

SISTEM KESELAMATAN FASILITAS IRADIASI

Muhammad Fajar Sanjaya, S.ST

Pelatihan Petugas Iradiator

Direktorat Pengembangan Kompetensi BRIN

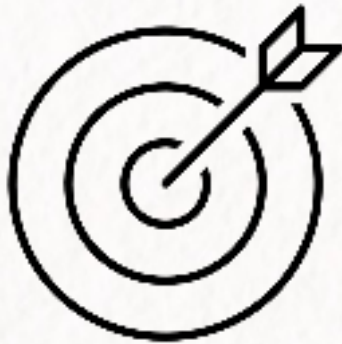
BIODATA



M **Fajar** Sanjaya
muha169@brin.go.id

- **Affiliasi**
 - Kelompok Riset Proses Radiasi Nanomedisin –Pusat Riset Proses Radiasi – ORTN BRIN, 2022 – Sekarang (Fokus riset pada pembuatan dosimeter berbahan nanomaterial)
 - PAIR – BATAN 2017-2022
- **Pendidikan**
 - Sedang melanjutkan studi S2 di Ilmu Material, UI.
 - Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN 2009
- **Pelatihan**
 - 2019 RCA KAERI COURSE ON Radiation Technology And Its Applications
 - 2020 RCA/iTRS-HYU Radiation Safety Training Course

TUJUAN PEMBELAJARAN



- Peserta dapat memahami kategori irradiator
- Peserta dapat memahami persyaratan desain irradiator
- Peserta dapat memahami sistem keselamatan pada irradiator
- Peserta dapat memahami dan menerapkan kewajiban personel di fasilitas

LATAR BELAKANG



Berkembangnya teknologi aplikasi isotop dan radiasi untuk penelitian dan komersial,



Melibatkan personel, instrumen dan lingkungan di sekitar fasilitas iradiasi,



Sistem Keselamatan iradiator perlu diperhatikan untuk mengupayakan keselamatan dan kesehatan kerja serta proteksi radiasi personel, instrumen dan lingkungan,

ACUAN NORMATIF



GSR-3 (General Safety Requirements)



SSG-8 (Specific Safety Guide)



**PERKA BAPETEN 3 Tahun 2020
(Pengganti PERKA BAPETEN
No. 11/Ka-BAPETEN/VI-99)**



Laporan Verifikasi Keamanan Sumber Radiasi Irradiator

Laporan Verifikasi & Keselamatan Radiasi Irradiator

Program Proteksi Keselamatan Radiasi Irradiator

POKOK BAHASAN

KATEGORI
IRADIATOR

PERSYARATAN
DESAIN

FILOSOFI
KESELAMATAN

SISTEM
KESELAMATAN
IRADIATOR

KEWAJIBAN
INTERNAL
FASILITAS
IRADIASI

ADA BERAPA KATEGORI IRADIATOR GAMMA?

1

KATEGORI IRADIATOR

KATEGORI IRADIATOR GAMMA

Kategori I

Kategori II

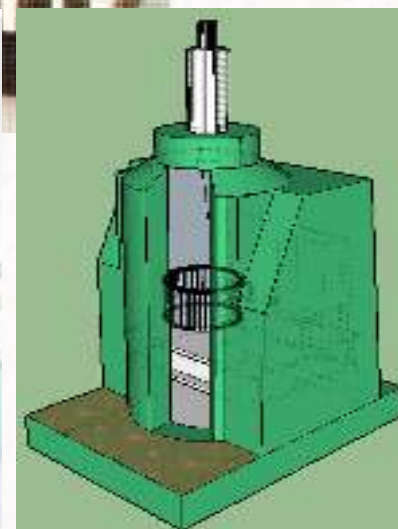
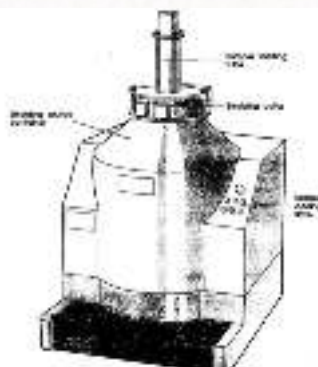
Kategori III

