



**KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA**

**LAMPIRAN I**

**PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 17 TAHUN 2012  
TENTANG  
KESELAMATAN RADIASI DALAM KEDOKTERAN NUKLIR**

**PROGRAM PROTEKSI DAN KESELAMATAN RADIASI**

Program proteksi dan keselamatan radiasi adalah salah satu persyaratan izin, merupakan dokumen yang dinamis, sangat terbuka untuk dimutakhirkan secara periodik. Pemutakhiran dilakukan baik atas inisiatif Pemegang Izin sendiri maupun melalui masukan yang disampaikan oleh BAPETEN.

Tujuan utama program proteksi dan keselamatan radiasi adalah menunjukkan tanggung jawab Pemegang Izin melalui penerapan struktur manajemen, kebijakan, dan prosedur yang sesuai dengan sifat dan tingkat risiko. Ketika inspeksi dilakukan di suatu fasilitas, dokumen program proteksi dan keselamatan radiasi menjadi salah satu topik diskusi antara Tim Inspeksi dengan Pemegang Izin, PPR dan Praktisi Medik.

Pedoman penyusunan program proteksi dan keselamatan radiasi yang rinci sesuai dengan jenis penggunaan Kedokteran Nuklir, akan dibuat secara tersendiri oleh BAPETEN.

Adapun sistematika secara umum dari program proteksi dan keselamatan radiasi yang akan disusun oleh PPR dalam suatu dokumen, meliputi:

**BAB I. PENDAHULUAN**

- I.1. Latar Belakang
- I.2. Tujuan
- I.3. Ruang Lingkup
- I.4. Definisi

BAB II. ORGANISASI PROTEKSI DAN KESELAMATAN RADIASI

- II.1. Struktur Organisasi
- II.2. Tanggung Jawab
- II.3. Pelatihan

BAB III DESKRIPSI FASILITAS, PERALATAN KEDOKTERAN NUKLIR DAN PERALATAN PENUNJANG, DAN PERLENGKAPAN PROTEKSI RADIASI

- III.1. Deskripsi Fasilitas
- III.2. Pembagian Daerah Kerja
- III.3. Deskripsi Peralatan Kedokteran Nuklir dan Peralatan Penunjang
- III.4. Deskripsi Perlengkapan Proteksi Radiasi

BAB IV. PROSEDUR PROTEKSI DAN KESELAMATAN RADIASI

- IV.1. Prosedur Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Operasi Normal
  - IV.1.1. Prosedur Pengoperasian Peralatan Kedokteran Nuklir
  - IV.1.2. Prosedur Pemantauan Paparan Radiasi
  - IV.1.3. Prosedur Penggunaan Perlengkapan Proteksi Radiasi
  - IV.1.4. Prosedur Proteksi dan Keselamatan Radiasi untuk Personil
  - IV.1.5. Prosedur Proteksi dan Keselamatan Radiasi untuk Pasien
  - IV.1.6. Prosedur Uji Keberterimaan dan Uji Komisioning
  - IV.1.7. Prosedur Penyimpanan radionuklida dan/atau Radiofarmaka
  - IV.1.8. Prosedur Pengangkutan Zat Radioaktif
  - IV.1.9. Prosedur Penanganan Limbah Radioaktif
- IV.2. Prosedur Kedaruratan

BAB V. REKAMAN DAN LAPORAN

- V.1. Keadaan Operasi Normal
- V.2. Keadaan Darurat

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd.

AS NATIO LASMAN



**KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA**

**LAMPIRAN II  
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 17 TAHUN 2012  
TENTANG  
KESELAMATAN RADIASI DALAM KEDOKTERAN NUKLIR**

**PROGRAM JAMINAN MUTU**

Program jaminan mutu adalah salah satu persyaratan izin, merupakan dokumen yang dinamis, sangat terbuka untuk dimutakhirkan secara periodik. Pemutakhiran dilakukan baik atas inisiatif Pemegang Izin sendiri maupun melalui masukan yang disampaikan oleh BAPETEN.

