

## **KAJIAN RADIOAKTIVITAS AIR LINGKUNGAN DI SEKITAR REAKTOR KARTINI PASCA GEMPA 27 MEI 2006**

**GEDE SUTRESNA WIJAYA, SISWANTI**

*Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN  
Jl. Babarsari Kotak Pos 1008, DIY 55010  
Telp. 0274.488435, Faks 487824*

### ***Abstrak***

**KAJIAN RADIOAKTIVITAS AIR LINGKUNGAN DI SEKITAR REAKTOR KARTINI PASCA GEMPA 27 MEI 2006.** Dalam rangka untuk menjamin tingkat keamanan/keselamatan masyarakat dan lingkungan sekitar dari aspek radiologis pasca gempa yang terjadi tanggal 27 Mei 2006 sekitar pukul 05.55 WIB, telah dilakukan pengukuran tingkat radioaktivitas air sumur di 4 lokasi terdekat dari reaktor yaitu di sebelah Barat, Timur, Utara dan Selatan reaktor Kartini. Kegiatan ini untuk melengkapi data pemantauan radioaktivitas lingkungan yang rutin dilakukan. Air dari 4 sumur terdekat dengan reaktor Kartini diukur radioaktivitas beta totalnya dengan alat cacah latar rendah (Low Background Counter). Hasil pengukuran radioaktivitas beta total air sumur 4 lokasi terdekat ini dibandingkan tingkat radioaktivitasnya dengan airsumur di lokasi yang jauh dari reaktor dan juga dengan peraturan Bapeten Nomor 02/Ka-BAPETEN/V-99. Dari hasil pengukuran tidak ditemui adanya indikasi adanya lepasan radioaktivitas ke lingkungan dari reaktor Kartini dimana rerata radioaktivitas gross beta air sumur dari Bulan Juni sampai dengan Desember 2006 untuk sumur sebelah Barat 0,22 Bq/l; Selatan 0,19 Bq/l; Timur 0,16 Bq/l dan Utara 0,14 Bq/l, masih di bawah batasan yang diijinkan BAPETEN sebesar 0,4 Bq/l.

*Kata kunci: radioaktivitas latar rendah, radioaktivitas lingkungan, analisis beta total*

### ***Abstract***

**THE EVALUATION OF ENVIRONMENTAL WATER RADIOACTIVITY AROUND KARTINI REACTOR AFTER THE EARTHQUAKE ON MAY 27, 2006.** To assure the safety aspect of public and environmental around the Kartini reactor after the earthquake on the day of 27<sup>th</sup> May 2006 around 05.55 AM, the gross beta radioactivity measurement of well water around Kartini reactor have been done. The nearest four location are; West, East, North and South side of the reactor. The data of observation used as a complement of the water environment radioactivity data in the routine monitoring program. The gross beta radioactivity of the well water from four location nearest the reactor were measured by low background counter equipped with anticoincidence system. The result of measurement compared to the measurement data of well water radioactivity took from location far away from the Kartini reactor and also to the regulation issued by the BAPETEN Number 02/Ka-BAPETEN/V-99. From the measurement there is no indication radionuclide released from the reactor because the average of gross beta radioactivity of well water from June until December 2006 were 0,22 Bq/l at the West; 0,19 Bq/l at the South; 0,16 Bq/l at the East and 0,14 Bq/l at the North side still less than the recommended value 0,4 Bq/l.

*Keywords: low level radioactivity, environmental radioactivity, gross beta analysis*

### **LATAR BELAKANG**

Pada tanggal 27 Mei 2006, sekitar pukul 05.55 WIB terjadi gempa hebat dengan

kekuatan  $\pm 5,9$  SR (Skala Richter) yang mengguncang D.I Yogyakarta dan daerah Jawa Tengah. Gempa yang terjadi di wilayah-wilayah tertentu (khususnya Kabupaten Bantul)

meluluh lantakkan bangunan-bangunan perumahan, perkantoran serta infrastruktur lainnya.