Kategori IV

KATEGORI IRADIATOR GAMMA

Kategori I

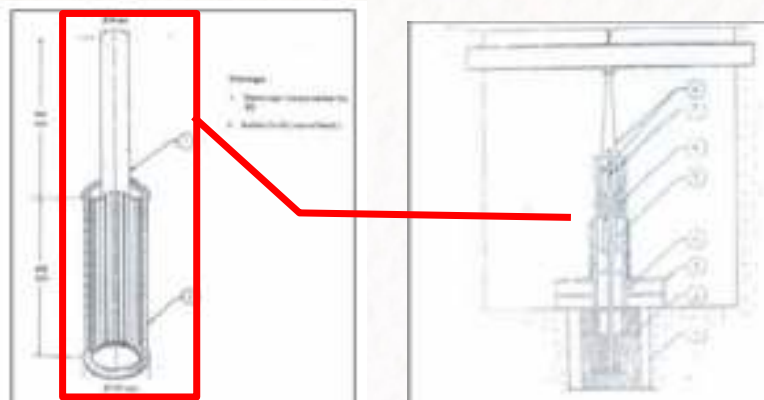
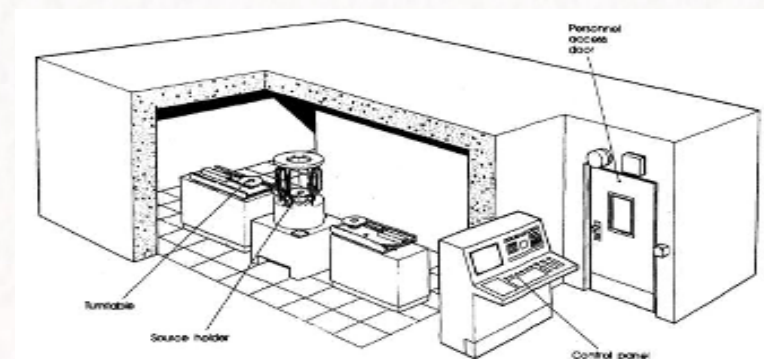
- Sumber Terbungkus
- Terkungkung kontainer
- Akses ke area iradiasi sangat terbatas
- Objek Radiasi dimasukan ke tempat iradiasi
- Contoh: Gamma Cell 220, Gamma Chamber 400 A



KATEGORI IRADIATOR GAMMA

Kategori II

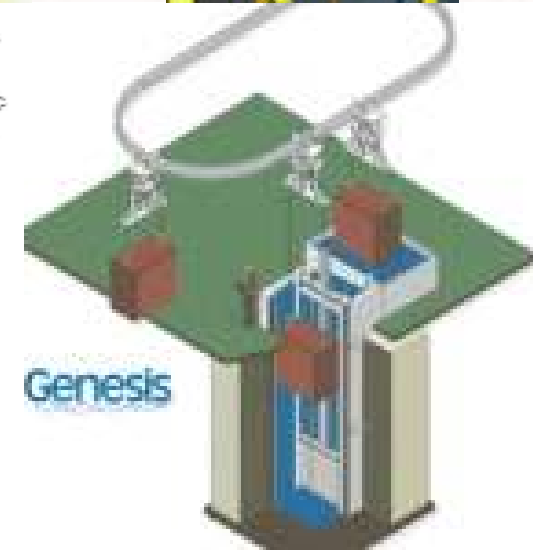
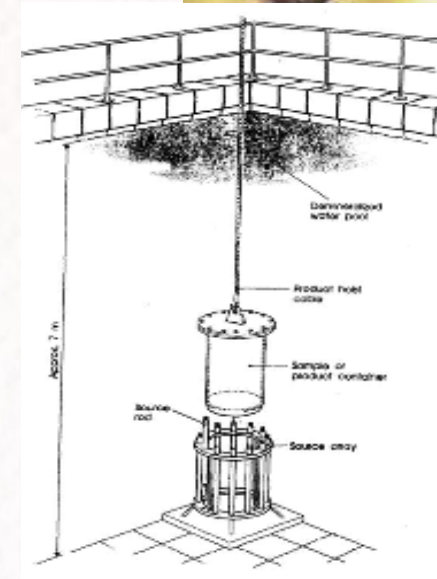
- Sumber Terbungkus
- Terwadah khusus bila (tidak) digunakan
- Akses ke area iradiasi sangat terbatas
- Sumber radiasi dikeluarkan dari wadah/media
- Contoh: IRPASENA



KATEGORI IRADIATOR GAMMA

Kategori III

- Sumber Terbungkus
- Tersimpan didalam media penahan radiasi berupa air
- Akses ke area iradiasi, dengan sistem pengawasan khusus
- Objek Radiasi dimasukan ke media