Tujuan utama program jaminan mutu adalah menunjukkan tanggung jawab Pemegang Izin melalui penerapan struktur manajemen, kebijakan, dan prosedur yang sesuai dengan sifat dan tingkat risiko. Ketika inspeksi dilakukan di suatu fasilitas, dokumen program jaminan mutu menjadi salah satu topik diskusi antara tim inspeksi dengan Pemegang Izin, Fisikawan Medis dan/atau Petugas Proteksi Radiasi, dan praktisi medik.

Program jaminan mutu yang rinci sesuai dengan jenis penggunaan sumber radioaktif dan pembangkit radiasi pengion di Instalasi Kedokteran Nuklir disusun oleh Fisikawan Medis dan/atau Petugas Proteksi Radiasi Instalasi Kedokteran Nuklir yang terkait. Sistematika secara umum dari program jaminan mutu meliputi:

- LEMBAR PENGESAHAN
- PERNYATAAN KEBIJAKAN MUTU
- DAFTAR ISI
- DEFINISI
- BAB I. PENDAHULUAN
- BAB II. PENGELOLA JAMINAN MUTU
  - II.1. Komite Jaminan Mutu
  - II.2. Tim Kendali Mutu

BAB III. KENDALI MUTU

III.1. Personil (Kualifikasi, Pendidikan dan Pelatihan)

III.2. Peralatan

III.3. Prosedur Pelayanan Kedokteran Nuklir

BAB V. DOKUMEN DAN REKAMAN

BAB V. AUDIT MUTU

BAB VII. KENDALI KETIDAKSESUAIAN DAN TINDAKAN PERBAIKAN

BAB VIII. PELAPORAN

BAB IX. PENUTUP

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd.

AS NATIO LASMAN



KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN III  
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 17 TAHUN 2012  
TENTANG  
KESELAMATAN RADIASI DALAM KEDOKTERAN NUKLIR

**TINGKAT PANDUAN AKTIVITAS RADIONUKLIDA  
UNTUK PASIEN DIAGNOSTIK**

<b>Prosedur Diagnosa</b>	<b>Radionuklida</b>	<b>Bentuk kimia</b>	<b>Aktivitas maksimum tiap prosedur (MBq)</b>
<i>Tulang</i>			
Pencitraan tulang	$^{99m}\text{Tc}$	Campuran fosfonat dan fosfat	600
Pencitraan tulang dengan <i>single photon emission computed tomography</i> (SPECT)	$^{99m}\text{Tc}$	Campuran fosfonat dan fosfat	800
Pencitraan sumsum tulang	$^{99m}\text{Tc}$	Koloid terlabel	400
<i>Otak</i>			
Pencitraan otak: permeabilitas (planar) <i>blood brain barrier</i> (BBB)	$^{99m}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$	500
	$^{99m}\text{Tc}$	Dietilene triamine penta-acetik acid (DTPA), atau gluko heptonat GH	500
Pencitraan otak: Permeabilitas BBB (SPECT)	$^{99m}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$	800

<b>Prosedur Diagnosa</b>	<b>Radionuklida</b>	<b>Bentuk kimia</b>	<b>Aktivitas maksimum tiap prosedur (MBq)</b>
	$^{99m}\text{Tc}$	DTPA, atau GH	800
Pencitraan otak: aliran darah <i>celebral</i> (SPECT)	$^{99m}\text{Tc}$	<i>Heksametil propilene amine oxime</i> (HM-PAO) atau <i>etil cysteinate dimer</i> (ECD)	700
Kisternografi	$^{111}\text{In}$	DTPA	40
<i>Lacrimal</i>			
Pengaliran Lacrimal	$^{99m}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$	4
		Koloid terlabel	4
<i>Tiroid</i>			
Pencitraan Tiroid	$^{99m}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$	100
	$^{123}\text{I}$	$\text{I}^-$	20
Scan seluruh tubuh untuk visualisasi metastase tiroid (setelah ablation)	$^{131}\text{I}$	$\text{I}^-$	370
Pencitraan paratiroid	$^{201}\text{Tl}$	Tl Klorida	80
<i>Paru-paru</i>			
Pencitraan ventilasi paru-paru	$^{99m}\text{Tc}$	DTPA-aerosol	80
Pencitraan perfusi paru-paru	$^{99m}\text{Tc}$		
	$^{99m}\text{Tc}$	Albumin manusia (macroaregates-MAA-atau microspheres)	100
Pencitraan perfusi paru-paru (dengan venografi)	$^{99m}\text{Tc}$	Albumin manusia (MAA-atau microspheres)	160

