerah deteksi tercakup dalam kisaran daerah operasi yang ditunjukkan pada Tabel 1.
- b. Memiliki jarak daerah deteksi maksimum 1 m dari permukaan perangkat deteksi untuk monitor satu sisi. Daerah deteksi monitor dua sisi diletakkan di antara perangkat deteksi. Jarak antara masing-masing perangkat deteksi yang saling berseberangan maksimum 1 m dan kecepatan berjalan tidak lebih dari 1,2 m per-detik. PMR dapat menggunakan pendeteksi satu sisi (*single-sided*) atau dua sisi (*double-sided*).

#### **4.1.3 PMR untuk kendaraan**

PMR untuk kendaraan yang melintas harus menyediakan daerah deteksi yang memastikan bahwa seluruh kendaraan dipantau selama melintas. Sistem pemantauan dapat menggunakan dua sisi sistem deteksi yang berada didalam pilar. PMR untuk kendaraan harus mampu memberikan daerah deteksi yang menjamin bahwa semua kendaraan yang melalui PMR terpantau. Dimensi kisaran daerah deteksi tercakup dalam kisaran daerah operasi yang ditunjukkan pada Tabel 1. Kecepatan kendaran yang dipantau tidak boleh melebihi 8 km /jam.

## 4.2 Konfigurasi fisik

### 4.2.1 Persyaratan umum

Desain PMR harus :

- a. mampu beroperasi secara independen dari perangkat perifer dan harus tidak terpengaruh oleh kerusakan perangkat perifer;
- b. mampu beroperasi hingga 3 jam jika terjadi kehilangan daya eksternal dan memiliki kemampuan transfer data untuk CAS;
- c. mampu menyimpan data hasil pengukuran;
- d. mampu mendeteksi radiasi gamma dengan menggunakan cacah total;
- e. mampu mendeteksi neutron untuk radiasi neutron, dan memberikan alarm berdasarkan pada cacah total neutron;
- f. mampu beroperasi pada semua kondisi cuaca yang diharapkan;
- g. mampu mendeteksi perubahan laju cacah yang melalui daerah deteksi.

### 4.2.2 Komponen

Komponen PMR minimal terdiri dari pilar, anunsiator, kendali PMR, antarmuka mesin-manusia (*Human Machine Interface, HMI*), dan stasiun alarm pusat (*Central Alarm Station, CAS*) .

#### 4.2.2.1 Pilar

PMR dapat terdiri dari satu pilar atau lebih tergantung dari penggunaannya, dengan ketentuan:

- a. pilar utama harus memuat antara lain: perangkat deteksi, kendali PMR, antarmuka listrik, antarmuka komunikasi ke CAS, antarmuka mesin-manusia, dan koneksi komunikasi umum.  
**CATATAN** Perangkat deteksi dapat terdiri dari detektor tunggal atau beberapa detektor yang terdapat dalam wadah pelindung. Wadah pelindung mengandung perisai radiasi untuk mengurangi efek cacah latar. Sebuah sistem monitor dapat terdiri dari perangkat deteksi tunggal atau perangkat jamak
- b. Pilar pendukung harus hanya berkomunikasi dengan pilar utama, pilar ini juga dilengkapi dengan sensor okupansi dan sensor kecepatan yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan spesifikasi.
- c. Dalam aplikasi tertentu, pilar tambahan dapat dipasang untuk memenuhi persyaratan kinerja
- d. Untuk memenuhi kondisi lingkungan PMR, pilar harus dilengkapi dengan wadah dengan klasifikasi IP54 dan dapat dilengkapi dengan lubang ventilasi, Lubang ventilasi harus dapat dipergunakan saat diperlukan.
- e. Pilar PMR yang dipasang pada tempat yang mendapat getaran harus diberi bantalan beton dalam instalasi, dan harus mampu untuk mencegah getaran sehingga tidak mengganggu sistem deteksi.
- f. Konfigurasi minimal untuk PMR kendaraan yang terdiri dari dua pilar vertikal mempunyai kisaran daerah deteksi 0,2 meter sampai 4,5 meter di atas permukaan dan lebar tidak boleh lebih dari 5 m.

- g. Konfigurasi PMR untuk pejalan kaki dapat terdiri dari dua pilar vertikal atau satu pilar utama saja.
- h. Jarak maksimum daerah deteksi pada Butir g) tidak lebih dari 1 m dari permukaan perangkat deteksi untuk monitor satu sisi dengan satu pilar.
- i. Jarak antara masing-masing perangkat deteksi yang ada di pilar utama dan pilar pendukung selebar maksimal 1 m. dan kecepatan pejalan kaki tidak melebihi 1,2 m per detik.

#### **4.2.2.2 Anunsiator**

Spesifikasi anunsiator ini harus dapat memenuhi persyaratan desain untuk anunsiator lokal dan *remote* (lihat pasal 6.10)

#### **4.2.2.3 Kendali PMR**

Kendali PMR terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Kendali PMR harus dapat menerima dan mengolah sinyal dari detektor gamma neutron, sensor okupansi dan sensor kecepatan yang berada pada pilar utama dan pendukung. Informasi dikirim secara kontinyu sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan.

#### **4.2.2.4 Antarmuka manusia-mesin (*Human Machine Interface, HMI*)**

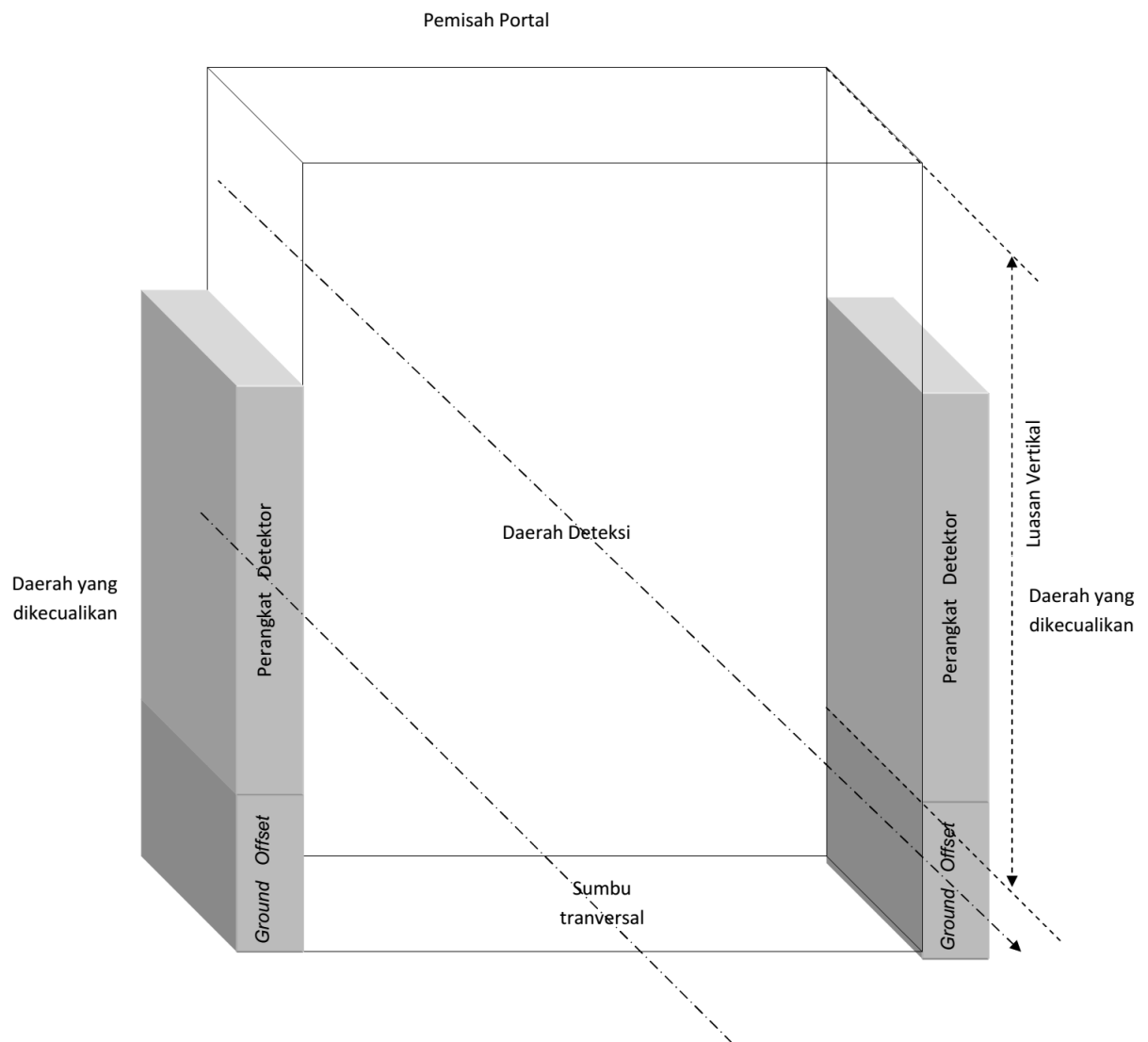
HMI digunakan untuk interaksi antar manusia dan PMR. HMI harus memungkinkan pengguna untuk men-*setup* sistem, meng-inisiasi operasi, dan mengamati kinerja sistem. Perangkat ini termasuk kombinasi tombol atau *keypad* dan memiliki layar penampil.