KATEGORI IRADIATOR GAMMA

Kategori IV

- Sumber Terbungkus
- Tersimpan dalam media penahan radiasi berupa air
- Akses ke area iradiasi, dengan system pengawasan khusus
- Sumber Radiasi dikeluarkan dari media
- Contoh: IRKA, IGMP



2

PERSYARATAN DESAIN

PERSYARATAN DESAIN



**BANGUNAN
IRADIATOR**



**DIRANCANG BERDASARKAN LAJU PAPARAN RADIASI
MAKSIMAL DAN MAKSIMUM KAPASITAS**



PENAHAN RADIASI

Penahan Radiasi dapat berupa dinding/beton/air harus cukup tebal & padat untuk cegah radiasi bocor. Dinding ini juga harus menjamin dosis untuk pekerja dan masyarakat aman.



MEMPERTIMBANGKAN FAKTOR TAPAK IRADIATOR

Dirancang dengan memperhitungkan hasil penyelidikan tanah, perhitungan beban konstruksi, beban gempa, dan bebas banjir; dan dilengkapi dengan instrumentasi yang dapat memperingatkan terjadinya kejadian gempa sehingga dapat menonaktifkan pengoperasian Iradiator.

PERKA BAPETEN 3 Tahun 2020

KESELAMATAN RADIASI DALAM PENGGUNAAN IRADIATOR UNTUK IRADIASI

PERSYARATAN DESAIN



AKSES DAN INTERLOCK

Pintu akses ruang iradiasi terkunci otomatis bila sumber aktif, dilengkapi alarm & monitor radiasi.



RUANG KENDALI

- a. indikator status sistem keselamatan;
- b. tombol penghenti darurat (emergency stop button);
- c. kunci tunggal yang selalu terhubung dengan alat monitor radiasi portabel;
- d. indikator status sumber radiasi; dan
- e. monitor radiasi

Komponen kritis pada ruangan kendali harus terhubung dengan **catu daya bebas gangguan**

PERKA BAPETEN 3 Tahun 2020

KESELAMATAN RADIASI DALAM PENGGUNAAN IRADIATOR UNTUK IRADIASI

PERSYARATAN DESAIN



RUANG IRADIASI

- a. pengatur waktu tunda;
- b. peralatan penghenti darurat (*emergency stop device*); dan
- c. pintu keluar darurat.



SISTEM VENTILASI

Sistem ini dimaksudkan untuk menangani gas ozone yang terbentuk akibat adanya radiolysis udara oleh radiasi



SISTEM PEMADAM KEBAKARAN

Sistem ini harus diletakan di luar ruangan iradiasi sehingga dapat diaktifkan oleh personel tanpa harus masuk ke ruang iradiasi

PERKA BAPETEN 3 Tahun 2020

KESELAMATAN RADIASI DALAM PENGGUNAAN IRADIATOR UNTUK IRADIASI

SIAPA YANG BERTANGGUNG JAWAB TERHADAP KESELAMATAN PADA FASILITAS?

3

Filosofi Keselamatan

Filosofi Keselamatan

PENERAPAN PRINSIP PERTAHANAN BERLAPIS

- TK. I Mencegah penyimpangan pada operasi normal
- TK. II Mendeteksi dan merespon penyimpangan
- TK. III Mengurangi dampak bila terjadi kecelakaan

REDUDANSI

- Menyediakan lebih dari 1 sistem/peralatan keselamatan
- Jika salah satu gagal, yang lain masih dapat menjaga fungsi keselamatan

KERAGAMAN

- Menggunakan jenis atau teknologi yang berbeda untuk fungsi yang sama.
- Tujuannya agar kalau satu jenis gagal, sistem lain dengan cara kerja berbeda masih bisa jalan.

GSR-3 (General Safety Requirements)

Radiation Protection and Safety of Radiation Source: International Basic Safety Standards

Filosofi Keselamatan

INDEPENDENSI

- Sistem keselamatan harus terpisah secara fisik dan fungsional agar tidak saling memengaruhi jika terjadi kegagalan.

SISTEM ELEKTRONIK TERPROGRAM

- Menghindari perubahan parameter system
- Perlu aktivasi otoritas untuk perubahan sistem

ANALISIS KESELAMATAN

- Melakukan analisis-analisis anomali yang mungkin terjadi
- Memperhitungkan segala keandalan prosedur dan konsekuensi
- Pendokumentasian analisis untuk pelaporan

GSR-3 (General Safety Requirements)

Radiation Protection and Safety of Radiation Source: International Basic Safety Standards

4

SISTEM KESELAMATAN

SISTEM KESELAMATAN

- Sistem keselamatan merupakan kumpulan parameter untuk pengupayaan mencapai suatu tujuan dalam keadaan selamat
- Sistem keselamatan ini didesain untuk memberikan perlindungan menyeluruh baik bagi pekerja, produk/peralatan dan lingkungan sekitar.



