

## PENGENDALIAN BEKERJA DI FASILITAS IRADIASI RABBIT SYSTEM REAKTOR SERBA GUNA GA. SIWABESSY

Yulius Sumarno, Nugroho Luhur, Unggul Hartoyo

### ABSTRAK

PENGENDALIAN BEKERJA DI FASILITAS IRADIASI RABBIT SYSTEM REAKTOR SERBA GUNA GA. SIWABESSY. Rabbit System adalah salah satu fasilitas iradiasi yang ada di Pusat Reaktor Serba Guna. Mengingat pasca iradiasi sampel menggunakan rabbit system dan penanganannya ( membuka dan menaruh sampel pada detektor MCA ) paparan laju dosis gamma melebihi batas yang diijinkan, maka kegiatan ini perlu dikendalikan. Pengendalian dilakukan dengan cara memantau sampel pasca iradiasi dari menit ke menit. Dari hasil pengamatan dapat diketahui waktu tunda yang ideal untuk mulai penanganan lebih lanjut serta pencacahan yaitu antara 7 sampai dengan 8 menit. Dengan mempercepat penanganan sampel maka pekerja radiasi akan menerima paparan radiasi lebih rendah dari dosis yang diijinkan. Dengan demikian kegiatan iradiasi di *Rabbit System* dapat dilakukan dengan aman.

Kata kunci :Pengendalian Sistem Rabbit

### ABSTRACT

*CONTROL WORK AT RABBIT SYSTEM IRRADIATION FACILITIES IN REAKTOR SERBA GUNA GA. SIWABESSY. Rabbit system one of the irradiation facilities exist in Pusat Reaktor Serba Guna. Considering to the phase after sample irradiation uses rabbit system and the handling (open and put sample in detector MCA) the exposure of gamma dose exceeds limit that admitted, so this activity is need to control. Control is done by observe sample after irradiation from minute to minute. From observation result knowable ideal time delay to begin furthermore handling with counting that is between 7 up to 8 minutes. With accelerate sample handling so radiation worker will get lower radiation exposure from dose that admitted. Thereby irradiation activity at rabbit system can be done safely.*

*Keyword: Control Rabbit System*

### PENDAHULUAN

Pada suatu instalasi nuklir seperti RSG-GAS, pengendalian daerah kerja terhadap paparan radiasi gamma adalah suatu hal yang mutlak yang harus diamati dan ditaati untuk menjaga keselamatan dan kesehatan pekerja radiasi. Pemanfaatan RSG-GAS sebagai salah satu instalasi nuklir harus dijaga (dikendalikan) agar pekerja radiasi tidak menerima dosis radiasi yang berlebihan, serta paparan radiasi yang ditimbulkan tidak merugikan dan membahayakan masyarakat dan lingkungan. Salah satu kegiatan yang harus dikendalikan oleh Petugas Proteksi Radiasi adalah analisis/pengujian bahan dengan aktivasi neutron dengan memanfaatkan fasilitas iradiasi *Rabbit System*. Pada analisis/pengujian bahan dengan aktivasi neutron ini perlu dikendalikan mengingat paparannya yang tinggi yang harus segera dicacah agar tidak kehilangan unsur yang dicari.

Untuk menjamin keselamatan radiasi dari adanya kegiatan operasi RSG-GAS perlu adanya program pengendalian daerah kerja dari paparan radiasi

gamma yang intensif terhadap personil dan daerah kerja berdasarkan atas prinsip ALARA (*As Low As Reasonable Achievable*).

### DASAR TEORI

Salah satu fasilitas iradiasi yang dimiliki Reaktor Serba Guna GA Siwabessy ialah fasilitas iradiasi *Rabbit System*. *Rabbit System* (RS) adalah fasilitas iradiasi untuk melakukan penelitian aktivasi neutron dan produksi radioisotop. Ada dua jenis *Rabbit System* yaitu hidrolik dan pneumatik. *Rabbit System* hidrolik terdiri dari 4 sistem dengan kecepatan normal dan *Rabbit System* pneumatik 1 sistem dengan kecepatan tinggi. Media pengangkut kapsul iradiasi pada *Rabbit System* hidrolik adalah air sedangkan media pengangkut pada *Rabbit System* pneumatik adalah gas nitrogen. Disamping sebagai media pengangkut, air dan gas ini berfungsi sebagai pendingin kapsul selama iradiasi berlangsung *Rabbit System* pada dasarnya terdiri atas:

- stasiun iradiasi
- tabung/pipa

- stasiun pengiriman dan penerimaan
- sistem proses
- elektroteknikal, instrumentasi dan sistem control

Dalam pengendalian pengujian bahan dengan aktivasi neutron dengan memanfaatkan fasilitas iradiasi *Rabbit System* ada tiga faktor penting yang harus diperhatikan yaitu :

- Faktor jarak
- Faktor waktu
- Faktor pelindung

### Faktor Jarak

Di dalam perhitungan faktor jarak ada beberapa bagian yang perlu diperhatikan antara lain paparan radiasi berkurang dengan bertambahnya jarak dari sumber radiasi, maka laju paparan radiasi pada jarak  $r$  dari sumber ini berbanding terbalik dengan kuadrat jarak.

Untuk mengatasi penerimaan dosis radiasi dalam pekerjaan, maka harus diusahakan berada pada jarak yang sejauh mungkin. Apabila tidak diperlukan maka janganlah berada dekat sumber radiasi.

Rumus :

$$d_1 \times r_1^2 = d_2 \times r_2^2 \dots\dots\dots(1)$$

$d_1$  = laju dosis pada jarak  $r_1$

$d_2$  = laju dosis pada jarak  $r_2$

Contoh :

Laju dosis pada jarak 2 m adalah 10 mRem/jam.

Maka laju dosis pada jarak 4 m adalah :

$$10 \times 2^2 = d_2 \times 4^2$$

$$40 = d_2 \times 16$$

$$d_2 = 40/16$$

$$d_2 = 2,5 \text{ mRem/jam.}$$

Dari contoh di atas jelas terlihat bahwa bertambah jauh jarak pekerja ke sumber radiasi bertambah kecil laju dosis.

### Faktor Waktu

Didalam perhitungan faktor waktu ada beberapa bagian yang perlu diperhatikan antara paparan radiasi berkurang dengan bertambah cepatnya waktu yang dipergunakan untuk berada dekat dengan sumber radiasi. Untuk mengatasi penerimaan dosis radiasi dalam pekerjaan, maka harus diusahakan berada pada waktu yang sesingkat-singkatnya. Apabila tidak diperlukan maka janganlah berada dekat sumber radiasi. Dosis radiasi yang diterima pada waktu  $t$  dapat dihitung dengan rumus :

$$D = L_d \times t \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

$D$  = Dosis total pada waktu  $t$

$L_d$  = Laju dosis

$t$  = Waktu penyinaran

Contoh :

Laju dosis pada jarak 2 m adalah 10 mRem/jam.

Maka dosis selama 30 menit, 2 jam adalah ?

$$10 \text{ mRem/jam} \times 30/60 = 5 \text{ mRem.}$$

$$10 \text{ mRem/jam} \times 120/60 = 20 \text{ mRem.}$$

dari contoh di atas jelas terlihat bahwa bertambah cepat waktu berada dekat sumber radiasi bertambah kecil dosis yang diterima.

### Faktor Pelindung

Di dalam perhitungan faktor pelindung ada beberapa bagian yang perlu diperhatikan antara laju paparan radiasi berkurang setelah melalui pelindung. Dengan bertambah tebal dan tinggi densitas pelindung maka laju paparan radiasi akan berkurang. Dalam faktor pelindung dikenal adanya nilai HVL (tebal paruh). HVL adalah ketebalan pelindung yang akan mengurangi laju paparan radiasi setengah dari mula-mula. HVL pelindung berhubungan juga dengan kerapatan pelindung tersebut.

$$I = I_0 / 2^{T/HVT} \dots\dots\dots(3)$$

$I_0$  = Laju dosis sebelum pelindung

$I$  = Laju dosis setelah pelindung

$T$  = Tebal Pelindung

HVT = Nilai Tebal Paruh Pelindung.

Contoh :

Laju dosis sebelum pelindung adalah 10 mRem/jam.