Seperti telah diketahui bahwa Indonesia merupakan pertemuan antara 2 jalur gempa yaitu rangkaian Sirkum Pasifik atau "Great Earthquake Belt" dan rangkaian Mediterania atau "Trans Asiatic Earthquake Belt". Dari pertemuan 2 jalur tersebut maka jelaslah Indonesia merupakan daerah gempa. Sedangkan ukuran besarnya gempa tergantung pada jarak dengan pusat gempa, tetapi yang langsung dapat mempengaruhi bangunan adalah intensitas local dari gempa itu, yaitu besar kecilnya getaran di tempat konstruksi bangunan, secara kuantitatif intensitas gempa setempat dinyatakan dengan "Ground Surface Acceleration" dengan satuan *gall* ( $\text{cm/detik}^2$ ). Daerah Yogyakarta sendiri terletak antara (0,15 – 0,30) *gall*. Karena berada di lereng selatan gunung Merapi yang masih aktif, yang mempunyai batuan endapan vulkanis muda dengan porositas yang tinggi serta kekompakan yang rendah, maka pengaruh kegempaan mendapat perhatian khusus<sup>(1)</sup>.

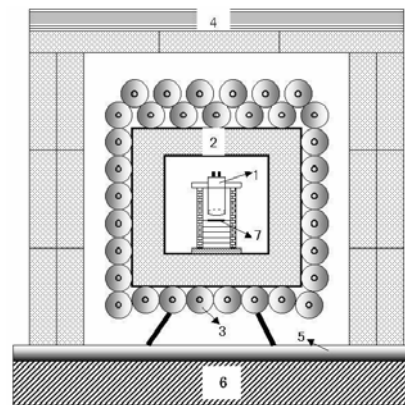
Fasilitas Nuklir PTAPB yang berlokasi di Dusun Babarsari, Desa Catur Tunggal, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, juga terimbas gempa yang terjadi tanggal, 27 Mei 2006 tersebut, sehingga beberapa fasilitas gedung perkantoran mengalami kerusakan ringan.

Dalam rangka untuk menjamin tingkat keamanan/keselamatan masyarakat dan lingkungan sekitar fasilitas nuklir dari aspek radiologis pasca terjadinya gempa, telah dilakukan beberapa langkah antisipasi yaitu melakukan pemantauan dan analisis yang bersifat insidental (tambahan) terhadap radioaktivitas beta total air sumur penduduk dari 4 lokasi sumur penduduk di sebelah Barat, Timur, Utara dan Selatan yang jaraknya paling dekat dari pusat reaktor Kartini. Kegiatan ini dimaksudkan untuk melengkapi data pemantauan radioaktivitas lingkungan yang rutin dilaksanakan yang meliputi analisis radioaktivitas beta total sampel air, tanah dan rumput.

## TATA KERJA

### Alat dan Bahan

1. Sampel air sumur dari 4 lokasi yaitu Barat, Timur, Utara dan Selatan reaktor.
2. Cawan Porselin
3. Kompur Listrik
4. Stop Watch
5. Planset
6. Timbangan Sartorius
7. KCl standar
8. Alat Cacah Gross Beta latar rendah (Low Background Counter) dengan sistem antikoinsiden.



Gambar 1. Sistem Alat Latar Rendah Gross Beta Dengan Sistem Antikoinsiden

### Keterangan:

1. Nuclear Chicago Model 108, seri 1113(GM end Window/Tingkap ujung)
2. Timbal (perisai dalam)
3. GM Model BCL-62 (GM payung)
4. Timbal (perisai luar)
5. Lempeng besi
6. Landasan Semen
7. Plancet cuplikan

### Cara Kerja

#### Uji kestabilan alat

Untuk menguji kestabilan alat cacah terhadap pengaruh tegangan operasi detector dan lingkungan, tes chi-kuadrat dilakukan dengan menggunakan Sr-90, karena merupakan sumber pemancar beta. Sr-90 di masukkan ke dalam ruang cacah persis di bawah detektor dan dioperasikan pada tegangan optimum, pencacahan dilakukan selama 10 kali masing-masing selama 1 menit.<sup>(2)</sup>

#### Kalibrasi alat LBC

LBC digunakan untuk mencacah radioaktivitas lingkungan, maka sumber baku yang digunakan untuk mengkalibrasi harus sesuai dengan jenis radionuklida yang terdapat dalam air, tanah dan tumbuhan. Jenis radionuklida dalam air, tanah dan tumbuhan yang dominan adalah K-40, maka sumber standar yang digunakan untuk mengkalibrasi alat cacah latar rendah gross beta adalah  $^{40}\text{K}$  dalam KCl. Senyawa KCl dalam bentuk bubuk ditimbang dan dicacah masing-masing selama 10 menit dengan variasi berat 0,05 sampai dengan 1,80 gram dengan interval setiap 0,05 gram.

