



## ANALISIS TINGKAT PENCEMARAN RADIOAKTIVITAS GAS BUANG REAKTOR KARTINI KE LINGKUNGAN

ID0000097

Suratman, Purwanto dan Sukarman Aminjoyo  
Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta - BATAN

### ABSTRAK

ANALISIS TINGKAT PENCEMARAN RADIOAKTIVITAS GAS BUANG REAKTOR KARTINI KE LINGKUNGAN. Analisis tingkat pencemaran radioaktivitas gas buang reaktor Kartini ke lingkungan telah dilakukan pada 13-10-'95 s/d 8-2-'96. Tujuan penelitian ini untuk menentukan tingkat pencemaran radioaktivitas lingkungan, yang diakibatkan oleh pelepasan radioaktivitas gas buang dari reaktor Kartini dan fasilitas lainnya di Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta lewat cerobong. Dalam penelitian ini metoda yang digunakan adalah uji t-student, uji faktor cacah pertama dan spektrometri gama. Pada penelitian ini pengambilan cuplikan udara dilakukan di dalam cerobong, ruang reaktor, lingkungan dan ruang lain sebagai pembandingan. Udara disedot lewat filter dengan pompa hisap volume tinggi, filter dicacah radioaktivitas beta, gama dan alfa. Tingkat pencemaran radioaktivitas gas buang lewat cerobong ke lingkungan antara 0,57 - 1,34 Bq/m<sup>3</sup>, tidak berbeda dengan radioaktivitas udara di lingkungan antara 0,69 - 1,12 Bq/m<sup>3</sup> dan radioaktivitas berasal dari radioaktivitas anak turun radon, hasil peluruhan dari deret uranium dan torium di alam, yang ada dalam bahan bangunan gedung.

### ABSTRACT

ANALYSIS OF RADIOACTIVITY CONTAMINATION LEVEL OF KARTINI REACTOR EFLUEN GAS TO THE ENVIRONMENT. The analysis of radioactivity contamination level of Kartini reactor effluent gas to the environment has been done from 13-10-'95 until 8-2-'96. The aim of this research is to determine the radioactivity contamination level on the environment resulted from the release of Kartini reactor effluent gas and other facilities at Yogyakarta Nuclear Research Centre through stack. The analysis methods is the student t-test, the first count factor test and the gamma spectrometry. The gas sampling were carried out in the stack reactor, reactor room, environment and in other room for comparison. Effluent gas was sucked through a filter by a high volume vacuum pump. The filter was counted for beta, gamma and alpha activities. The radioactivity contamination level of the effluent gas passing through the stack to the environment was measured between 0.57-1.34 Bq/m<sup>3</sup>, which was equal to the airborne radioactivity in environment between 0.69-1.12 Bq/m<sup>3</sup>. This radioactivity comes from radon daughter, decay products result from the natural uranium and thorium series of the materials of the building.

### PENDAHULUAN

Pelepasan gas buang ke lingkungan dari fasilitas nuklir Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta dilakukan dengan penghambusan ke udara menggunakan blower dengan debit 24,64 m<sup>3</sup>/detik, lewat cerobong tinggi 30 m, diameter 1,4 m, setelah melewati filter.[1]

Gas buang selain dari reaktor Kartini, juga berasal dari laboratorium Instalasi Teknologi Proses dan Pengelolaan Limbah.

Pemantauan radioaktivitas udara rutin telah dilakukan pada tiap laboratorium dan ruang reaktor Kartini serta lingkungan. Akan tetapi pemantauan radioaktivitas gas buang yang dilepaskan ke lingkungan lewat cerobong belum dilakukan. Sehingga belum ada data rutin berapa tingkat pencemaran radioaktivitas gas buang yang dilepas ke lingkungan. Untuk itu perlu dilakukan pemantauan dan analisis radioaktivitas gas

buang yang dilepaskan lewat cerobong reaktor Kartini ke lingkungan.