#### **4.2.2.5 Stasiun alarm pusat (CAS)**

Merupakan alat terintegrasi yang memungkinkan pengguna untuk melihat dan membuat keputusan berdasarkan video, lalu lintas, dan informasi PMR. PMR harus dapat terus beroperasi secara kontinyu dan mandiri dari CAS, dan dapat secara kontinyu mengirim status sistem, data pindai, dan informasi lain yang didefinisikan dalam spesifikasi untuk CAS.

### **4.3 Daerah operasional**

PMR mempunyai daerah operasional yang unik dan berhubungan dengan daerah yang akan diperiksa yang meliputi, daerah deteksi, luas vertikal, *ground offsett*, dan daerah dikecualikan. Daerah operasional untuk pejalan kaki dan kendaraan harus sama. Jika ada orang/kendaraan yang melewati daerah deteksi diantara dua pilar akan dideteksi dan dipindai. Dimensi daerah operasional ditentukan dalam spesifikasi seperti pada Gambar 1. Daerah deteksi sebaiknya dalam kisaran seperti ditunjukkan pada Tabel 1



**Gambar 1 - Daerah operasional PMR**

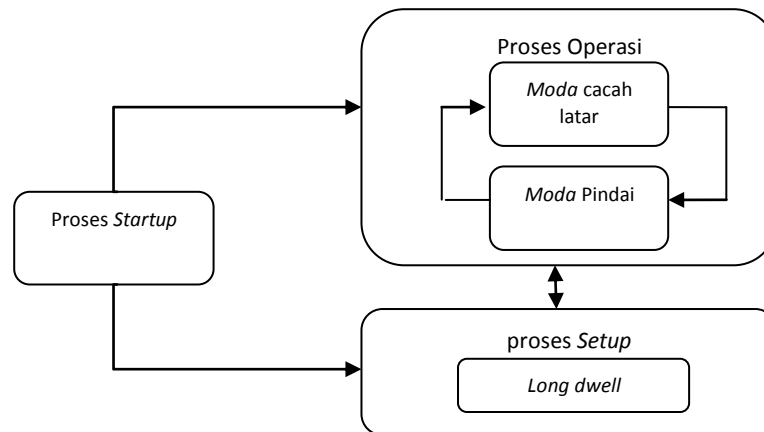
**Tabel 1 Kisaran daerah operasi**

<b>Daerah deteksi</b>	<b>Pejalan kaki (m)</b>	<b>Kendaraan (m)</b>
<i>Ground Offset</i>	0 s/d 0,1	0,2
Luas Vertikal	2	3,6
Pemisah portal	1	3 s/d 5

## 5 Moda Operasional

Terdapat tiga proses yang dimiliki oleh PMR yaitu proses *startup*, proses operasi, dan proses *setup* seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.

Pada proses operasi ada dua moda operasi yaitu moda cacah latar dan moda pindai.



**Gambar 2 - Moda operasi dan hubungan proses**

### 5.1 Moda cacah latar

Moda operasi pada saat PMR kosong (tidak ada okupansi) harus dapat memperbaharui data cacah latar dengan mengukur radiasi cacah latar dengan menggunakan algoritma cacah latar. Pada operasi moda cacah latar, sistem ini harus:

- terus menerus memonitor tingkat radiasi cacah latar. Tingkat radiasi cacah latar lokal dapat bervariasi untuk berbagai alasan termasuk adanya sumber terdekat, perubahan cuaca, dan keberadaan bahan radioaktif alami;
- memiliki empat fungsi untuk menentukan tingkat cacah latar suatu algoritma sebagai berikut:
  - mengumpulkan data cacah latar;
  - menganalisa data secara berkala untuk kegagalan cacah latar;
  - menetapkan dan secara berkala memperbarui nilai cacah latar yang akan digunakan untuk membandingkan terhadap data pindai untuk keputusan alarm;
  - mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mengirimkan informasi cacah latar sesuai spesifikasi.

### 5.2 Moda pindai

Pada operasi moda pindai, persyaratan sistem ini meliputi:

- Pemindahan dari moda cacah latar ke moda pindai harus terjadi saat sensor okupansi dipicu oleh adanya objek/kendaraan yang lewat pada daerah deteksi.
- Sistem harus memperoleh data dan mengevaluasi ambang alarm terlampaui atau tidak. Jika terjadi alarm, sinyal alarm ditransmisikan ke anunsiator dan CAS. Selanjutnya terjadi transisi dari moda pindai ke moda cacah latar setelah interval pasca okupansi berlalu dari sensor okupansi.

- c. Untuk menentukan alarm, harus dibuat algoritma moda pindai yang memiliki fungsi berikut:
- membuat keputusan alarm;
  - mengevaluasi data cacah latar yang dikumpulkan selama interval pra-sampel untuk keputusan alarm pertama;
  - mengumpulkan data pindai durasi okupansi;
  - menganalisa data pindai untuk keputusan alarm melalui okupansi termasuk pasca-sampel;
  - mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mengirimkan informasi hasil pemindaian sesuai spesifikasi.

### **5.3 Setup sistem**

Terkait dengan *setup* sistem, persyaratan berikut harus dipenuhi :

- a. PMR mempunyai fasilitas untuk pengaturan proses yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem di luar lingkungan pemindaian
- b. Pada proses *setup* ini berbagai parameter sistem dan konfigurasi ditetapkan.
- c. Pengaturan proses ini memungkinkan pengguna/personil pemeliharaan dapat memeriksa kelayakan sistem dan mendiagnosis masalah.
- d. Pengaturan ini dilakukan melalui HMI.

## **6 Persyaratan teknis dan fungsi**

### **6.1 Fitur indikasi**

Berbagai fitur indikasi dipersyaratkan sebagai berikut:

- a. PMR harus memiliki atribut data penyimpanan sekurang-kurangnya meliputi : tanggal dan waktu okupansi, kondisi alarm, kondisi latar, cacah gamma dan neutron
- b. PMR harus memiliki kemampuan untuk menyimpan dan menampilkan data riwayat termasuk bacaan cacah latar baik sebelum dan setelah pengukuran, dan informasi alarm. Tempat Penyimpanan dan kemampuan layar menampilkan informasi tersebut harus mencukupi.
- c. PMR harus menghasilkan aliran data mentah yang dapat dimasukkan kedalam perangkat lunak ke dalam catatan /file harian.
- d. Aliran data harus dalam format teks (ASCII), yang berisi informasi tentang parameter *setup*, tingkat cacah latar untuk setiap detektor gamma dan neutron, tingkat kelayakan, jumlah okupansi dan alarm.
- e. PMR harus memungkinkan untuk mentransfer data mentah dari pilar utama ke CAS sampai pada jarak minimum 100 meter.
- f. Kendali dan pengaturan yang mempengaruhi kalibrasi dan pengaturan alarm harus dirancang sehingga akses ke monitor terbatas pada orang yang berwenang.
- g. PMR harus memiliki kemampuan untuk menampilkan sinyal dari masing-masing detektor atau detektor perangkat yang sesuai.

- h. PMR harus menyediakan informasi keadaan kelayakan operasi yang tepat, meliputi deteksi kesalahan seperti kehilangan tegangan tinggi, tingkat cacahan rendah, tingkat cacahan tinggi, atau kegagalan elektronik lainnya.
- i. Semua indikator alarm dapat di-*reset* secara otomatis maupun manual seperti yang ditentukan oleh pengguna
- j. PMR harus memberikan indikasi visual yang berbasis warna/suara. Fitur indikasi ini harus terdapat pada antarmuka pengguna (*user interface*) perangkat lunak
- k. PMR harus memberikan indikasi status operasional dan kondisi alarm, dan harus mampu meneruskan sinyal tersebut ke CAS.
- l. PMR harus mampu mengukur kecepatan kendaraan, perubahan latar selama non-pengukuran yang dapat mempengaruhi sensitivitas PMR secara keseluruhan, laju cacah tinggi dan laju cacah rendah.
- m. PMR harus mampu mengenali kegagalan catu daya maupun kegagalan sensor pengukuran
- n. PMR harus menyediakan indikasi alarm suara dan visual pada alarm stasiun lokal. Indikasi alarm visual dan suara harus berbeda untuk alarm gamma dan neutron.
- o. PMR harus meliputi sistem pengawasan visual untuk merekam dan pengarsipan terkait penyebab alarm.
- p. Untuk mengidentifikasi kendaraan penyebab alarm, kualitas gambar visual harus jelas sehingga plat nomor kendaraan dapat terbaca dalam semua kondisi cahaya alami.