<b>Prosedur Diagnosa</b>	<b>Radionuklida</b>	<b>Bentuk kimia</b>	<b>Aktivitas maksimum tiap prosedur (MBq)</b>
Pencitraan paru-paru (SPECT)	$^{99m}\text{Tc}$	MAA	200
Hati dan Limpa			
Pencitraan hati dan limpa	$^{99m}\text{Tc}$	Koloid terlabel	80
Pencitraan sistem <i>biliary</i> fungsional	$^{99m}\text{Tc}$	Iminodicetates dan agen-agen yang sama	150
Pencitraan limpa	$^{99m}\text{Tc}$	Sel-sel darah merah terlabel yang didenaturasi	100
Pencitraan hati (SPECT)	$^{99m}\text{Tc}$	Koloid terlabel	200
<i>Cardiovascular</i>			
Studi aliran darah yang pertama kali lewat	$^{99m}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$	800
	$^{99m}\text{Tc}$	DTPA	800
	$^{99m}\text{Tc}$	Macroaggregated globulin 3	400
Pencitraan kantung darah (pencitraan gerbang keseimbangan)	$^{99m}\text{Tc}$	Sel darah merah terlabel	800
Studi pemeriksaan/pencitraan cardiac dan vascular	$^{99m}\text{Tc}$	Sel darah merah terlabel	800
Pencitraan miocardial daerah necrotic dalam fase akut	$^{99m}\text{Tc}$	Campuran fosfonat dan fosfat	600
Pencitraan miocardial	$^{99m}\text{Tc}$	Campuran yang merefleksikan perfusion myocardial	400

<b>Prosedur Diagnosa</b>	<b>Radionuklida</b>	<b>Bentuk kimia</b>	<b>Aktivitas maksimum tiap prosedur (MBq)</b>
	$^{201}\text{Tl}$	$\text{Tl}^+$ Klorida	100
Pencitraan miocardial (SPECT)	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	Campuran yang merefleksikan perfusion myocardial	800
<i>Perut, sistem gastrointestinal</i>			
Pencitraan perut/kelenjar ludah	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$	100
Pencitraan Meckel's diverticulum	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$	400
Pendarahan gastrointestinal	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	Koloid terlabel	400
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	Sel darah merah normal terlabel	400
Lintasan oesophageal dan reflux	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	Koloid terlabel	40
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	Campuran yang tidak dapat diserap	40
Pengosongan gastric	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	Campuran yang tidak dapat diserap	12
	$^{111}\text{In}$	Campuran yang tidak dapat diserap	12
	$^{113}\text{In}^m$	Campuran yang tidak dapat diserap	12