Secara praktis tidak mungkin untuk meniadakan sama sekali suatu instalasi nuklir dari pelepasan limbah radioaktif ke lingkungan. Beberapa zat radioaktif dalam bentuk gas atau partikel dalam jumlah kecil dan dalam batas yang tidak membahayakan, akan terlepas ke lingkungan. Pengaturan dan pengawasan limbah yang dilepaskan ke lingkungan ditetapkan dan diawasi melalui pemantauan pada titik lepasan, dalam hal limbah cair di bak penampungan dan aliran gas buang di cerobong. Pada pemantauan yang dilakukan di lingkungan, maka bila terjadi pelepasan ke lingkungan dengan aktivitas rendah, penyebarannya terlalu kecil untuk dapat dideteksi, tetapi bila aktivitasnya tinggi akan terlambat untuk mengontrolnya. Oleh sebab itu buangan ke lingkungan perlu diukur pada sumbernya dan dibandingkan dengan batas-batas yang diijinkan.[2]

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran dan analisis radioaktivitas gas buang lewat cerobong yang tersebar ke lingkungan.

Tujuan penelitian ini untuk menentukan dan mendapatkan data tingkat pencemaran radioaktivitas gas buang yang dilepas ke lingkungan lewat cerobong reaktor Kartini serta penggunaan metode nantinya untuk pemantauan rutin.

Pada penelitian ini digunakan metode analisis faktor cacah pertama, untuk penentuan ada tidaknya kontaminasi udara, metode analisis uji t-student untuk penentuan ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara radioaktivitas gas buang yang dilepas ke lingkungan, dengan radioaktivitas udara di lingkungan, serta metode spektrometri gama.

Salah satu cara untuk mengetahui apakah ada kontaminasi udara dalam ruang yang fluktuasi tinggi rendahnya radioaktivitas latarnya besar, digunakan metoda penentuan faktor cacah pertama ( $\Gamma$ ). Faktor cacah pertama adalah perbandingan antara peluruhan per menit radioaktivitas beta, gama dan radioaktivitas alfa udara per meter kubik. Harga perbandingan ( $\Gamma$ ) ini konstan bila radioaktivitas udara hanya berasal dari anak turun radon dan toron hasil peluruhan deret uranium dan torium di alam [3]. Sehingga bila terjadi kontaminasi pemancar beta, gama, maka harga akan lebih besar, sebaliknya bila terjadi kontaminasi pemancar alfa maka harga akan menjadi lebih kecil. Untuk mengetahui apakah fluktuasi tinggi rendahnya radioaktivitas udara di dalam ruang disebabkan oleh adanya kontaminasi beta, gama atau alfa, maka perlu dilakukan penentuan harga. Untuk menentukan harga, udara disedot lewat filter, filter dicacah aktivitas beta, gama dan alfanya pada saat yang bersamaan. Dengan alat cacah beta, alfa, pompa hisap, filter yang sama dan udara hanya mengandung anak turun radon dan toron, maka harga akan konstan, menurut persamaan (1).

$$\text{Harga } \Gamma = \frac{\text{Dpm } \beta, \gamma/\text{m}^3}{\text{Dpm } \alpha/\text{m}^3} \dots\dots\dots (1)$$

## TATA KERJA

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran radioaktivitas udara buang lewat cerobong, reaktor Kartini, ruang yang tidak untuk bekerja dengan zat radioaktif dan lingkungan. Hasil pengukuran radioaktivitas ditentukan ada tidaknya kontaminasi dan tingkat pencemarannya ke lingkungan, dengan analisis faktor cacah pertama, uji t-student dan analisis spektrometri gama.

### Alat Yang Digunakan

- Alat cacah beta ORTEC (efisiensi 20 %)
- Pompa hisap Staplex model TFIA
- Alat cacah alfa Technical Associates model TS-8 (efisiensi 45,3 %)
- Spektrometer gama latar rendah (efisiensi 1,7 %)
- Pencatat waktu

### Bahan Yang Digunakan

- Kertas filter fibre glass
- K-40 baku dalam KCl
- Am-241 baku
- Eu-152 baku.

### Cara Kerja

#### Pengukuran Radioaktivitas Udara

Udara dihisap dengan pompa hisap volume tinggi lewat filter selama 20 menit, filter digunting sesuai diameter detektor dan dicacah aktivitas alfa, beta dan gamanya. Pencacahan dilakukan setelah waktu tunda 10 menit (lama persiapan pencacahan), waktu pencacahan selama 10 menit dan dilakukan pada saat bersamaan [4].