## **6.2 Perangkat lunak**

### **6.2.1 Protokol komunikasi dan sensor data**

- a. PMR harus memiliki kemampuan untuk mentransfer data ke CAS.
- b. Transfer didasarkan pada teknologi yang umum tersedia seperti *ethernet*, USB, *wireless*, RS-232, atau RS-485.
- c. Keamanan data harus diperhitungkan saat menggunakan teknik transfer data nirkabel.

### **6.2.2 Graphical User Interface (GUI)**

#### **6.2.2.1 Persyaratan perangkat lunak PMR**

Perangkat Lunak memiliki fungsi utama sebagai akuisisi data dan analisa tingkat radiasi, dan fungsi tambahan.

- a. Fungsi utama sebagai akuisisi data dan analisa tingkat radiasi yang cepat, perangkat lunak harus memberikan hal berikut:
  - pengaturan otomatisasi dari ambang batas alarm untuk sinar gamma dan neutron tanpa mengganggu operasi yang sedang berlangsung;
  - pemantauan tingkat kelayakan semua subsistem;
  - visualisasi kinerja sistem PMR *online* (indikator status, tingkat cacah gamma dan neutron);
  - antarmuka sebaiknya dalam bahasa Indonesia atau dalam bahasa lain yang mudah dipahami oleh operator;

- PMR harus mampu menyimpan data cacah paling tidak 1000 data;
- PMR harus mampu menyimpan cacah data dan cacah latar serta meneruskannya ke CAS;
- PMR harus mampu menyimpan data riwayat cacah sinar gamma atau neutron.

b. Fungsi tambahan perangkat lunak harus mencakup fungsi berikut:

- visualisasi profil radiasi gamma dan neutron dalam kasus alarm untuk setiap panel PMR (atas-bawah-kiri-kanan) dengan indikasi tingkat total dihitung sebagai fungsi dari interval waktu dan okupansi;
- perekaman, penyimpanan dan pemrosesan informasi otomatis dari PMR (lokasi PMR, tanggal-waktu, gambar visual (jika ada), jenis alarm, profil radiasi);
- database dengan fitur dasar (tanggal, jenis alarm, kategori); pengambilan data dari database dan review (termasuk info dan profil visual radiasi); pembuatan protokol dan penyimpanannya dalam format grafis standar (\* .jpg, .pdf \*, \* .tif, dan lain-lain);
- pengaturan parameter sistem penting dilindungi *password*.

c. PMR harus mampu melakukan identifikasi pengukuran dengan obyek diam dalam daerah deteksi.

### 6.3 Parameter, proses *setup* dan moda pengoperasian

#### 6.3.1 Parameter

- Pada proses *startup*, setelah *power-up*, atau saat keluar dari proses *setup*, sistem secara otomatis harus melakukan sistem pemeriksaan diagnostik dan mengukur cacah latar awal.
- Parameter yang dapat diatur sebaiknya mengacu pada Tabel 2.

**Tabel 2 Moda pewaktuan : parameter yang dapat diatur**

Parameter	Minimum (detik)	Maksimum (detik)	Kenaikan (detik)
Interval analisa cacah latar	5	300	1
Interval pra-okupansi	0	10	1
Interval pasca-okupansi	0	10	1
<i>long dwell time</i>	0	600	10



Batasan parameter moda pewaktuan ditunjukkan pada Tabel 3 dapat digunakan sebagai konfigurasi pencacahan:

**Tabel 3 Moda pewaktuan : Batasan parameter**

<b>Parameter</b>	<b>Minimum (detik)</b>	<b>Maksimum (detik)</b>
Sampel cacah latar	0.01	1
interval analisa pindai	0.01	5
interval sampel pindai	0,01	0,5
frekuensi analisa pemindaian	0.01	1
frekuensi analisa kegagalan cacah latar	0.01	5

### 6.3.2 Proses Setup

Proses setup dilakukan melalui HMI yang memungkinkan pengguna untuk masuk dan keluar proses yang akan di-*setup* mencakup:

- a. Setup proses keamanan: akses ke proses pengaturan sistem harus dilindungi oleh *password* pengguna yang dapat dikonfigurasi pada HMI dan merupakan pengendalian fisik yang ketat dari HMI.
- b. Proses *setup* harus dapat dihentikan sementara: pada moda *setup* inisistem harus dapat mengabaikan atau tidak memproses cacah latar, pindai, atau okupansi data. Hanya kegagalan dan alarm yang relevan untuk *setup* kelayakan sistem yang aktif
- c. Perubahan parameter: sistem dan proses setup harus mendukung pengaturan setiap parameter oleh pengguna melalui HMI.
- d. Pencatatan parameter: PMR harus mampu mengirim file teks yang memuat daftar lengkap dari parameter tetap dan parameter yang dapat diatur atas permintaan melalui HMI.
- e. Transisi dari proses setup: ketika keluar dari moda setup, sistem harus masuk moda cacah latar secara otomatis.

### 6.3.3 Moda Pengoperasian

#### 6.3.3.1 Moda Cacah latar

- a. Moda cacah latar harus secara otomatis dimulai setelah *power-up*, yaitu setelah keluar moda *setup* dan/atau setelah keluar dari moda pindai.
- b. Data cacah latar sinar gamma dan neutron untuk setiap detektor harus dikumpulkan per interval sampel cacah latar yang dijelaskan dalam Tabel 3.
- c. Data cacah latar sinar gamma dan neutron harus terus dianalisa untuk menentukan kegagalan dan meliputi seluruh analisa frekuensi cacah yang dijelaskan pada Tabel 3.
- d. Untuk analisa alarm pemindai, nilai-nilai cacah latar sinar gamma dan neutron harus ditetapkan untuk masing-masing detektor menggunakan algoritma cacah latar pada interval analisa cacah latar. Penggunaan Interval ini disesuaikan dan dijelaskan dalam Tabel 2.

- e. Dalam moda cacah latar, PMR harus mengukur dan mengirimkan cacah sinar gamma dan neutron untuk masing-masing detektor secara bersamaan.
- f. Ketika data sementara yang terakumulasi selama mode cacah latar melampaui interval pra-okupansi sampel, data tersebut harus dimasukkan melalui algoritma cacah latar kecuali suatu okupansi telah dimulai.
- g. Data cacah latar harus dimasukkan ke dalam *buffer* untuk memungkinkan sampel diproses sebagai data cacah latar (tidak ada okupansi) atau diproses sebagai data sampel pra-okupansi (untuk okupansi selanjutnya).
- h. PMR harus menetapkan tingkat cacah latar untuk setiap detektor selama interval analisa cacah latar.

### 6.3.3.2 Moda Pindai

Moda pindai akan dimulai secara otomatis ketika okupansi terdeteksi.

- a. PMR harus menetapkan nomor unik untuk setiap okupansi, kenaikan jumlah okupansi adalah satu untuk setiap okupansi, dan saat tengah malam (selambat-lambatnya 00:00:15) jumlah tingkat okupansi selama 24 jam sebelumnya disimpan dan kemudian dilakukan *reset* jumlah okupansi menjadi nol. Nomor okupansi tidak akan dijalankan saat terjadi hilangnya daya kecuali daya yang hilang berlanjut lewat tengah malam.
- b. Keputusan terjadinya alarm sinar gamma harus dilakukan pada frekuensi analisa pindai, berdasarkan data yang dikumpulkan selama interval analisa pindai pada Tabel 3. Kejadian alarm neutron harus dilakukan pada laju yang sama atau lebih besar dari satu kejadian alarm per dua detik, berdasarkan data yang dikumpulkan selama interval analisa pindai.
- c. Data pemindaian sinar gamma dan neutron harus dikumpulkan untuk setiap detektor untuk setiap interval sampel pemindaian seperti pada Tabel 3.
- d. Ketika transisi ke moda pindai, PMR harus menghitung ambang alarm sinar gamma dan neutron dari cacah latar sinar gamma dan neutron yang terbaru dan mengirimkan: cacah latar, segala kondisi kegagalan yang berpengaruh selama adanya okupansi, status detektor, jumlah okupansi yang terbaru, dan kecepatan kendaraan.
- e. Data pemindaian sinar gamma dan neutron dari masing-masing detektor harus dianalisa secara *real time* dalam interval analisa pindai pada Tabel 3.
- f. Informasi alarm pemindaian akan dikirimkan secara *real time* tanpa penundaan. Sampel dalam *buffer* pra-okupansi harus digunakan untuk pertama memindai interval analisa dan harus digunakan untuk keputusan alarm pertama dari okupansi (baik sinar gamma dan alarm neutron).
- g. Jika PMR diatur untuk mengoptimalkan interval pindai analisa untuk setiap okupansi, PMR harus memiliki kondisi standar, jika fitur ini dinonaktifkan dan disesuaikan, analisa interval pindai tetap digunakan.
- h. Setelah penghentian okupansi sebagaimana ditentukan oleh sensor okupansi, Moda pindai akan terus berfungsi dan alarm keputusan harus dibuat dengan sampel dari interval pasca-okupansi.
- i. Alarm Moda Pindai (sinar gamma dan neutron) dan *fault* akan dikirimkan ke stasiun analisa pusat dan anunsiator secara *real time*, transmisi tidak akan ditunda sampai akhir okupansi.
- j. Selama transisi ke moda cacah latar, pesan akhir-pindai harus dikirimkan ke CAS.