<b>Prosedur Diagnosa</b>	<b>Radionuklida</b>	<b>Bentuk kimia</b>	<b>Aktivitas maksimum tiap prosedur (MBq)</b>
<i>Ginjal, sistem saluran air seni dan adrenalin</i>			
Pencitraan saluran ginjal (renal):statis	$^{99m}\text{Tc}$	Asam dimercaptosuccinic	160
Pencitraan kelenjar ginjal (renal)/renografi	$^{99m}\text{Tc}$	DTPA, glukonat dan glukoheptonat	350
	$^{99m}\text{Tc}$	Macroaggregated globulin 3	100
	$^{123}\text{I}$	O-iodohippurate	20
Pencitraan adrenalin	$^{75}\text{Se}$	Selenorkolesterol	8
Lain-lain			
Pencitraan abses atau tumor	$^{67}\text{Ga}$	Sitrat	300
	$^{201}\text{Tl}$	Klorida	100
Pencitraan tumor	$^{99m}\text{Tc}$	Penta asam dimercaptosuccinic	400
Pencitraan tumor neuroectodermal	$^{123}\text{I}$	Meta-ido-benzyl guanidine	400
	$^{131}\text{I}$	Meta-ido-benzyl guanidine	20
Pencitraan node kelenjar getah bening	$^{99m}\text{Tc}$	Nanokoloid terlabel	80
Pencitraan abses	$^{99m}\text{Tc}$	Sel-sel putih terlabel exametazime	400
	$^{111}\text{In}$	Sel-sel putih terlabel	20
Pencitraan thrombus	$^{111}\text{In}$	Platelets terlabel	20

Catatan: umumnya aktivitas maksimal untuk tiap prosedur dapat bervariasi berdasarkan kondisi klinis pasien, pertanyaan klinis, protokol dan alat yang digunakan. Untuk pasien pediatrik, dosis harus dimodifikasi berdasarkan umur dan/atau berat pasien.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,  
ttd.  
AS NATIO LASMAN



KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN IV

PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 17 TAHUN 2012  
TENTANG  
KESELAMATAN RADIASI DALAM KEDOKTERAN NUKLIR

**REKOMENDASI  
JANGKA WAKTU UNTUK MENUNDA KEHAMILAN  
SETELAH TERAPI**

Jenis dan Bentuk Radionuklida	Penyakit	Aktivitas Maksimum (MBq)	Jangka Waktu Menghindari Kehamilan (bulan)
$^{198}\text{Au}$ -koloid	Kanker	10.000	2
$^{131}\text{I}$ -Iodium	<i>Tirotoksikosis</i>	800	4
$^{131}\text{I}$ -Iodium	Kanker tiroid	5.000	4
$^{131}\text{I}$ -MIBG ( <i>meta-iodobenzyl-guanidine</i> )	<i>Phaeochromocytoma</i>	5.000	4
$^{32}\text{P}$ -Fosfat	<i>Polycythemia</i>	200	3
$^{89}\text{Sr}$ -klorida	Metastasis tulang	150	24
$^{90}\text{Y}$ -koloid	Peradangan sendi	400	0
$^{90}\text{Y}$ -koloid	Kanker	4.000	1
$^{169}\text{Er}$ -koloid	Peradangan sendi	400	0
$^{153}\text{Sm}$ -EDTMP ( <i>ethylene-diamine-tetramethylene-phosphonic-acid</i> )	Metastasis tulang	5.550	24

Kehamilan harus dihindari untuk jangka waktu yang ditunjukkan dalam kolom empat, bahkan juga berlaku jika aktivitas yang diberikan lebih kecil dari yang ditunjukkan dalam kolom tiga. Radionuklida dan/atau Radiofarmaka selain yang

ada ...

ada di tabel, jangka waktu untuk menghindari kehamilan agar disesuaikan dengan batas keselamatan Radionuklida dan/atau Radiofarmaka terkait.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd.