Pengambilan cuplikan udara dilakukan di dalam cerobong reaktor Kartini yang merupakan titik pelepasan, ruang reaktor Kartini, ruang yang tidak digunakan untuk bekerja dengan zat radioaktif dan di lingkungan.

### Cara Perhitungan

#### 1. Perhitungan radioaktivitas udara

$$\text{Radioaktivitas } \beta, \gamma = \frac{\text{Cpm}}{60} \cdot \frac{100}{E} \cdot \frac{100}{90} \cdot \frac{1}{V} \cdot \frac{100}{6,25} \cdot \frac{100}{99} \cdot \text{Bq/m}^3$$

$$= \text{Cpm} \cdot 0,043 \text{ Bq/m}^3 \dots (2)$$

dimana:

- Cpm = Cacah filter permenit setelah dikurangi latar
- 60 = Konversi menit menjadi detik
- E = Efisiensi alat cacah,  $\beta, \gamma = 20\%$ ,  $\alpha = 45,3\%$
- 100/90 = Faktor koreksi waktu tunda pencacahan
- 6,25 = Faktor koreksi luasan filter
- V = Volume udara yang lewat filter 13,59 m<sup>3</sup>
- 100/99 = Faktor koreksi efisiensi filter.

## 2. Analisis harga faktor cacah pertama

Hasil pengukuran radioaktivitas beta, gama dan alfa dalam ruang reaktor ditentukan harga faktor cacah pertamanya, kemudian dibandingkan dengan harga faktor cacah pertama ruang yang lain.

$$\text{Faktor cacah pertama } (\Gamma) = \frac{\text{Dpm/m}^3 \beta, \gamma}{\text{Dpm/m}^3 \alpha}$$

$$\text{Dpm/m}^3 \beta, \gamma = \frac{\text{Cpm} \cdot 100 \cdot 6,25}{20 \cdot 13,59} = \text{Cpm} \cdot 2,299 \dots (3)$$

$$\text{Dpm/m}^3 = \frac{\text{Cpm} \cdot 100 \cdot 6,25}{45,3 \cdot 13,59} = \text{Cpm} \cdot 1,015 \dots (4)$$

## 3. Analisis uji t-student

Hasil pengukuran radioaktivitas beta, gama di dalam cerobong yang dilepas ke lingkungan dibandingkan dengan radioaktivitas di lingkungan dengan menggunakan uji t-student. [5]

	Udara lingkungan	Udara lewat cerobong
Jumlah data	N <sub>(x)</sub> = 15	N <sub>(y)</sub> = 17
Rata-rata data	X = 0,91	Y = 0,884
Jumlah aktivitas	Σx = 13,65	y = 15,03
Jumlah kuadrat aktivitas	Σx <sup>2</sup> = 12,696	y <sup>2</sup> = 14,229

$$\text{Simpangan baku S} = \sqrt{\frac{\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2/N_x + \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2/N_y}{N_x + N_y - 2}}$$

$$S = 0,6722$$

$$t = (X - Y)/S\sqrt{(1/N_x) + (1/N_y)} = 0,109$$

Dari tabel harga t Fisher [6], untuk keboleh jadian p = 0,05 dan derajat kebebasan DK = 15+17-2 = 30, harga t = 2,04, maka harga t perhitungan < harga t tabel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran radioaktivitas udara lingkungan dan udara yang lewat cerobong pada Tabel 1 dan 2, terlihat sangat kecil, antara 0,57-1,34 Bq/m<sup>3</sup>.

Dari hasil analisis uji t-student antara hasil pengukuran radioaktivitas udara lewat cerobong dan udara lingkungan, ternyata harga t perhitungan = 0,109 lebih kecil dari pada t tabel fisher = 2,04, untuk keboleh jadian p = 0,05 dan derajat kebebasan DK = 15+17-2 = 30. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara grup data radioaktivitas udara lewat cerobong dengan grup data radioaktivitas udara di lingkungan. Sehingga radioaktivitas udara lewat cerobong yang dilepas ke lingkungan tingkat pencemarannya sama dengan radioaktivitas di lingkungan.