Proteksi Radiasi



K3

SISTEM KESELAMATAN

PROTEKSI RADIASI

**DESAIN SUMBER
RADIOAKTIF**

**DESAIN WADAH SUMBER
RADIOAKTIF**

PENAHAN RADIASI

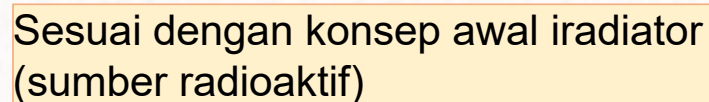
**AKSES MENUJU RUANG
IRADIASI**



Proteksi Radiasi

PROTEKSI RADIASI

DESAIN SUMBER RADIOAKTIF



Pabrikan dan pengguna saling mengetahui sifat dan efek dari sumber radiasi (material desain, ketahanan desain dan kapasitas desain)

Adanya klausul pengadaan dan pelimbahan pasca guna

Penjaminan sumber radioaktif selalu terperisai



SISTEM KESELAMATAN

PROTEKSI RADIASI

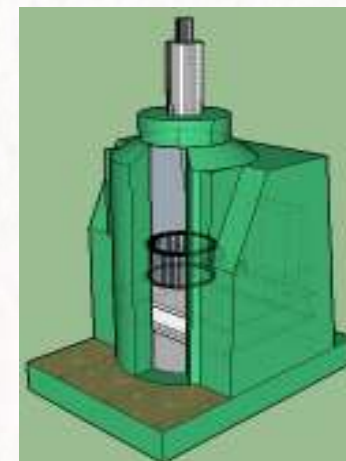
DESAIN WADAH SUMBER RADIOAKTIF



Sesuai dengan konsep awal iradiator (sumber radioaktif)

Pabrikan dan pengguna saling mengetahui sifat dan efek dari wadah sumber radiasi (spesifikasi, material desain, ketahanan desain, kapasitas desain)

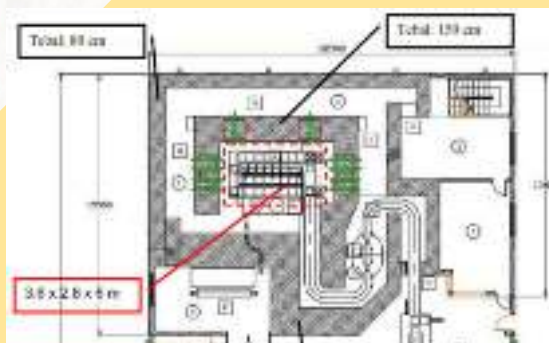
Pemahaman tujuan penggunaan wadah sumber radiasi



Proteksi Radiasi

SISTEM KESELAMATAN

PROTEKSI RADIASI



PENAHAN RADIASI

Sesuai dengan konsep awal iradiator (sumber radioaktif)

Sesuai dengan prinsip proteksi radiasi (desain, material)

Konsep penahan dapat digunakan secara berkelanjutan (terkait biaya, modifikasi kapasitas sumber)

Diperlukan verifikasi kualitas penahan dengan pengujian



SISTEM KESELAMATAN

PROTEKSI RADIASI



AKSES MENUJU RUANG IRADIASI

Sesuai dengan konsep awal iradiator (sumber radioaktif)

Diterapkan *interlock system* menuju ruang iradiasi

Untuk proteksi personel, instrumen dan kondisi abnormal

Mematikan sistem utama secara menyeluruh

Memperhatikan faktor keselamatan & keamanan sumber radiasi



Proteksi Radiasi

SISTEM KESELAMATAN

KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

**KEHANDALAN SISTEM
PENGENDALIAN**

SISTEM SIRKULASI UDARA

**SISTEM KESELAMATAN
PENDUKUNG**



K3

SISTEM KESELAMATAN

KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

KEHANDALAN SISTEM PENGENDALIAN



Sesuai dengan konsep awal iradiator (sumber radioaktif)

Mampu melindungi personel dan Instrumen saat system abnormal terjadi

Diperlukan perawatan rutin dalam penggunaan



K3

SISTEM KESELAMATAN

KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

SISTEM SIRKULASI UDARA

Sesuai dengan konsep awal iradiator (sumber radioaktif)