AS NATIO LASMAN



KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN V  
PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 17 TAHUN 2012  
TENTANG  
KESELAMATAN RADIASI DALAM KEDOKTERAN NUKLIR

**REKOMENDASI  
PENGHENTIAN PEMBERIAN AIR SUSU IBU  
SETELAH PEMBERIAN RADIOPARMAKA**

Radiofarmaka	Aktivitas yang diberikan dalam MBq (mCi)	Perlu saran dokter	Jangka Waktu
<b>Radiofarmaka Kelas A</b>			
Ga-67 Sitrat	185 (5,0)	Ya	Berhenti
Tc-99m DTPA	740 (20)	Tidak	
Tc-99m MAA	148(4)	Ya	12 jam
Tc-99m Pertenitat	185(5)	Ya	4 jam
I-131 NaI	5.550 (150)	Ya	Berhenti
<b>Radiofarmaka Kelas B</b>			
Cr-51 EDTA	1,85 (0,05)	Tidak	
Tc-99m DISIDA	300 (8)	Tidak	
Tc-99m glukoheptonat	740 (20)	Tidak	
Tc-99m HAM	300 (8)	Tidak	
Tc-99m MIBI	1.110 (30)	Tidak	
Tc-99m MDP	740 (20)	Tidak	
Tc-99m PYP	740 (20)	Tidak	
Tc-99m RBC in vivo radiolabelling	740 (20)	Ya	12 jam
Tc-99m RBC in vitro radiolabelling	740 (20)	Tidak	

Tc-99m Koloid Sulfur	444 (20)	Tidak	
In-111 WBC	0,5 (18,5)	Tidak	
I-123 NaI	14,8 (0,4)	Ya	Berhenti
I-123 OIH	74 (2)	Tidak	
I-123 mIBG	370 (10)	Ya	48 jam
I-125 OIH	0,37 (0,01)	Tidak	
I-131 OIH	11,1 (0,3)	Tidak	
TI-201	111 (3)	Ya	96 jam
Tc-99m DTPA Aerosol	37 (1)	Tidak	
<b>Radiofarmaka Kelas C</b>			
Tc-99m WBC	185 (5)	Ya	48 jam
Tc-99m MAG3	370 (10)	Tidak	
Xe-133 gas		Tidak	

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd.

AS NATIO LASMAN



**KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA**

**LAMPIRAN VI**

**PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 17 TAHUN 2012  
TENTANG  
KESELAMATAN RADIASI DALAM KEDOKTERAN NUKLIR**

**KRITERIA FASILITAS PENYIMPANAN DAN PENYIAPAN RADIOFARMAKA**

**1. Pendahuluan**

Fasilitas penyiapan dan penyimpanan Radiofarmaka harus memiliki proteksi yang baik terhadap pekerja, dan lingkungan hidup. Persyaratan fasilitas tergantung pada kategori laboratorium. Fasilitas harus disesuaikan dengan sifat Radiofarmaka dan dikondisikan sehingga Radiofarmaka yang diberikan melalui injeksi tetap steril. Penyiapan Radiofarmaka juga memerlukan prosedur kendali mutu. Tempat untuk menerima dan menyimpan sumber radioaktif, dan tempat penyimpanan sementara limbah radioaktif harus ada.

Pekerja harus terlindung dari bahaya radiasi. Setiap fasilitas harus didisain untuk meminimalkan timbulnya bahaya radiasi eksternal, dan bahaya radiasi internal akibat masuknya Radiofarmaka melalui saluran pencernaan maupun pernafasan, terutama untuk Radiofarmaka yang mudah menguap. Selama penyiapan Radiofarmaka harus dicegah timbulnya kontaminasi yang tidak diinginkan. Kontaminasi tersebut dapat berupa kontaminasi bahan kimia, radionuklida, partikulat, dan mikrobiologi.

Lingkungan juga harus diproteksi dari pelepasan radionuklida yang berasal dari Radiofarmaka. Sebagian besar sumber radioaktif yang ditangani dalam bentuk sumber terbuka berpotensi menyebabkan kecelakaan dan tumpahan.