Dari hasil pengukuran radioaktivitas beta, gama dan alfa di dalam ruang reaktor, ruang yang tidak menggunakan zat radioaktif pada Tabel 3, radioaktivitas berfluktuasi antara 2,17-34,50 Bq/m<sup>3</sup>. Untuk ruang reaktor sendiri pada saat reaktor beroperasi dengan ventilasi baik, blower dijalankan, maka radioaktivitas cukup rendah, lebih kecil dari pada 10,4 Bq/m<sup>3</sup>.

Dengan analisis faktor cacah pertama untuk data-data radioaktivitas ruang-ruang tersebut, harga faktor cacah pertama ruang reaktor pada saat operasi antara 4,0 - 5,0, sama dengan harga faktor cacah pertama ruang-ruang lain yang tidak menggunakan zat radioaktif sebagai pembanding. Sehingga radioaktivitas di dalam ruang reaktor yang berfluktuasi pada saat reaktor beroperasi, terbukti tidak ada kontaminasi radioaktivitas yang berasal dari aktivitas reaktor. Radioaktivitas udara di ruang reaktor hanyalah berasal dari anak

turun radon dari deret uranium dan torium alam yang ada dalam bahan bangunan gedung [7]. Sehingga radioaktivitas udara yang dikeluarkan lewat cerobong dari ruang reaktor hanyalah radioaktivitas anak turun radon alamiah. Hal ini dibuktikan pula dengan hasil analisis spektrometri gamma udara lewat cerobong dan udara di dalam ruang reaktor.

Tabel 1. Radioaktivitas gross beta dan gamma di lingkungan PPNY saat reaktor Kartini

Tanggal	Cacah $\beta, \gamma$ (cpm)	Cacah latar (cpm)	Radioaktivitas ( $Bq/m^3$ )
13-10-'95	38,4	20,5	0,77 $\pm$ 0,08
16-10-'95	40,5	21,5	0,82 $\pm$ 0,08
17-10-'95	46,6	20,6	1,12 $\pm$ 0,09
30-10-'95	43,5	19,8	1,02 $\pm$ 0,09
02-11-'95	41,4	19,5	0,71 $\pm$ 0,08
14-11-'95	44,1	19,4	1,06 $\pm$ 0,09
23-11-'95	41,4	19,8	0,93 $\pm$ 0,09
13-12-'95	40,3	19,7	0,89 $\pm$ 0,09
15-12-'95	35,9	18,3	0,76 $\pm$ 0,08
19-12-'95	37,1	21,1	0,69 $\pm$ 0,08
26-12-'95	41,3	18,4	0,98 $\pm$ 0,09
30-01-'96	41,2	20,2	0,91 $\pm$ 0,09
02-02-'96	40,0	19,9	0,86 $\pm$ 0,08
08-02-'96	44,4	20,4	1,04 $\pm$ 0,09

Jumlah cuplikan ( $N_c$ ) = 15

Radioaktivitas rata-rata ( $\bar{x}$ ) = 0,91  $Bq/m^3$

Jumlah radioaktivitas ( $\Sigma x$ ) = 13,65

Jumlah kuadrat radioaktivitas ( $\Sigma x^2$ ) = 12,696

Dari Tabel 4 terlihat hasil analisis spektrometri gama udara lewat cerobong dan udara di dalam ruang reaktor, menunjukkan bahwa puncak-puncak tenaga gama yang muncul adalah tenaga gama dari anak turun radon alamiah.

Dengan selalu memantau radioaktivitas udara yang dilepas ke lingkungan lewat cerobong dan udara di ruang reaktor, pada saat reaktor Kartini beroperasi pada tiap 1 jam selama operasi dengan metode tersebut diatas, maka akan dapat segera diketahui ada tidaknya kontaminasi udara yang diakibatkan oleh ketidak normalan operasi reaktor. Sehingga segera dapat diambil tindakan pencegahan terhadap kemungkinan pencemaran radioaktivitas ke lingkungan.