### 6.3.3.3 Lama waktu tinggal (*long dwell*)

- a. Lamanya pengukuran *long dwell* dapat digunakan untuk men-*setup* nilai parameter detektor sinar gamma dan neutron, rentang nilai yang diterima dari 0 sampai 600 detik dengan kenaikan sebesar 10 detik.
- b. pengukuran *long dwell* tidak harus dikoreksi dengan *dead time* detektor.
- c. Data *long dwell*: setiap cacah sinar gamma dan neutron harus dapat direkam tanpa *overflow* jumlah cacah yang dihasilkan dalam 600 detik. Untuk tujuan desain harus diasumsikan laju cacah sinar gamma maksimum masing-masing detektor (dan masing-masing jendela energi) sama dengan cacah bersih, dikoreksi dengan laju cacah waktu mati yang dihasilkan oleh sumber isotop (0,925 MBq  $^{57}\text{Co}$  atau 0,15 MBq  $^{60}\text{Co}$  atau 0,6 MBq  $^{137}\text{Cs}$  atau 17 MBq  $^{241}\text{Am}$ ) yang ditempatkan dalam kontak dengan detektor di pusatnya.
- d. Untuk detektor neutron harus diasumsikan bahwa laju jumlah maksimum sama dengan nilai bersih, dikoreksi dengan laju cacah waktu-mati yang dihasilkan oleh 40.000 n/detik untuk sumber  $^{252}\text{Cf}$  atau  $^{241}\text{Am-Be}$  yang ditempatkan melekat pada bagian tengah detektor.
- e. Penghitungan *long dwell* harus dimulai dengan memilih opsi tersebut dari menu di HMI.
- f. Pada akhir pengukuran *long dwell*, cacah total di masing-masing detektor harus ditransmisikan dengan jumlah angka signifikan penuh, dan juga ditampilkan pada layar HMI dengan total angka signifikan yang diperkecil.

## 6.4 Alarm dan *Fault*

PMR harus menyediakan alarm terpisah dan berbeda untuk alarm gamma, alarm neutron, dan *fault*.

### 6.4.1 Moda cacah latar

PMR harus memantau kondisi kegagalan cacah latar (seperti pada Tabel 4) untuk semua kategori PMR, untuk semua detektor individu, dalam moda operasional cacah latar.

### 6.4.2. Moda Pindai

- a. Kondisi alarm pindai harus dikirimkan ke anunsiator dan ditransmisikan ke CAS.
- b. PMR harus mengeluarkan alarm cacah-*gross* gamma ketika *output* dari algoritma alarm cacah-*gross* melebihi ambang batas pengguna yang telah ditetapkan.
- c. Sebuah alarm gamma yang disebabkan alarm diskriminasi-energi harus dicatat dalam aliran data. Operator tidak perlu memperhatikan perbedaan antara energi diskriminasi terhadap alarm gamma total.
- d. PMR harus mengeluarkan alarm neutron ketika *output* dari algoritma alarm neutron melebihi suatu ambang yang dapat ditetapkan.

### 6.4.3 Kegagalan sistem (*system fault*)

- a. PMR harus memantau kondisi gangguan yang diuraikan dalam Tabel 5 pada moda cacah latar dan moda pindai.
- b. Kegagalan dan alarm yang dihasilkan oleh PMR harus dikelola sesuai dengan persyaratan yang mempunyai hirarki sesuai dengan tingkat kepentingan.

- c. Kegagalan dan alarm harus ditunjukkan pada anunsiator dan/atau ditransmisikan sesuai dengan Tabel 6. Perhatikan bahwa Pasal 6 mencakup persyaratan untuk anunsiator, lampu, dan tombol

**Tabel 4 Kondisi kegagalan cacah latar**

Alarm / kegagalan	Deskripsi
Kegagalan gamma tinggi	cacah latar gamma melebihi ambang
Kegagalan gamma rendah	cacah latar gamma di bawah ambang
Cacah latar neutron	kegagalan karena neutron tinggi melebihi ambang
Cacah latar neutron rendah	kegagalan karena neutron di bawah ambang
kegagalan detektor karena derau	variasi tak terduga pada cacah latar

**Tabel 5 Deskripsi kondisi kegagalan**

Alarm / kegagalan	Deskripsi
Kegagalan catu daya	Terjadi ketika catu daya hilang dari PMR (dan beralih ke listrik cadangan) atau ketika pengisi daya PMR cadangan turun di bawah tingkat minimum yang dipersyaratkan. Terjadi pada semua moda dan proses.
Kegagalan <i>Tamper</i>	Terjadi ketika pintu wadah PMR telah dibuka. Terjadi pada semua moda dan proses.
Kegagalan Sistem	Terjadi ketika perangkat keras gagal. Terjadi pada semua moda dan proses.

**Tabel 6 - Tanggap anunsiator jarak jauh**

Alarm / kegagalan	Hirarki	Anunsiasi Audio/ Visual	Pengakuan diperlukan untuk <i>senyap</i>	Pengakuan diperlukan untuk pembatalan	Catatan
Neutron	1	audio, visual	ya	ya	Untuk alarm neutron, operator harus mengetahui dan jelas sebelum alarm akan dihapus
Gamma	2	audio, visual	ya	ya	
Kegagalan neutron tinggi/ rendah	3	audio, visual	ya	ya	
Kegagalan gamma tinggi / rendah	4	audio, visual	ya	ya	
Daya	5	visual	ya	ya	Selalu ada pesan secara periodik sampai power pulih
Kegagalan kunci sistem	5	visual	tidak	tidak	

## 6.5. Karakteristik radiologi

PMR harus memenuhi karakteristik spesifikasi sesuai pada Tabel 7

**Tabel 7 - Karakteristik spesifikasi**

Parameter	Pejalan Kaki	Kendaraan
Daerah deteksi	0	0
Ground Offset (m)	0 s/d 0,1	0,2
Luas vertikal (m)	2	3,6
Pemisah Portal (m)/luas Horizontal	1	3 s/d 5
Kuantitas minimum terdeteksi		
Setara HEU: $^{57}\text{Co}$ (MBq)	0,0851	0,1628
Setara plutonium : $^{133}\text{Ba}$ (MBq )	0,0666	0,1887
Uranium depleted (kg)	8,18	1,5
Neutron fisi (bare)	$11,25 \times 10^3$	$20 \times 10^3$
Neutron fisi (10 cm bola polyetilen)	$11,25 \times 10^3$	$20 \times 10^3$
Geometri	tak teredam dan tidak adanya cacah latar	
Laju alarm		
Probabilitas deteksi	Alarm pada setidaknya 15 dari 20 percobaan	
Tingkat alarm palsu	untuk 2 detik okupansi	untuk 8 detik okupansi
Untuk detektor sinar gamma	$\leq 0,001$	$\leq 0,001$
Untuk detektor neutron	$\leq 0,00005$	$\leq 0,00005$
Penolakan sinar gamma untuk detektor neutron	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$
Parameter evaluasi		
Sinar gamma cacah latar (Cacah per detik)	580	580
Neutron cacah latar [ $n /(\text{det.cm}^2)$ ]	0,04	0,04
Geometri	Tidak ada atenuasi dan	adanya cacah latar

### 6.5.1. Persyaratan sistem deteksi

- Waktu untuk *setup* dan pengaturan ambang batas: Semua persyaratan kinerja dalam standar ini harus dipenuhi setelah *set up* sistem pertama kali untuk semua parameter yang dapat diatur. Misalnya, ambang batas tidak boleh berbeda untuk memenuhi kuantitas yang dapat dideteksi minimum dan persyaratan tingkat alarm palsu
- Laju alarm palsu: kendaraan yang tidak memuat bahan radioaktif, PMR tidak akan menghasilkan alarm palsu dengan nilai di atas yang ditetapkan dalam Tabel 2 dan Tabel 3 untuk kondisi yang ditentukan dalam setiap tabel
- Moda pewaktuan: PMR akan memberikan alarm pada sumber target yang mengandung sinar gamma atau emisi neutron (mana yang berlaku) sama dengan atau lebih besar dari yang dipancarkan oleh sumber-sumber yang ditentukan dalam Tabel 2 dan Tabel 3 di setiap lokasi dalam daerah deteksi untuk kondisi tertentu.