**2. Kriteria Dasar Desain Fasilitas**

Tata ruang Instalasi Kedokteran Nuklir harus memungkinkan alur kerja yang baik dan menghindari pengangkutan zat radioaktif yang tidak semestinya ke dalam Instalasi Kedokteran Nuklir. Perhatian utama harus diberikan pada lokasi Instalasi Kedokteran Nuklir terkait dengan fasilitas lain di sekitarnya. Dalam hal penggunaan ruangan di sekitar Instalasi Kedokteran Nuklir, tingkat

radioaktivitas yang tinggi merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan, contohnya ruang kamera gamma, daerah ruang tunggu pasien, dan kantor. Penting pula untuk mempertimbangkan apakah terdapat daerah kerja di atas atau di bawah Instalasi Kedokteran Nuklir, dengan tujuan untuk menghindari Paparan Radiasi yang tidak perlu terhadap orang yang bekerja di daerah tersebut. Dalam keadaan apapun, akses ke dalam ruang Radiofarmaka harus dibatasi. Untuk pertimbangan keamanan, Instalasi Kedokteran Nuklir harus dapat dikunci.

Keseluruhan permukaan dari ruang Radiofarmaka, yaitu dinding, lantai, bangku, meja, kursi, harus dibuat licin, dengan bahan yang kedap dan tidak mudah menyerap cairan, sehingga mudah untuk dibersihkan dan mudah didekontaminasi. Permukaan lantai dan bangku harus menyatu dan melekat pada dinding untuk menghindari akumulasi kotoran atau kontaminasi.

Proteksi Radiasi membutuhkan perisai yang terbuat dari timbal atau bahan padat sejenisnya. Perisai dapat menyatu dengan dinding ruangan secara keseluruhan atau dapat dipasang pada sisi tertentu yang memiliki laju dosis tertinggi. Hal ini berarti bahwa lantai, kursi, dan permukaan tempat kerja lain harus cukup kuat untuk menahan beban perisai. Hal yang sangat penting adalah laju dosis di luar ruangan, khususnya di daerah di mana publik dapat mengakses daerah tersebut, harus di bawah nilai batas yang diizinkan. Tempat generator  $^{99m}\text{Tc}$  membutuhkan pertimbangan yang hati-hati. Meskipun generator  $^{99m}\text{Tc}$  memiliki perisai internal, perisai eksternal tambahan mungkin juga diperlukan. Penambahan tersebut tergantung kepada besarnya aktivitas molybdenum.

Jenis-jenis Radiofarmaka yang disiapkan akan mempengaruhi skala dan kompleksitas dari fasilitas yang diperlukan, dan memerlukan ketepatan dalam penggunaannya. Fasilitas harus dipantau secara teratur dan harus dipelihara dalam keadaan bersih dan teratur.

## **2.1. Fasilitas Tingkat Dasar (*Basic Facilities*)**

Fasilitas Instalasi Kedokteran Nuklir tingkat dasar hanya menyiapkan Radiofarmaka dengan menggunakan  $^{99m}\text{Tc}$  generator dan perlengkapannya. Jenis generator yang paling umum digunakan adalah Molybdate-99 ( $^{99}\text{Mo}$ ), yang diserap ke dalam kolom aluminium. Technitium-99m ( $^{99m}\text{Tc}$ ) dielusi dari generator. Elusi dilakukan dengan menggunakan tabung kecil kosong steril

terhadap ...

terhadap  $^{99m}\text{Tc}$  yang dihasilkan dari generator sehingga pekerja tidak harus sedekat mungkin dengan generator selama proses elusi berlangsung. Selain itu, dapat juga digunakan teknik ekstraksi larutan. Penyiapan Radiofarmaka di fasilitas dasar terdiri atas penambahan larutan *sodium pertechnetate* yang dielusi dari generator ke dalam perlengkapan tabung kecil yang steril untuk menghasilkan Radiofarmaka yang dibutuhkan. Proses sterilisasi biasanya dilakukan pada bagian akhir penyiapan Radiofarmaka.