## KESIMPULAN

Dari analisis uji t-student, faktor cacah pertama dan analisis spektrometri gama, radioaktivitas udara lewat cerobong yang dilepas ke lingkungan, tingkat pencemarannya antara 0,57-1,34  $Bq/m^3$ , tidak berbeda dengan radioaktivitas udara di lingkungan antara 0,69-1,12  $Bq/m^3$  dan radioaktivitas hanyalah berasal dari radioaktivitas anak turun radon hasil peluruhan deret uranium dan torium di alam yang ada dalam bahan bangunan gedung.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Sdr. Agnes Murwanti yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. EKO EDY KARMANTO, SYARIF, PURWANTO, "Pengukuran dan Analisis Pola Plum Stack Reaktor Kartini", Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah, PPNY-BATAN, Yogyakarta 21-22 Maret 1990.
2. SYAHRIR, ERWANSYAH LUBIS., Keselamatan Lingkungan, Diklat Petugas Proteksi Radiasi, BATAN, Jakarta Nopember 1994.
3. MOE. H.J. et al., Radiation Safety Technician Training Course, Argonne National Laboratory, U.S. Atomic Energy Commission.
4. SURATMAN, PURWANTO, "Indikasi Kontaminasi Udara Dalam Ruangan Kerja Dengan Faktor Cacah Pertama", Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah, PPNY-BATAN, Yogyakarta, April 1985.
5. SURYATNA RAFI'I, "Metode Statistika Analisis", 1983.
6. SUSETYA.W., Diklat Instrumentasi Kimia, PPBMI-BATAN Yogyakarta, 1977.
7. MURSID.D, SUHARTONO, SURATMAN, MULYADI. R, "Pengukuran Radioaktivitas Radon-222 Dan Turunannya Dalam Ruangan", Majalah BATAN, Vol. X, No. 4, Januari 1978.

Tabel 2. Radioaktivitas gross beta dan gamma udara buang lewat cerobong reaktor Kartini.

Tanggal	Cacah filter $\beta,\gamma$ (Cpm)	Cacah latar $\beta,\gamma$ (Cpm)	Radioaktivitas (Bq/m <sup>3</sup> )	Aktivitas rata-rata (Bq/m <sup>3</sup> )
13-10-'95				
RTO	37,2	20,5	0,72±0,10	0,72
16-10-'95				
RO. 1 jam	45,4	21,5	1,03±0,11	0,73
2 jam	36,8	21,5	0,66±0,10	
3 jam	36,6	21,5	0,65±0,10	
4 jam	35,9	21,5	0,62±0,10	
5 jam	38,1	21,5	0,71±0,10	
17-10-'95				
RO. 1 jam	44,7	20,6	1,03±0,11	0,76
2 jam	36,2	20,6	0,67±0,10	
3 jam	36,4	20,6	0,68±0,10	
4 jam	36,2	20,6	0,67±0,10	
19-10-'95				
RTO.	36,9	18,8	0,78±0,10	0,78
23-10-'95				
RTO.	44,1	19,2	1,07±0,11	1,07
30-10-'95				
RO. 1 jam	44,6	19,8	1,07±0,11	0,98
2 jam	42,4	19,8	0,97±0,11	
3 jam	40,5	19,8	0,89±0,10	
2-11-'95				
RO. 1 jam	46,6	19,5	1,16±0,11	1,15
	46,2	19,5	1,15±0,11	
16-11-'95				
RTO	41,7	19,8	0,94±0,11	0,94
23-11-'95				
RO. 1 jam	40,7	19,8	0,90±0,10	0,86
2 jam	45,4	19,8	1,10±0,11	
3 jam	38,2	19,8	0,79±0,10	
4 jam	35,1	19,8	0,66±0,10	
12-12-'95				
RTO	50,0	19,8	1,30±0,11	1,30
13-12-'95				
RTO	46,2	19,7	1,14±0,11	1,14
15-12-'95				
RTO	32,6	18,3	0,61±0,10	0,61
19-12-'95				
RTO	52,5	22,1	1,34±0,12	1,34
30-1-'96				
RO. 1 jam	35,4	22,0	0,58±0,10	0,61
2 jam	35,7	21,1	0,63±0,10	
8-2-'96				
RO. 1 jam	32,5	19,2	0,57±0,10	0,57

RTO = Reaktor tidak operasi.