### 6.5.2. Laju alarm palsu

Tidak boleh lebih dari satu alarm palsu yang terjadi untuk operasi PMR selama 100 jam dengan cacah latar yang stabil dibawah ambang batas alarm.

### 6.5.3 Pengaruh cacah latar

Sistem monitoring harus memberikan indikasi peringatan ketika ada tahap perubahan cacah latar yang cukup besar yang menyebabkan perubahan substansial dalam kemampuan deteksi. Indikasinya harus berbentuk visual maupun audio dan akan berbeda dengan yang digunakan untuk pemantauan alarm.

### 6.5.4. Detektor gamma

- a. Semua subsistem deteksi sinar gamma harus mencakup algoritma alarm cacah-gross yang menggabungkan ambang alarm yang dapat diatur ditentukan berdasarkan jendela energi tunggal dengan batas atas dan batas bawah yang dapat diatur.
- b. Diskriminator jendela cacah-gross tingkat bawah yang lebih rendah harus dapat diatur antara 5 keV dan 30 keV.
- c. Diskriminator jendela cacah-gross tingkat atas harus dapat distel antara 50 keV dan 3000 keV.
- d. Detektor sinar gamma dalam pilar harus terlindung sehingga sinar gamma yang berasal dari daerah yang dikecualikan berbatasan langsung dengan pilar, dilemahkan dengan bahan timbal untuk meminimalkan pengaruh latar.
- e. Untuk aplikasi pada kendaraan, resolusi spasial di sepanjang sumbu transversal dari sistem deteksi sinar gamma harus lebih rendah atau sama dengan 0,6 untuk sinar gamma yang dipancarkan oleh  $^{137}\text{Cs}$
- f. Dengan cacah latar 0,2  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  dan dengan kenaikan 0,1  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  setiap detik, PMR harus mampu memberikan akurasi deteksi paling tidak 90%.
- g. PMR harus mampu mendeteksi tingkat radiasi yang lebih tinggi dari 0,1  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  pada jarak 1 meter dari permukaan atau obyek.
- h. PMR harus mampu membedakan radiasi dari bahan radioaktif alami dan yang bukan.
- i. Alarm PMR harus terpicu ketika laju paparan sinar gamma terukur saat suatu obyek melalui daerah deteksi dengan kecepatan 8 km/jam yang lebih besar dari setelan alarm.
- j. Alarm akan terpicu ketika tingkat cacah terukur lebih besar dari pengaturan alarm. Persyaratan ini harus dipenuhi pada rentang terjadinya energi gamma kontinu dari 60 keV sampai 1,5 MeV (diuji dengan  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , dan  $^{60}\text{Co}$ ).
- k. Untuk tujuan pengujian, kemungkinan kondisi pendeteksian alarm tersebut akan lebih besar dari atau sama dengan 90% dengan tingkat kepercayaan 95%.
- l. Semua pengujian harus dilakukan dengan  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , dan  $^{60}\text{Co}$ , kecuali ditentukan lain. Sumber harus memuat kegiatan-kegiatan berikut (0%, 20%):  $^{241}\text{Am}$  17 MBq;  $^{137}\text{Cs}$  0,6 MBq;  $^{60}\text{Co}$ , 15 MBq.

### 6.5.5 Deteksi neutron

- a. Helium-3 tidak boleh digunakan. Gas Boron trifluorida ( $\text{BF}_3$ ) atau bahan lain yang tingkat bahayanya sama tidak boleh digunakan dalam cacah latar 0,2  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  dengan kenaikan 0,1  $\mu\text{Sv}/\text{jam}$  setiap detik, PMR harus mampu memberikan akurasi deteksi paling tidak 90%.
- b. PMR harus mampu mendeteksi tingkat radiasi yang lebih tinggi dari 0,1 mSv/jam pada jarak 1 meter dari permukaan atau obyek.
- c. PMR harus mampu membedakan radiasi alami dan yang bukan. Alarm neutron akan terpicu setiap kali laju pencacahan neutron yang diukur selama pemantauan

(pencacahan) lebih besar dari pengaturan alarm. PMR harus memberikan alarm minimum 49 kali dari 50 pengukuran.

- d. Ambang batas: detektor neutron akan menolak sinar gamma sehingga cacah neutron yang terukur ketika terdapat sumber sinar gamma berhadapan dengan detektor (10 mR / jam rata-rata di atas permukaan detektor diinduksi oleh kegagalan  $^{137}\text{Cs}$  atau  $^{60}\text{Co}$ ) tidak akan mempengaruhi tujuan pengujian sistem tersebut yang bervariasi kurang dari  $\pm 5\%$ .

## 6.6 Karakteristik beban lebih (*overload*)

Untuk gamma dengan laju dosis lebih besar dari 100  $\mu\text{Sv/jam}$  pada permukaan perangkat deteksi, alarm PMR harus berbunyi dan tetap demikian selama siklus monitoring.

## 6.7 Sensor okupansi dan sensor kecepatan

- a. PMR harus mendeteksi okupansi untuk semua aplikasi dan mengukur kecepatan kendaraan untuk berbagai jenis kendaraan.
- b. Jika sistem sensor okupansi gagal-aman, ketika satu atau semua sensor gagal, sistem mengirim ke stasiun analisa pusat dan anunsiator.
- c. Sensor akan beroperasi penuh dalam semua kondisi cahaya tampak yang ditemui di ruang publik mulai dari malam hari (gelap) hingga sinar matahari langsung.
- d. Sistem sensor harus mudah diakses untuk pembersihan dan pemeliharaan tanpa pembongkaran komponen lainnya (kecuali membuka pintu panel).
- e. Sensor okupansi dan sensor kecepatan untuk kendaraan harus mampu mengukur kecepatan dan mendeteksi tingkat okupansi pelintas di kedua arah melalui PMR dan mengirimkan informasi ini ke kendali dan stasiun analisa pusat.
- f. Pada lokasi tertentu mungkin ada kebutuhan untuk mengabaikan okupansi yang datang dari satu arah, dan melakukan pindai pada alat angkut pelintas dalam arah yang berlawanan.
- g. Untuk PMR kendaraan harus dilengkapi dengan fitur yang memungkinkan pengguna dapat mengatur PMR memindai kendaraan dari satu arah dengan mengabaikan arah yang lain. Pengaturan fitur arah dan pemilihan sensor okupansi harus melalui HMI.
- h. Sensor kecepatan tidak diperlukan untuk aplikasi PMR pejalan kaki, sedangkan untuk kendaraan, PMR harus mampu menghitung kecepatan kendaraan pada awal okupansi (yakni ujung depan kendaraan memasuki PMR) di kisaran 1 m/detik sampai dengan 8,3 m/detik dengan akurasi  $\pm 10\%$ . Untuk kecepatan lebih lambat antara 0,25 m/detik dan 1 m/detik dan kecepatan yang lebih cepat antara 8,4 m/detik sampai dengan 15 m/detik, PMR harus mampu mengukur dengan akurasi  $\pm 20\%$ .
- i. Sensor okupansi / kecepatan harus memiliki kemampuan untuk penyesuaian ketinggian pada batas vertikal untuk mengakomodasi kondisi lokal khusus.

## 6.8 Kendali PMR

- a. Master pilar harus dilengkapi dengan kendali terintegrasi dengan panel atau dipasang pada eksterior panel.
- b. Kendali PMR harus meliputi HMI yang mencakup *keypad* dan layar kristal cair atau *display* lainnya yang dapat dibaca pada sinar matahari langsung maupun dalam gelap.
- c. HMI masih tetap dapat berfungsi dan stabil dalam berbagai kondisi lingkungan misalnya panas yang ekstrim, dingin, dan curah hujan.

- d. Kendali HMI akan memberikan kemampuan untuk menampilkan dan mengatur status operasional dan parameter, termasuk parameter operasional detektor dan antarmuka komunikasi yang terlihat baik kondisi cahaya siang maupun malam. Semua parameter disesuaikan sebagaimana dimaksud dalam spesifikasi ini akan berubah dari antarmuka ini tanpa memerlukan perubahan *firmware*.
- e. Versi perangkat lunak harus terlihat melalui layar kendali pada operator (yaitu, memilih menggunakan *keyboard* atau antarmuka lainnya). Parameter yang disesuaikan, *firmware*, dan file sistem inti lainnya harus disimpan dalam memori *non-volatile*. Kendali harus dilengkapi dengan *port* komunikasi RJ-45 yang dilengkapi dengan koneksi *auto-sense* sehingga kabel *crossover* tidak diperlukan.
- f. Kendali PMR akan mendukung peningkatan dan penggantian perangkat lunak kendali melalui *port* komunikasi dengan proses dimulai dan dikendalikan melalui HMI. Jika jaringan *port* komunikasi juga digunakan untuk tujuan ini, selain *keypad* antarmuka yang membutuhkan kemampuan, saklar fisik harus disediakan untuk mencegah *upgrade* kendali jaringan perangkat lunak selama operasi normal.
- g. HMI kendali PMR harus memberikan konfirmasi bahwa parameter perubahan pengaturan telah dimasukkan ke dalam pengaturan sistem operasi dengan menampilkan pengaturan baru dengan cara yang menegaskan bahwa hal tersebut diselamatkan.