## **2.2. Fasilitas Tingkat Menengah (*Advance Facilities*)**

Fasilitas Instalasi Kedokteran Nuklir tingkat menengah membutuhkan filter untuk menyaring aliran udara yang akan menuju ke dalam daerah kerja. Penggabungan lemari/kabinet dengan filter *High Efficiency Particle Arrestance (HEPA)* yang berefisiensi tinggi akan mengurangi kontaminasi udara sampai pada tingkat yang dapat diterima di dalam daerah kerja. Perlengkapan tambahan tertentu diperlukan untuk memberikan suatu lingkungan bersih yang sesuai untuk pemrosesan bahan Radiofarmaka. Standar jumlah partikel maksimum yang diizinkan (telah dipublikasikan di Eropa dan Amerika) adalah 3500 partikel per meter kubik, dengan ukuran partikel antara 0,5  $\mu\text{m}$  sampai dengan 5  $\mu\text{m}$ . Permukaan bagian dalam lemari harus dibuat dari bahan kedap air yang mudah dibersihkan dan tidak rusak akibat penggunaan desinfektan atau larutan dekontaminasi.

Aliran udara tidak boleh diarahkan langsung ke tempat pekerja. Hal ini dapat dicapai dengan mengalirkan udara secara vertikal langsung melalui kisi-kisi berdasarkan daerah kerja. Cara ini akan mencegah keluar masuknya udara melewati pekerja. Hal ini mengharuskan adanya keseimbangan aliran udara yang disirkulasi ulang keluar ke atmosfer. Aliran udara akan diarahkan ke dalam kabinet, sehingga akan memberikan proteksi terhadap pekerja dari zat radioaktif yang mudah menguap atau berbentuk aerosol. Salah satu alternatif adalah menggunakan filter udara di tempat kerja secara menyeluruh, dan melengkapi pekerja dengan sarung tangan. Sistem ini memberikan perlindungan pekerja dari kontaminasi radioaktif berbentuk airbon pada saat tekanan di dalam ruangan lebih rendah daripada di luar. Udara yang dialirkan menuju lingkungan luar harus melalui filter yang mencegah terlepasnya partikulat radioaktif (seperti aerosol) ke lingkungan.

Perhatian harus diberikan untuk menempatkan tempat kerja yang sesuai dengan kondisi pekerjaan. Jika lingkungan di luar tiba-tiba mengandung konsentrasi kontaminasi partikulat yang tinggi dari partikel (termasuk mikrobiologi), maka kemungkinan masuknya kontaminan ke dalam tempat kerja akan meningkat. GMP (*Good Manufacturing Practice*) mempersyaratkan petugas untuk membersihkan ruangan tempat kerja dengan menyaring udara dalam ruangan dan akses ke dalam ruang tersebut harus dikendalikan. Pekerja harus memakai pakaian pelindung, untuk melindungi diri dari kontaminasi radioaktif dan juga untuk mengurangi jumlah partikel yang menyebar ke lingkungan, terutama dari kulit, rambut, dan pakaian. Adanya ruang ganti terpisah yang memiliki pembatas atau alat pembatas lain merupakan cara yang sangat berguna untuk mengendalikan akses ke dalam ruangan.

Barang-barang yang berukuran kecil se bisa mungkin harus disimpan dalam laboratorium untuk mengurangi akumulasi kotoran dan kontaminasi radioaktif. Bahan dan perlengkapan untuk penyiapan Radiofarmaka dapat dimasukkan ke dalam laboratorium melalui suatu lubang antar ruang (*hatch*) bila diperlukan.

Meskipun Instalasi Kedokteran Nuklir dilengkapi berbagai fasilitas untuk mencuci tangan dan pembuangan limbah radioaktif cair, perhatian harus diberikan pada saluran pembuangan karena di tempat tersebut terjadi akumulasi kontaminan mikrobiologi. Alat penyemprot untuk dekontaminasi terhadap pekerja tidak boleh digunakan dalam waktu yang lama, karena dapat menyebarkan kontaminasi radioaktif ke bagian-bagian tubuh yang lain khususnya mata. Dalam situasi dimana aktivitas tingkat tinggi ditangani, dapat dipertimbangkan untuk menyediakan fasilitas pencucian mata.