RO = Reaktor operasi.

Jumlah cuplikan (Ny) = 17

Radioaktivitas rata-rata ( $\bar{y}$ ) = 0,884

Jumlah radioaktivitas ( $\Sigma y$ ) = 15,03

Jumlah kuadrat radioaktivitas ( $\Sigma y^2$ ) = 14,229

Tabel 3. Radioaktivitas gross beta, gamma dan alfa udara ruang gudang kimia, ruang kalibrasi BKKK dan reaktor.

Tempat pengambilan cuplikan/Tgl.	Cacah $\beta,\gamma$ (Cpm)	Cacah $\alpha$ (Cpm)	Radioaktivitas (Bq/m <sup>3</sup> )	$\Gamma$
<b>Gudang Kimia</b>				
27-06-'95	388,9	197,9	16,72 ± 0,27	4,48
12-07-'95	802,3	380,4	34,50 ± 0,39	4,80
13-07-'95	370,6	190,3	15,93 ± 0,27	4,44
12-10-'95	668,4	313,8	28,74 ± 0,36	4,94
13-10-'95	768,0	368,9	33,02 ± 0,38	4,83
<b>R.Kalibrasi</b>				
12-07-'95	50,4	24,2	2,17 ± 0,11	4,83
27-06-'95	264,0	124,7	11,35 ± 0,23	4,82
25-09-'95	286,8	138,8	12,33 ± 0,24	4,78
06-10-'95	182,3	90,9	7,83 ± 0,19	4,65
<b>R.Reaktor</b>				
16-10-'95				
<b>RO. 1 jam</b>	142,0	70,6	6,11 ± 0,18	4,6
2 jam	121,6	58,6	5,23 ± 0,17	4,7
3 jam	117,2	59,4	5,04 ± 0,17	4,5
4 jam	116,8	65,2	5,02 ± 0,17	4,0
5 jam	121,1	63,2	5,21 ± 0,17	4,3
17-10-'95				
<b>RO. 1 jam</b>	181,6	82,0	7,81 ± 0,20	5,0
2 jam	131,3	66,7	5,64 ± 0,18	4,5
3 jam	122,4	56,9	5,26 ± 0,17	4,9
4 jam	119,0	53,1	5,12 ± 0,17	5,0
30-10-'95				
<b>RO. 1 jam</b>	242,2	109,1	10,41 ± 0,23	5,0
2 jam	168,2	60,0	7,23 ± 0,20	4,8
3 jam	142,7	67,6	6,14 ± 0,18	4,8
4 jam	143,1	71,8	6,15 ± 0,18	4,5
02-11-'95				
<b>RO. 1 jam</b>	136,8	74,5	5,87 ± 0,18	4,1
2 jam	118,4	63,2	5,09 ± 0,17	4,2
23-11-'95				
<b>RO. 1 jam</b>	163,4	74,5	7,03 ± 0,19	4,9
2 jam	138,6	66,2	5,96 ± 0,18	4,7
3 jam	127,2	62,1	5,47 ± 0,17	4,5
4 jam	112,3	57,1	4,83 ± 0,17	4,4
5 jam	102,7	45,5	4,41 ± 0,16	4,9

Tabel 4. Hasil pengukuran kualitatif spektrometri gamma cuplikan udara dalam cerobong dan ruang reaktor Kartini.

Cuplikan	Tenaga $\gamma$ (keV)	Cacah netto (Cpm)	Jenis radionuklida
Udara dalam cerobong	75,7	126	-
	238,4	31	Pb-214
	295,5	26	Pb-214
	351,4	50	Pb-214
	609,0	23	Bi-214
Udara dalam ruang reaktor	75,7	305	-
	87,5	112	Pb-214
	242,3	58	Pb-214
	295,5	151	Pb-214
	352,0	216	Pb-214
	609,0	115	Bi-214
	1120,9	27	Bi-214

## DISKUSI

*Warmo S.- BTKL :*

1. Bagaimana memantau paparan radiasi sinar alfa, beta dan gamma di lingkungan, apakah juga dipengaruhi oleh arah, kecepatan angin dan kondisi lingkungan lain ?
2. Apakah Model Gauss bisa digunakan untuk menentukan paparan radiasi seperti terhadap partikel dan gas-gas beracun lainnya ?