Tebal pelindung 2mm, 4mm, 8mm, dengan HVL 2mm

$$I_{2 \text{ mm}} = 10 / 2^{2/2} = 5 \text{ mRem/jam.}$$

$$I_{4 \text{ mm}} = 10 / 2^{4/2} = 2,5 \text{ mRem/jam.}$$

$$I_{8 \text{ mm}} = 10 / 2^{8/2} = 0,625 \text{ mRem/jam.}$$

dari contoh di atas jelas terlihat bahwa bertambah tebal pelindung bertambah kecil laju dosis yang keluar dari pelindung tersebut.

Pada analisis/pengujian bahan dengan aktivasi neutron yang mana aktivasi ini dilakukan di fasilitas sistem rabbit reaktor, maka kinerja sistem ini sangat menentukan. Kegiatan percobaan ini akan dilakukan dengan cara menguji bahan acuan standard (SRM-1633b dan untuk selanjutnya disebut SRM) berbentuk serbuk yang dikeluarkan oleh NIST.

### TATA KERJA

Pada kegiatan ini digunakan bahan acuan standar NIST 1633b *Coal Fly Ash*. Sampel ditimbang dalam vial poliethylen bersih dengan berat antara 30 – 40 mg. Dibuat beberapa replikat untuk dipakai sebagai sampel dan satu untuk bahan pembanding. Kemudian dilakukan pengkapsulan sampel dan standar dengan kapsul iradiasi yang terbuat dari polyethylene. Kapsul- kapsul yang sudah terisi SRM ini akan diiradiasi selama 60 detik

di fasilitas sistem rabbit sebagai dasar untuk mengetahui kinerja fasilitas iradiasi yang ada di RSG-GAS. Sistem rabbit hidrolik yang akan digunakan pada proses iradiasi bahan, yaitu *Rabbit System* (RS) 1, RS2, RS3 dan RS4. Berikut ini adalah tabel isi tiap kapsul.

Tabel 1 : Berat vial tiap kapsul dan posisi iradiasi

No.	Nomor Kapsul PE	Berat Vial (mg)	Posisi Iradiasi
1	1	32,78	RS 1
		30,25	
		39,50	
2	2	38,63	RS 2
		39,13	
		37,00	
3	3	33,25	RS 3
		33,40	
		33,40	
4	4	34,70	RS 4
		33,40	
		33,40	

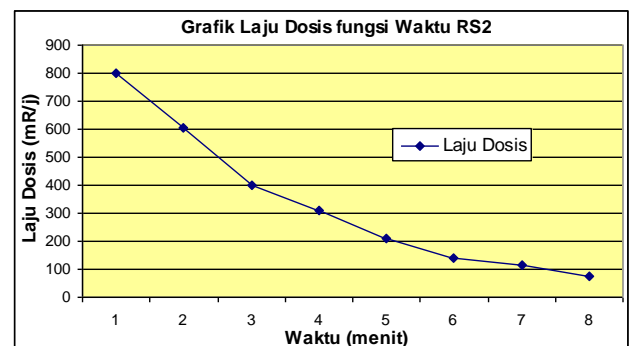
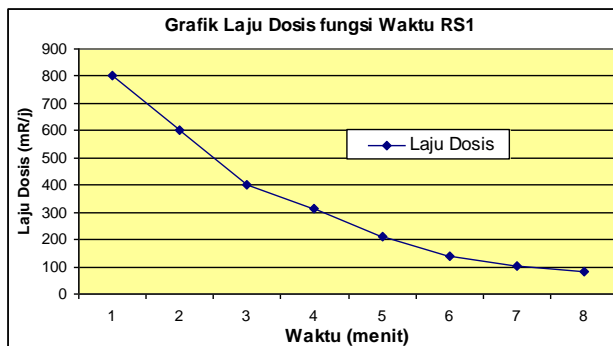
Paparan laju dosis gamma setelah sampel keluar dari sistem rabbit dipantau menit demi menit. Hasil pemantauan dibuat grafik sehingga akan tampak peluruhan sampel SRM 1663b. Dengan melihat grafik peluruhan maka pekerja radiasi dapat menentukan dengan mudah waktu yang dibutuhkan untuk memulai pencacahan sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapsul PE1 yang berisi tiga buah vial SRM diiradiasi di *Rabbit System* (RS) 1 selama 60 detik. Setelah selesai iradiasi, sampel dikeluarkan dari *Rabbit System* dan diukur paparan laju dosis gammanya. Dengan memantau menit ke menit maka dapat dibuat grafik peluruhan paparan laju dosis gamma kapsul PE yang berisi SRM. Dengan cara yang sama kapsul PE2 diiradiasi di RS 2, kapsul PE3 diiradiasi di RS3 dan kapsul PE4 diiradiasi di RS4. Hasil dari pengukuran laju dosis gamma kapsul sampel yang diiradiasi dengan *Rabbit System* hidrolik RS1, RS2, RS3, dan RS4 dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 2 : Peluruhan kapsul SRM teriradiasi di RS1 dan RS2