Radiofarmaka membutuhkan peralatan setidaknya 1 (satu) isotop kalibrator (*curie meter*) sehingga aktivitas seluruh radionuklida dapat diukur secara akurat. Selain itu, isotop kalibrator (contohnya  $^{137}\text{Cs}$ ) diperlukan untuk memastikan kehandalan kalibrator.

Daerah penyimpanan diperlukan untuk zat radioaktif, sebagaimana untuk komponen-komponen non radioaktif yang digunakan dalam penyiapan Radiofarmaka. Daerah ini membutuhkan perisai yang sesuai untuk jenis Radiofarmaka yang sedang dipersiapkan, serta lemari pendingin bila diperlukan. Kemudian dibutuhkan juga tempat penyimpanan untuk

Radiofarmaka yang mudah terbakar, seperti pelarut yang digunakan dalam prosedur kendali mutu.

### **2.3. Fasilitas Tingkat Tinggi (*more Advance Facilities*)**

Penanganan Radiofarmaka mudah menguap, seperti  $^{131}\text{I}$ , yang harus dilakukan dalam lemari asam (*fume hood*), dengan aliran udara mengalir menjauhi posisi pekerja. Kecepatan alirannya tidak kurang dari 0,5 m/detik, untuk memberikan perlindungan kepada pekerja. Udara dialirkan ke atmosfer, dan pemasangan saluran *exhaust* harus dilakukan dengan hati-hati untuk menjamin bahwa *exhaust* tersebut dapat mengeluarkan kotoran udara.

Saat pelabelan darah dilakukan, sangat penting untuk melindungi pekerja dan sampel darah lain dalam Radiofarmaka dari kontaminasi darah yang dilabel. Hal itu dapat dicapai dengan pemisahan tempat pelabelan yang dapat dibersihkan sewaktu-waktu, dan dapat dilakukan desinfektan setelah proses labeling darah sehingga meminimalisasi kemungkinan kontaminasi satu sampel darah dengan yang lainnya.

Dalam rancangan umum suatu Instalasi Kedokteran Nuklir sebaiknya diperhatikan jalur masuk, alur keluar masuk pasien dan staf harus dipisahkan dari jalur masuk, serta alur keluar masuk zat radioaktif.

### **2.4. Fasilitas untuk Penyiapan Kit**

Di fasilitas penyiapan kit, dibutuhkan ruang tambahan yang berbeda dengan ruang yang digunakan untuk menangani zat radioaktif. Untuk menangani bahan non radioaktif dan tidak berbahaya, diperlukan kabinet yang di dalamnya mengalir udara secara horizontal dari belakang kabinet, di atas bahan yang sedang diproses, dan mengarah pada tempat pekerja. Disain tersebut memberikan tingkat perlindungan yang tinggi terhadap kontaminasi bahan non radioaktif dan tidak berbahaya tersebut. Namun, disain seperti itu tidak sesuai untuk penanganan zat radioaktif.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd.

AS NATIO LASMAN



KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN VII

PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR  
NOMOR 17 TAHUN 2012  
TENTANG  
KESELAMATAN RADIASI DALAM KEDOKTERAN NUKLIR

**TANDA RADIASI DAN POSTER PERINGATAN BAHAYA RADIASI**

Contoh tanda Radiasi yang benar sebagai berikut:



atau



Tanda Radiasi harus dipasang pada pintu ruangan Kedokteran Nuklir, dengan ketentuan:

- 1). menempel secara permanen;
- 2). memiliki 2 (dua) warna yang kontras;
- 3). dapat dilihat dengan jelas dan teridentifikasi pada jarak 1 m (satu meter);  
dan
- 4). memuat tulisan "**AWAS RADIASI**", dan "**PERHATIAN: AWAS RADIASI**", atau kalimat lain yang memiliki arti sama.

KEPALA BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR,

ttd

AS NATIO LASMAN