## 6.9 Sistem diagnostik

- a. Kendali *firmware* harus memiliki pengujian diri dan fitur kondisi yang mencukupi untuk mendeteksi kesalahan dan kegagalan subkomponen seperti pada:
  - kegagalan seperti yang tercantum dalam Pasal 6.4.3;
  - status daya; status deteksi sinar gamma; status sistem deteksi neutron.
- b. Sistem kondisi keselamatan-informasi harus disimpan pada PMR, ditampilkan secara lokal pada HMI ketika fungsi ini dipilih, dan dikirim ke stasiun analisa pusat.
- c. PMR harus terus beroperasi, meskipun dengan fungsi terdegradasi, jika terdapat kerusakan atau kegagalan detektor individu, baik pada sinar gamma atau neutron. Algoritma alarm akan membuang data dari detektor rusak secara otomatis. PMR harus menyimpan fakta tersebut sekali dan mengirimkan ke stasiun analisa pusat pada setiap okupansi berikutnya sampai kegagalan teratasi.
- d. Perangkat lunak pengendali PMR akan memungkinkan penghentian detektor individu dan dukungan operasi secara manual dilanjutkan dalam moda terdegradasi. Menonaktifkan detektor harus dilakukan secara lokal pada HMI dan yang dapat diatur melalui antarmuka jaringan.

## 6.10 Anunsiator

PMR harus mencakup anunsiator lokal yang terintegrasi atau melekat pada pilar dan kemampuan menambahkan hingga dua anunsiator jarak jauh tambahan opsional. Komunikasi anunsiator seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8 saat PMR dari alarm atau kondisi kegagalan.

### 6.10.1 Anunsiator lokal

- a. Anunsiator lokal harus diintegrasikan ke dalam rumahan master pilar atau ditempelkan di luar pilar.
- b. Anunsiator lokal harus memiliki lampu indikator yang jelas terlihat dari jarak 20 meter saat berada langsung terkena sinar matahari.



- c. *Speaker* harus disediakan sebagai bagian dari anunsiator lokal untuk memproduksi semua kegagalan audio dan alarm (kegagalan, alarm gamma, neutron alarm, dan lain-lain).
- d. Audio harus disesuaikan dari audio senyap (audio cacat, tidak ada suara) dan setidaknya terdapat tiga tingkat antara 60 dan 90 dB pada satu meter.
- e. Alarm anunsiator bunyi lokal harus berakhir setelah periode waktu yang disesuaikan dari 1 sampai 10 detik dengan penambahan sebesar 1 detik. Pengaturan waktu harus dilakukan di HMI.
- f. Anunsiator lokal harus dikendalikan, atau diatur ulang melalui HMI. Harus ada/tidak ada kendali eksternal / tombol pada pilar utama.
- g. Kemampuan untuk menonaktifkan anunsiator lokal dan / atau visual alarm harus disediakan melalui HMI. Alarm dan visual harus dikontrol secara independen.

**Tabel 8 Deskripsi Alarm/ kegagalan Anunsiator**

Alarm / kegagalan	Warna	Anunsiasi
Alarm gamma	merah	suara # 1
Alarm Neutron	biru	suara # 2
kegagalan rendah gamma	kuning	suara # 3
kegagalan tinggi gamma	kuning	suara # 3
kegagalan rendah neutron	kuning	suara # 3
kegagalan tinggi neutron	kuning	suara # 3
kegagalan daya	kuning	suara # 4
kegagalan <i>tamper</i>	kuning	suara # 4
kegagalan derau detektor	kuning	suara # 4
kegagalan sistem	kuning	suara # 4
<i>Power-on</i> , cacah latar awal	berkedip kuning	siklus melalui semua suara satu kali pada <i>startup</i>

### 6.10.2 Remote anunsiator

- a. Semua tombol dan indikator harus berada pada sisi depan wadah dengan label yang terbaca.
- b. Tutup *remote anunsiator* harus berengsel dan dikunci.
- c. Lampu indikator harus memiliki intensitas yang cukup, dapat dilihat di bawah sinar matahari langsung pada jarak 6 meter.
- d. Kemampuan speaker untuk menampilkan audio untuk semua alarm (*fault*, alarm gamma, alarm neutron, dan lain-lain) harus disediakan; audio harus disesuaikan dari bisu (audio cacat, tidak ada suara) menjadi minimal tiga tingkat antara 60 dan 90 dB (A) pada satu meter.
- e. Tombol "*silence*" dan tombol "*acknowledge*" harus ada. Tombol *silence* berfungsi untuk mensesnyapkan alarm dan tombol "*acknowledge*" berfungsi untuk me-*reset* alarm.
- f. Ukuran *remote anunsiator* tidak lebih besar dari 30 cm x 10 cm x 10 cm.
- g. *Remote anunsiator* terhubung (yaitu, bukan nirkabel) ke pilar utama dan mampu beroperasi pada jarak hingga 100 meter.
- h. Semua catu daya untuk anunsiator jauh harus datang dari PMR. Tidak ada sumber eksternal daya diijinkan.

## 6.11. Karakteristik listrik

### 6.11.1 Catu daya utama

- a. Peralatan ini harus dirancang untuk beroperasi pada arus bolak-balik (*Alternating Current, AC*) satu fase, tegangan 220 – 240 V dan 50 – 60Hz dan beroperasi dari induk dengan toleransi tegangan suplai + 10% - 15%
- b. PMR ini harus mampu beroperasi, termasuk menyimpan data pengukuran minimum 3 jam, jika terjadi kehilangan catu daya eksternal.
- c. Persyaratan kualitas daya harus sesuai dengan spesifikasi kinerja IEEE-519 dengan distorsi tegangan keluaran kurang dari 3%.

### 6.11.2. Catu daya cadangan

- a. PMR tersebut harus dilengkapi dengan kemampuan cadangan daya yang memungkinkan terus dan tidak terganggu yang beroperasi selama minimal 3 jam setelah hilangnya daya listrik eksternal.
- b. Beban pengisian penuh untuk UPS harus dimasukkan dalam perhitungan beban dasar untuk pemilihan dan menentukan ukuran komponen sistem kelistrikan internal PMR.
- c. Transisi dari AC ke baterai cadangan operasi PMR harus beralih secara otomatis tanpa interaksi atau inisiasi operator.
- d. PMR harus menunjukkan indikasi cadangan baterai melalui kendali dan sinyal ke stasiun analisa pusat:
  - Pemberitahuan jika terjadi transisi dari daya AC ke sistem cadangan
  - Pemberitahuan bahwa sistem backup 70% habis
  - Pemberitahuan transisi dari sistem cadangan ke daya AC
  - Pemberitahuan bahwa kekuatan cadangan habis dan PMR mati daya. Sistem *shutdown* PMR akan membuat pemadaman yang aman tanpa merusak baterai atau komponen lain dan akan mengirimkan pesan *shutdown*.
- e. Sistem UPS harus menyediakan kemampuan untuk memulai dan menyelesaikan sistem operasi pemadaman tanpa pengawasan untuk semua sistem komputer internal PMR dalam hal terjadi pemadaman listrik diperpanjang. *Shutdown* harus diselesaikan dengan tidak kurang dari 15 menit sesuai kapasitas baterai.
- f. Sistem UPS PMR harus menyediakan kemampuan pulih dari baterai cadangan sepenuhnya (yang otomatis habis dalam waktu 12 jam) setelah restorasi listrik AC dan tidak memerlukan intervensi manual untuk pulih dari kehilangan daya AC.
- g. Baterai harus dihubungkan dengan steker yang dapat dilepas yang umum untuk industri. Baterai tidak akan terhubung melalui koneksi permanen disolder atau lainnya.
- h. Baterai yang disediakan PMR tersebut harus disegel, anti bocor, bebas perawatan atau rendah pemeliharaan, misalnya penambahan air dan pemeliharaan sering lainnya tidak diperlukan.
- i. Baterai harus mudah diakses untuk penggantian mudah sesuai yang diperlukan. Baterai dapat dijadikan menjadi satu lokasi dengan unit UPS utama atau dipasang secara terpisah.
- j. Suhu baterai UPS harus dijaga di bawah suhu operasi maksimum ditentukan oleh produsen UPS.
- k. Terminal baterai harus ditutup untuk mencegah kontak tidak disengaja.

## **6.12 Persyaratan lingkungan**

Semua PMR harus dirancang untuk terus beroperasi 24 jam per hari, 7 hari per minggu dalam lingkungan luar dalam kondisi yang dijelaskan dalam Standar ini.