#### Sampling dan preparasi cuplikan

Dilakukan pengambilan sampel air sumur penduduk sebanyak ( $\pm 2\ 000$  ml) dari lokasi sebelah Barat, Timur, Utara dan Selatan reaktor ke dalam jirigen plastik. Air sumur tersebut kemudian diukur volumenya dengan labu ukur dan kemudian dituang ke dalam cawan porselin dan diuapkan secara perlahan di atas kompor listrik sampai tersisa  $\pm 10$  ml. Kemudian volume yang tersisa dicuplik ke dalam planset aluminium sampai benar-benar tidak terdapat sisa di dalam cawan porselin. Residu air sampel yang terdapat di dalam planset ditentukan beratnya. Cuplikan siap untuk di cacah dengan alat cacah latar rendah.

Untuk menghitung radioaktivitas Beta Total cuplikan air digunakan rumus sebagai berikut:

$$A = \frac{C}{E \cdot V} \text{ Bq/l} \quad (1)$$

dengan:

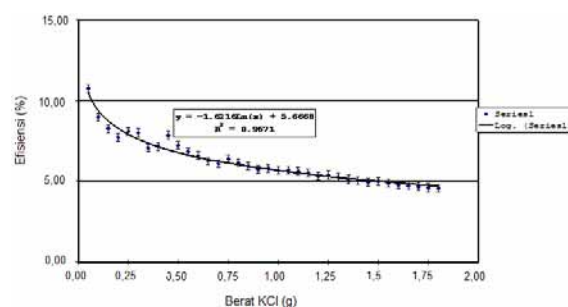
- A : Aktivitas sampel (Bq/l)
- C : Cacah netto cuplikan (Cps)
- E : Efisiensi (%)
- V : Volume sampel (lt)

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam analisis radioaktivitas sampel lingkungan dengan aktivitas yang sangat rendah disamping memerlukan metode analisis yang tepat, juga dibutuhkan peralatan dengan unjuk kerja yang baik. Unjuk kerja alat yang baik meliputi kestabilan respon alat terhadap zarah radioaktif yang datang, dan juga faktor kalibrasi alat yang baik. Untuk pengujian kestabilan alat

dilakukan uji  $\chi^2$  dengan menggunakan sumber standar  $^{90}\text{Sr}$  yang dicacah 10 kali dengan waktu setiap pencacahan selama 1menit. Dari hasil pencacahan dan perhitungan di dapat nilai  $\chi^2=12,17$  dengan jumlah data 10. Dari tabel harga batas Chi-kuadrat dengan tingkat kepercayaan 95%, diketahui bahwa nilai  $\chi^2$  berada diantara 3,3 - 16,9 yang berarti respon alat cacah LBC terhadap partikel radioaktif adalah stabil dan layak digunakan.

Untuk membuat kurva kalibrasi, KCl standar (reagent grade) dengan berat 0,05 sampai dengan 1,8 gram ditimbang, kemudian dicacah dan dihitung effisiensinya. Dari nilai efisiensi yang di dapat lalu diplotkan ke dalam kurva logaritma, dimana persamaan yang di dapat adalah  $Y=-1,6216 \ln(x)+5,6668$  dan koefisien korelasinya ( $R^2$ )=0,9671. Kurva kalibrasi efisiensi versus berat (gram) dapat dilihat pada Gambar 2, di bawah berikut.



Gambar 2. Grafik Kalibrasi Effisiensi LBC Dengan KCl

Hasil pengukuran radioaktivitas gross beta air sumur kontrol (lokasi yang relatif jauh dari reaktor Kartini (Kontrol Selatan sekitar 1 km dan kontrol Utara sekitar 5 km) dari instalasi nuklir PTAPB dapat dilihat dari Tabel 1. Sedangkan radioaktivitas beta total air sumur di lokasi yang berdekatan (100 m) dari reaktor Kartini dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah.

Tabel 1. Data Pengukuran Radioaktivitas Air Sumur Di 2 (Dua) Lokasi Kontrol Selatan Dan Kontrol Utara Sebelum Gempa.