*Purwanto :*

1. Paparan radiasi alfa, beta dan gamma yang diakibatkan oleh partikel/debu radioaktif yang terlepas dari cerobong dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin, tinggi cerobong, cuaca (stabilitas udara), umur paruh.
2. Model Gauss bisa digunakan untuk menentukan lokasi penyebaran zat radioaktif baik partikel maupun gas dari lepasan lewat cerobong.

*Sutarman - PSPKR :*

Dalam hal menghitung aktivitas beta, gamma dan alfa, sumber standard apa yang digunakan dan berbentuk apa ? Apakah hasil yang Saudara peroleh masih di bawah MPC untuk gas buangan ?

*Purwanto :*

Standard K-40 berupa serbuk KCl. Standar untuk alfa dan gamma berbentuk keping. Hasilnya masih di bawah batas yang diijinkan.

*Fransisca - PAIR :*

Apakah hasil tingkat pencemaran radioaktivitas gas buang yang diperoleh melebihi batas yang diijinkan ? Seandainya melewati, apakah tindak lanjut untuk mengatasinya ?

*Purwanto :*

Radioaktivitas gas buang pada waktu reaktor beroperasi tidak melebihi batas yang diijinkan. Apabila radioaktivitas melebihi batas maka dilaporkan kepada supervisor reaktor untuk menghentikan operasi reaktor.

*Gatot Suhariyono - PSPKR :*

1. Bagaimana penerapan dalam rumus uji t-student dan faktor cacah pertama ?
2. Bagaimana pengaruh faktor lingkungan seperti penyebaran radioaktivitas pada saat hujan atau perubahan arah angin ?

*Purwanto :*

1. Uji t-student digunakan untuk menguji apakah ada perbedaan signifikan antara radioaktivitas gas buang dan udara lingkungan. Faktor cacah pertama untuk udara yang berisi anak turun radon dan toron adalah terukur antara 4 dan 5. Bila faktor cacah pertama melebihi harga tersebut berarti ada kontaminasi beta-gamma di udara, bila harganya kurang dari harga tersebut berarti ada kontaminasi alfa.
2. Hujan menyebabkan debu radioaktif di udara segera terdeposisi ke tanah. Zat radioaktif akan tersebar sesuai arah angin.

*Erwansyah Lubis - PTPLR :*

1. Apakah dalam pengambilan contoh udara memperhatikan arah dan kecepatan angin ?
2. Untuk pemantauan cerobong mengapa tidak menggunakan isokinetik sampling untuk pengambilan contoh ?

*Purwanto :*

1. Di PPNY telah ada pos-pos tetap untuk mengambil sampel di sekitar PPNY.
2. Kami tidak menggunakan isokinetik sampling karena pengambilan sampel tidak secara kontinyu.

*Rofiq Syaifudin - PSPKR :*

1. Hingga radius berapa yang telah Anda analisis di luar kawasan reaktor ?
2. Dari data yang diperoleh 0,57-1,34 Bq/m<sup>3</sup>. Data ini diperoleh pada radius berapa, apakah merata pada semua arah angin ?

*Purwanto :*

1. Pada radius 100 meter, namun secara rutin sampai 5000 meter.
2. Data diambil dari semua arah mata angin.

*Mulyono Hasyim - PSPKR :*

Reaktor Kartini berdiri sejak  $\pm$  15 tahun yang lalu. Penelitian yang Bapak lakukan ini apakah hasil laporan "monitoring berkala" atau baru kali ini dianalisa/diamati tingkat pencemaran gas buang dari reaktor tersebut?

*Purwanto :*

Pengukuran baru sekali ini dilakukan. Pengukuran radioaktivitas dalam gedung reaktor dan lingkungan telah dilakukan secara rutin. Data disini adalah data baru dan bukan hasil pemantauan rutin.