### **6.12.1 Temperatur**

Untuk operasi *outdoor*, PMR harus memenuhi persyaratan dalam IEC 62244 : 2006 Bagian 7.1, beroperasi disuhu lingkungan dari 0°C hingga +50°C. Perhatikan bahwa kisaran temperatur yang ditentukan di sini adalah lebih besar dari yang tercantum dalam IEC 62244 : 2006.

### **6.12.2 Kelembaban relatif**

- a. PMR harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam IEC 62244 : 2006 Bagian 10.2.1.
- b. Jika pemanasan aktif, *dehumidifier* dan/atau sistem pendingin digunakan, kondensasi yang dihasilkan oleh sistem pengaturan suhu/kelembaban harus dikumpulkan dan diarahkan di luar wadah.
- c. Mitigasi kelembaban pasif, jika digunakan, harus ekonomis dan mudah diganti.
- d. Akses ke bagian dalam wadah untuk tujuan *startup*, *shutdown*, operasi, diagnostik, kalibrasi atau perawatan pencegahan harus diminimalkan.
- e. Komponen elektronik harus dilindungi terhadap kondensasi kelembaban.
- f. PMR harus dapat beroperasi pada tingkat kelembaban relatif (RH) hingga 93 % RH pada suhu sekitar 40 °C.

### **6.12.3 Beban angin**

- a. PMR harus menahan beban angin, untuk semua konfigurasi mengatasi hembusan dan beban angin kontinyu.
- b. Desain dasar angin kontinyu yang digunakan dalam desain PMR tidak boleh kurang dari 39 meter/detik. Persyaratan dasar yang sesuai (kekuatan beton, kekuatan resistif) harus ditetapkan.

### **6.12.4 Gangguan elektromagnetik/frekuensi radio**

- a. PMR harus memenuhi persyaratan dalam meminimalkan gangguan frekuensi radio persyaratan ditentukan dalam IEC 62244 pasal 8.3.1.
- b. PMR harus memenuhi persyaratan dalam meminimalkan dampak emisi terpancar sebagaimana ditetapkan dalam IEC 62244, pasal 8.2.1.
- c. PMR harus tahan terhadap pelepasan elektrostatik sebagaimana ditentukan dalam IEC 62244, Bagian 8.5.1.
- d. PMR harus memenuhi persyaratan dalam meminimalkan dampak gangguan yang dilakukan sebagaimana ditentukan dalam IEC 62244, pasal 8.3.1.
- e. PMR harus memenuhi persyaratan dalam meminimalkan dampak lonjakan dan gelombang beresilasi sebagai ditentukan dalam IEC 62244, pasal 8.4.1.

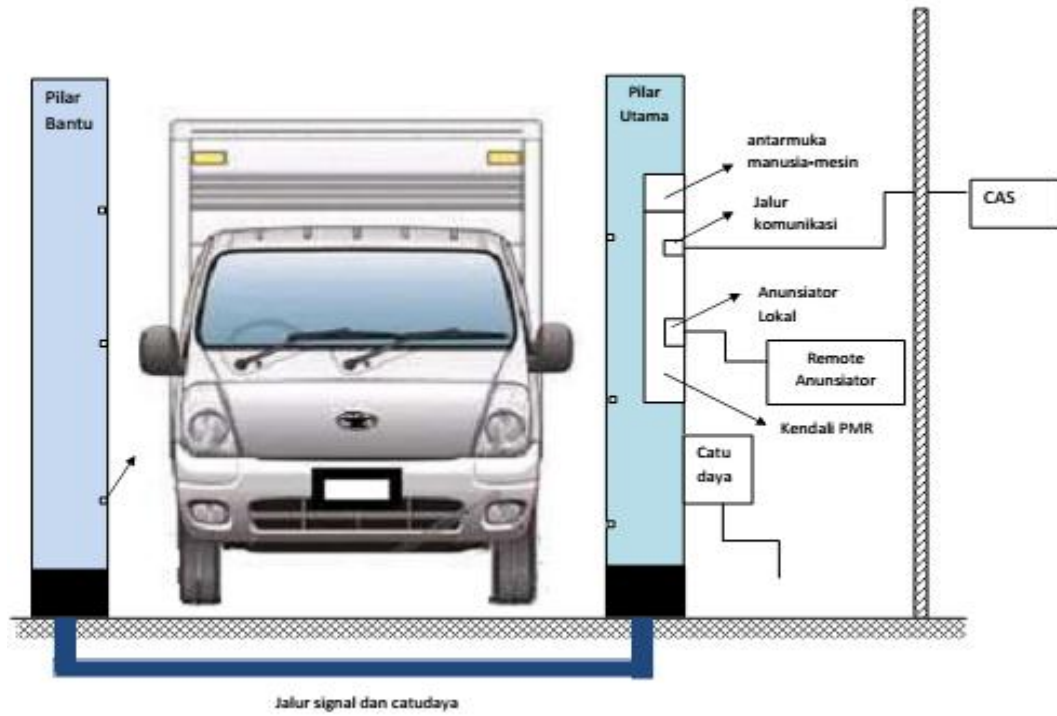
### 6.12.5 Kejut mekanik dan getaran

- a. PMR harus memenuhi persyaratan dengan meminimalkan dampak mikrofonik sebagaimana ditentukan dalam EIC 62244, pasal 9.2.1.
- b. PMR harus memenuhi persyaratan dengan meminimalkan dampak getaran sebagaimana ditentukan dalam dalam EIC 62244, pasal 9.3.1.