Pengendalian Ozon sesuai dengan standard keselamatan

Diperlukan perawatan rutin sistem HVAC



K3

SISTEM KESELAMATAN

KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA



SISTEM KESELAMATAN PENDUKUNG

Sesuai dengan konsep awal iradiator

Supply daya ke sistem keselamatan lain

Sarana prasarana kedaruratan
(Kebakaran, Gempa, dan medis)

Pemasangan marka / rambu keselamatan
yang sesuai



K3

5

KEWAJIBAN INTERNAL FASILITAS

KEWAJIBAN INTERNAL FASILITAS

**PELATIHAN DAN
SERTIFIKASI PERSONEL**

**PEMANTAUAN PERSONEL
KERJA**

**PEMANTAUAN DAERAH
KERJA**

VERIFIKASI KESELAMATAN



KEWAJIBAN INTERNAL FASILITAS

PELATIHAN DAN SERTIFIKASI PERSONEL



Setiap personel yang terlibat harus memiliki sertifikasi sesuai dengan kebutuhan

Bentuk sertifikasi berupa SIB dari institusi yang berwenang

Pelatihan dan kegiatan sejenisnya dapat dilakukan sebagai upaya penyegaran personel dalam berkerja



KEWAJIBAN INTERNAL FASILITAS

PEMANTAUAN PERSONEL KERJA



No	Nama	Jenis Pekerjaan	Waktu Kerja	Dosis (mSv)	MCU	Dosimeter	Waktu Pengukuran	Waktu Pengembalian
1	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...	...	...	...

Setiap personel yang terlibat harus dipantau keselamatannya

Pemantauan dilakukan secara berkala selama personel terlibat dalam pekerjaan di fasilitas

Bentuk pemantauan berupa hasil pemantauan khusus terkait aspek keselamatan kerja dan proteksi radiasi (Dos perorangan, MCU)



KEWAJIBAN INTERNAL FASILITAS



PEMANTAUAN DAERAH KERJA

Pemantauan daerah kerja dilakukan sebagai upaya proteksi personel, daerah kerja dan lingkungan sekitar

Pemantauan dilakukan secara berkala dengan pusat sumber radiasi sebagai potensi bahaya utama

Hasil pemantauan dapat berupa laporan yang dapat digunakan oleh internal fasilitas maupun institusi regulator



KEWAJIBAN INTERNAL FASILITAS



VERIFIKASI KESELAMATAN

Verifikasi keselamatan diperlukan sebagai upaya proteksi radiasi

Proses verifikasi dilakukan dengan pengujian dan perawatan secara berkala

Laporan verifikasi dapat digunakan oleh fasilitas internal dan institusi regulator sebagai acuan keselamatan fasilitas



Rangkuman

- **Definisi** → Sistem keselamatan iradiator gamma dirancang untuk melindungi pekerja, masyarakat, produk, dan peralatan.
- **Klasifikasi** → Iradiator gamma terbagi menjadi 4 tipe berdasarkan desain, aktivitas sumber maksimum, dan persyaratan keselamatan.
- **Tujuan Keselamatan Radiasi** →
 - Paparan radiasi harus mengikuti prinsip **ALARA**.
 - Batas dosis tidak boleh melebihi aturan yang berlaku.
 - Probabilitas kejadian berbahaya ditekan serendah mungkin.
- **Filosofi Keselamatan** → Pertahanan berlapis, redundansi, keberagaman, independensi, sistem elektronik terprogram, dan analisis keselamatan.
- **Interlock** → Iradiator dengan ruang penyinaran luas wajib memiliki sistem interlock akses.
- **Kedaruratan** → Pada iradiator tipe kolam (kategori IV), sumber radiasi harus selalu bisa kembali aman ke kolam penyimpanan.
- **Material Penahan Radiasi** → Harus padat dan berdensitas tinggi, contohnya beton atau timbal.
- **Kolam Penyimpanan** → Air berfungsi sebagai perisai radiasi, dengan dinding kolam dari stainless steel tahan korosi.
- **Ventilasi** → Wajib ada untuk membuang gas hasil iradiasi (Ozon, Nitrogen, dll.).

Terima Kasih

Atas Perhatian Anda



B.J. Habibie Building
Jl. M.H. Thamrin 8, Jakarta 10340, Indonesia



www.brin.go.id



Brin Indonesia



@brin_indonesia



@brin.indonesia



Bridging Sciences
Empowering Talents

BRIN