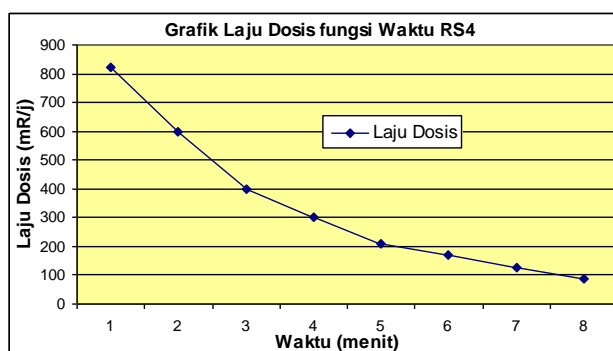
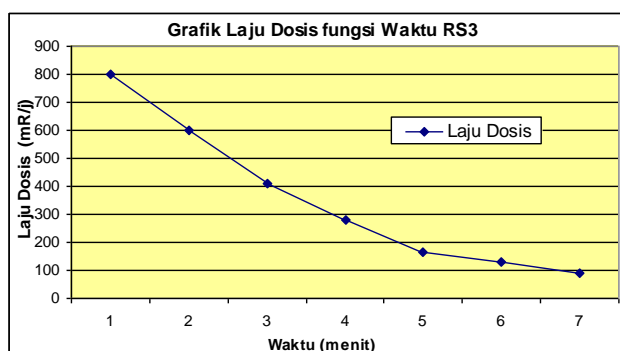
No.	RS1		No.	RS2	
	Waktu (menit)	Laju Dosis (mR/j)		Waktu (menit)	Laju Dosis (mR/j)
1	1	800	1	1	800
2	2	600	2	2	605
3	3	400	3	3	400
4	4	315	4	4	310
5	5	210	5	5	210
6	6	137	6	6	140
7	7	105	7	7	115
8	8	80	8	8	77



Gambar 1. Grafik Laju Dosis fungsi Waktu SRM di *Rabbit System* (RS1) dan (RS2)

Tabel 3: Peluruhan kapsul SRM teriradiasi di RS3 dan RS4

No.	RS1		No.	RS2	
	Waktu (menit)	Laju Dosis (mR/j)		Waktu (menit)	Laju Dosis (mR/j)
1	1	800	1	820	
2	2	600	2	600	
3	3	410	3	400	
4	4	280	4	300	
5	5	166	5	210	
6	6	130	6	170	
7	7	90	7	128	
			8	88	



Gambar 2. Grafik Laju Dosis fungsi Waktu SRM di *Rabbit System* (RS3) dan (RS4)

Dari hasil pengukuran laju dosis di atas dapat dilihat bahwa waktu paroh SRM pasca iradiasi  $\pm 2$  menit. Hasil pengukuran kapsul SRM dilihat dari tabel dan grafik bagus. Kalaupun ada sedikit perbedaan hal itu dapat terjadi akibat :

1. Berat vial dalam kapsul tidak sama
2. Posisi iradiasi tidak sama meski
3. Karena waktu paroh yang pendek beda pengukuran 10 detik akan sangat mempengaruhi hasil pengukuran