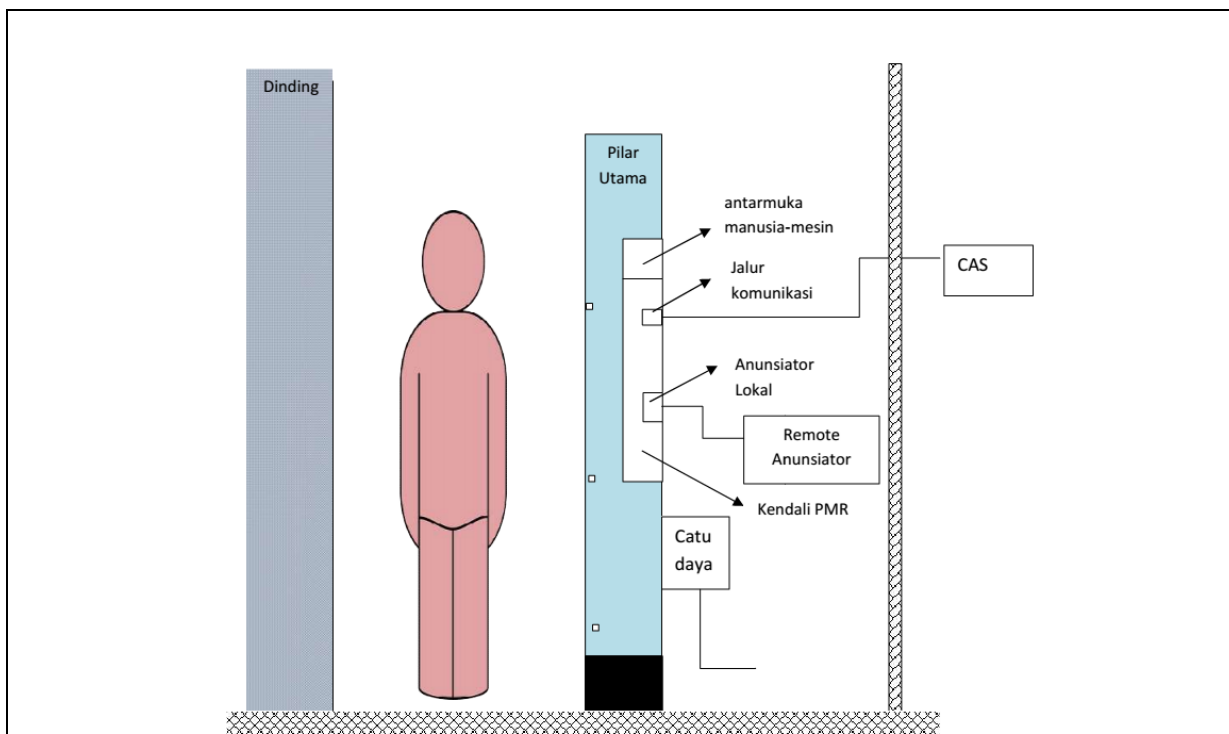
### 6.12.6 Wadah

- a. Wadah harus dinilai dengan IP56 atau lebih tinggi atau NEMA 4X, ANSI / IEC 60529-2004 dan/atau NEMA 250, termasuk semua koneksi dan penetrasi.
- b. Semua perangkat keras (pengencang, kunci, engsel, kait, dan lain-lain) harus kompatibel dengan bahan wadah dasar untuk mencegah korosi galvanik.
- c. Engsel dan kait operasi (*quarter turn*, *cam latch*, atau yang serupa), perangkat alat gerak harus digunakan pada kait wadah.
- d. Akses keluar dari PMR misalnya pintu penutup, harus dapat dikunci dan dibuka dengan anak kunci yang identik.
- e. Selubung depan harus berengsel dengan jumlah minimal pengencang atau kait untuk memenuhi spesifikasi tersebut.
- f. Saklar *tamper* (atau sejenisnya) harus dipasang pada semua pintu luar dan kabel dipasang secara seri sehingga sinyal dapat dikirim ke kendali jika salah satu dari saklar dipicu.
- g. Jika engsel eksternal yang digunakan, saklar *tamper* harus disediakan pada sisi pintu berengsel dan tidak berengsel.
- h. Ketika salah satu dari saklar *tamper* dipicu, anunsiator jarak jauh harus menunjukkan adanya kesalahan sistem dan pengendali akan menunjukkan kesalahan sistem *tamper*.
- i. Ketika pintu ditutup dan saklar *tamper* tidak dipicu, anunsiator dan kendali secara otomatis menunjukkan bahwa pintu tidak lagi terbuka.
- j. Untuk aplikasi kendaraan dan kargo, penutup depan PMR harus membuka menghadap sisi pengangkutan. Untuk aplikasi bagasi dan mobile, pintu harus berada di sisi berlawanan dari pengangkutan.

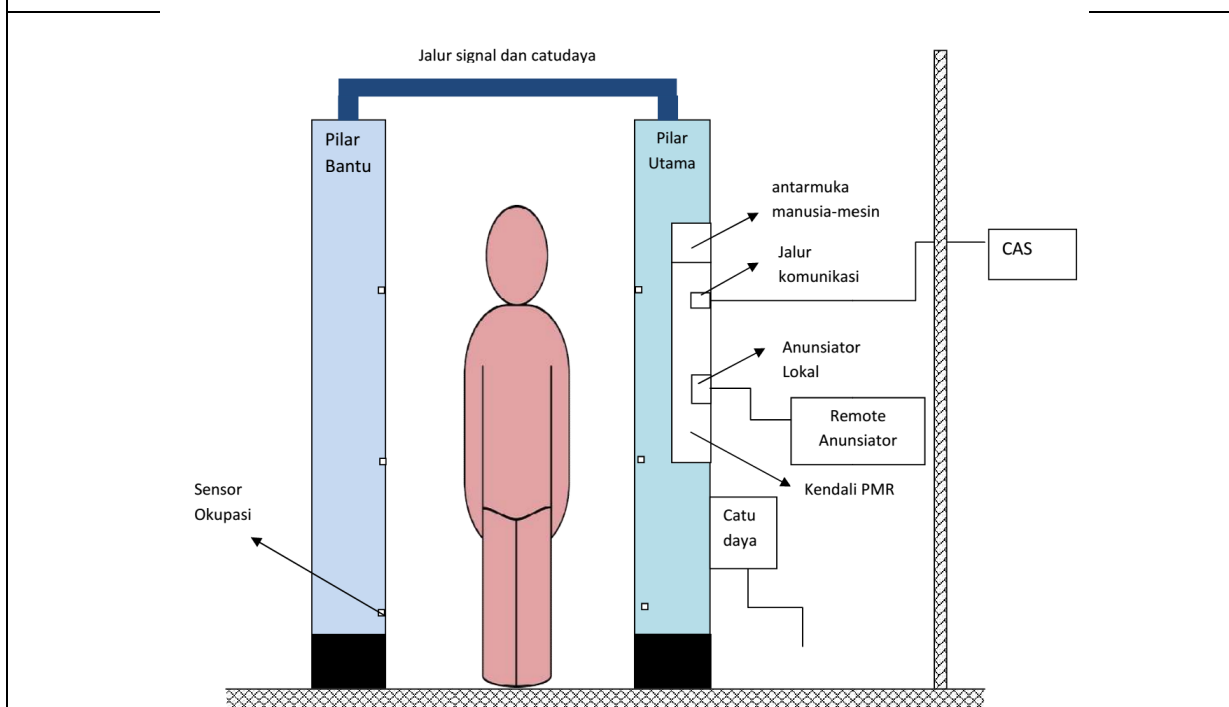
Lampiran A  
(Informatif)  
PMR aplikasi kendaraan



**Lampiran B**  
**(Informatif)**  
**PMR aplikasi pejalan kaki**



Detektor satu sisi



Detektor dua sisi

**Lampiran C**  
(informatif)  
**Bahan radioaktif penyebab alarm *innocent***

<b>Radionuklida medis umum</b>				
<sup>67</sup> Gallium	<sup>129</sup> Iodine	<sup>99m</sup> Techneium	<sup>131</sup> Iodine	<sup>111</sup> Indium
	<sup>133</sup> Xenon	<sup>123</sup> Iodine	<sup>201</sup> Thallium	<sup>125</sup> Iodine
<b>Bahan radioaktif alami ( NORM )</b>				
<sup>40</sup> K ,Uranium alami ( <sup>238</sup> U , <sup>226</sup> Ra ) ,Th alami ( <sup>232</sup> Th )				
<b>Radionuklida yang sering digunakan dalam industri dan penelitian</b>				
<sup>22</sup> Sodium	<sup>90</sup> Itrium	<sup>133</sup> Barium	<sup>32</sup> Fosfor	<sup>99</sup> Techneium
* <sup>137</sup> Cesium	<sup>47</sup> Kalsium	<sup>99m</sup> Techneium	<sup>147</sup> Promethium	<sup>58</sup> Cobalt
<sup>106</sup> Rutenium	<sup>153</sup> Gadolinium	* <sup>60</sup> Cobalt	<sup>103</sup> Palladium	* <sup>192</sup> Iridium
<sup>67</sup> Gallium	<sup>111</sup> Indium	<sup>197</sup> Mercury	<sup>75</sup> Selenium	<sup>123</sup> Iodine
<sup>201</sup> Thallium	<sup>81m</sup> Krypton	<sup>125</sup> Iodine	<sup>222</sup> Radon	<sup>88</sup> Itrium
<sup>129</sup> Iodine	* <sup>226</sup> Radium	<sup>89</sup> Strontium	<sup>131</sup> Iodine	<sup>238</sup> Plutonium
	* <sup>90</sup> Strontium	<sup>133</sup> Xenon	* <sup>252</sup> Californium	
<p>* Radionuklida tersebut digunakan terutama untuk terapi radiasi. Meskipun bahan-bahan radioaktif tersebut digunakan dalam pengobatan, namun tidak boleh ditemukan ketika seseorang dimonitor. Jika bahan-bahan radioaktif teridentifikasi dan terverifikasi pada seseorang tersebut, maka disarankan agar segera dilakukan penyelidikan</p>				

## **Bibliografi**

- *ANSI N42.35-2006, American National Standard for Evaluation and Performance of Radiation Detection Portal Monitors for Use in Homeland Security*
- *IEC 6224: 2006 first edition, Radiation protection instrumentation – Installed radiation monitors for the detection of radioactive and special nuclear materials at national borders*
- *IEC 60529: Ingress Protection (IP) standard*
- *IAEA-TECDOC-1312, Detection of Radioactive Materials at Borders*
- *ANSI N42.38-2006, American National Standard Performance Criteria for Spectroscopy-Based Portal Monitors Used for Homeland Security*
- *ASCE 7-10, Minimum Design Loads of Buildings and Other Structures*
- *ASTM D5894, Standard Practice for Cycle Salt Fog/UNDERVOLTAGE Exposure of Painted Metal*
- *IEEE 1100-2005, IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment*
- *NEPA-70E, Standard for Electrical Safety in Workplace*



**TIM PERUMUS STANDAR BATAN BIDANG REKAYASA  
DAN PEMBUATAN PERANGKAT NUKLIR TAHUN 2015**

(SK Ka BATAN No. 110/KA/IV/2015 Tanggal 29 April 2015)

- Agustinus Bayu Purnomo, M.Eng
- Drs. Pudji Sulisworo, M.Msi
- Tasih Mulyono, S.ST
- Joko Triyanto, MT
- Drs. Alvano Yulian, M.Si
- Dian Fitri Atmoko, ST
- Ikhsan Shobari, ST
- Ir. Agus Cahyono, M.Sc
- Wijono, ST
- Dra. Dewita
- Wagiman, SH
- Ika Wahyu Setya Andani, S.ST
- Sugiyarto, ST
- Ir. Uni Heryati
- Sujarwono
- Didik Setiaji
- Arif Yuniarto,ST

LEMBAR PENGESAHAN  
STANDAR BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
SB. 017-BATAN : 2015

Ditetapkan di Jakarta

pada tanggal 21 Desember 2015

KEPALA BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL,

  
DJAROT SULISTIO WISNUBROTO