Hasil pencacahan yang bagus dapat terjadi bila laju dosis sampel berkisar antara 60 mR/j sampai dengan 100 mR/j. Apabila laju dosis > 100 mR/j

hasil cacahan akan terpengaruh oleh radiasi gamma, sehingga unsur yang dicari akan tertutup sehingga hasilnya tidak akurat. Sedangkan bila laju dosis < 60 mR/j secara otomatis waktu untuk menunda akan lebih lama yang akan mengakibatkan unsur yang dicari sudah tidak terdeteksi lagi karena sebagian besar unsur yang dicari punya waktu paroh pendek. Dengan asumsi pada saat penanganan sampel paparan radiasinya adalah 100 mR/j dan waktu kerja adalah  $t$ , maka dosis yang diterima oleh pekerja radiasi dapat dihitung dengan persamaan (2). Perhitungan dosis yang diterima pekerja radiasi dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4 : Dosis diterima pekerja radiasi yang bekerja selama  $t$  menit

No.	Paparan Sampel (mR/j)	Waktu Kerja (menit)	Dosis diterima (m rem)
1	100	1	1,66
2	100	2	3,33
3	100	3	5,0
4	100	4	6,66
5	100	5	8,33

Jadi semakin lama seseorang bekerja di medan radiasi akan semakin besar dosis radiasi yang diterimanya.

Dari grafik hasil percobaan yang dilakukan dengan SRM 1663b yang diiradiasi dengan sistem rabbit hidrolis RS1, RS2, RS3, dan RS4, tampak bahwa waktu tunda untuk mencapai laju dosis yang ideal untuk dicacah adalah antara 7 menit sampai dengan 8 menit. Dengan telah didapat waktu tunda efektif, maka PPR dan pekerja radiasi tidak perlu setiap saat mengukur paparan laju dosis gamma yang dapat mengakibatkan PPR dan pekerja radiasi menerima radiasi melebihi batas dosis yang diijinkan. Dengan waktu tunda yang tepat dan penanganan sampel yang rata-rata kurang dari 1 menit maka pekerja radiasi dapat bekerja dengan aman dan prinsip ALARA terpenuhi.

## KESIMPULAN

Dari hasil kegiatan pengendalian bekerja di *Rabbit system* dapat disimpulkan bahwa:

1. Paparan laju dosis gamma SRM 1663b yang diiradiasi selama 60 detik di RS1,RS2,RS3,dan RS4 adalah sama
2. Dengan didapat waktu tunda yang efektif, pekerja radiasi menerima dosis radiasi kurang dari 2,5 m rem/jam, dan pekerja radiasi dapat bekerja dengan aman.

## SARAN

1. Pengendalian bekerja di *Rabbit System* akan lebih efektif apabila diketahui isi serta volume (berat) kapsul yang diiradiasi.
2. Sampel yang diiradiasi > 3 kapsul dengan jenis, volume serta waktu iradiasi sama.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIMOUS PP No.33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pening dan Keamanan Sumber Radioaktif
2. ANONIMOUS Kep.Ka.BAPETEN No.01/Ka-BAPETEN/V-99 tentang Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi.
3. Prosedur Pengendalian Daerah Kerja di RSG-GAS No. Ident. RSG.KK.01.03.61.08 Rev. 3.
4. ANONIMOUS Pusat Reaktor Serba Guna, "Laporan Analisis Keselamatan" Pusat Reaktor Serba Guna G.A. Siwabbesy revisi 9 PRSG, Serpong 2007

## PERTANYAAN

Penanya : Slamet Suprianto

Pertanyaan :

Pengamatan data-data dari sampel rabbit telah dilakukan. Apakah pengamatan data-data tersebut dapat dibandingkan terhadap perhitungan, sehingga dalam pembahasan dapat secara luas diperoleh untuk pengendalian personil (pekerja)

Jawaban :

Dari data-data pengamatan dapat diketahui waktu paruh ( $T_{1/2}$ ) dari sampel. Jika dibandingkan dengan perhitungan ternyata sangat dekat, sehingga setelah diketahui  $T_{1/2}$  nya, dengan perhitungan akan dapat diketahui berapa lama waktu tunda ( $t$ ) untuk mencapai paparan ideal guna penanganan lebih lanjut (60 s/d 100 mR/jam)