No	Tanggal	Radioaktivitas Air (Bq/L)	
		Kontrol Di Selatan	Kontrol Di Utara
1	18 Nopember '05	0.16	0.21
2	26 Desember '05	0.28	0.31
3	12 Januari '06	0.19	0.20
4	23 Pebruaru '06	0.27	0.21
5	29 Maret '06	0.18	0.27
6	11 April '06	0.19	0.27
7	18 Mei '06	0.19	0.27
	$\Sigma(X)$	1,46	1,74
	Rata-Rata	0,21	0,25

Keterangan : sebelum gempa

Tabel 2. Data Pengukuran Radioaktivitas Air Sumur Penduduk Di 4 (Empat) Lokasi Terdekat Dalam Radius 100 M Dari Reaktor Kartini Setelah Gempa Dalam Bq/Liter.

No	Tanggal	Radioaktivitas Air (Bq/L)			
		Selatan	Barat	Utara	Timur
1	20 Juni '06	0.18	0.26	0.1	0.14
2	19 Juli '06	0.23	0.15	0.12	0.13
3	24 Agustus '06	0.24	0.18	0.24	0.26
4	23 September '06	0.18	0.29	0.10	0.14
5	22 Oktober '06	0.18	0.25	0.12	0.13
6	22 Nopember '06	0.21	0.23	0.16	0.18
7	22 Desember '06	0.14	0.19	0.15	0.15
	$\Sigma(X)$	1.36	1.55	0.99	1.13
	Rata-Rata	0.19	0.22	0.14	0.16

Keterangan : setelah gempa

Untuk analisis ada tidaknya perubahan tingkat radioaktivitas air sumur penduduk yang

terdekat dari fasilitas nuklir PTAPB akibat terjadinya gempa bumi maka dilakukan uji-t (t student) dengan membandingkan data radioaktivitas gross beta air sumur penduduk pada lokasi yang terdekat dari reaktor Kartini (Barat, Timur, Utara dan Selatan) setelah terjadinya gempa dengan data radioaktivitas gross beta air sumur di lokasi kontrol (berjarak 1 dan 5 km) dari reaktor Kartini sebelum terjadinya gempa. Perhitungan menggunakan rumus berikut: <sup>(3)</sup>

$$S = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N_X} + \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N_Y}}{N_X + N_Y - 2}} \quad (2)$$

$$T_h = \frac{X_{\text{rerata}} - Y_{\text{rerata}}}{S \cdot \sqrt{\frac{1}{N_X} + \frac{1}{N_Y}}} \quad (3)$$

dengan:

S = standar deviasi

Nx, Ny = derajat bebas

X = sebelum gempa

Y = sesudah gempa

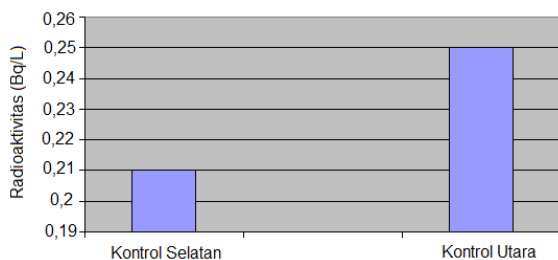
Dari hasil uji-t dapat dilihat bahwa nilai t hitung lebih kecil dari nilai t Tabel yaitu dengan tingkat kepercayaan 95% yang berarti adanya gempa yang melanda Jogja dan sekitarnya tidak memberikan dampak radiologis pada air sumur penduduk terdekat dari pusat reaktor Kartini. Hasil uji-t antara air sumur terdekat setelah gempa dengan air sumur kontrol sebelum gempa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji-T Radioaktivitas Gross Beta Air Sumur Sebelum dan Sesudah Gempa

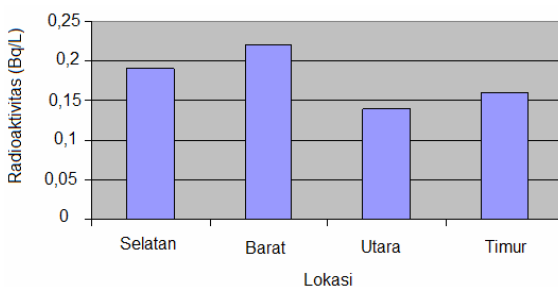
No		Kontrol Selatan (sebelum gempa)				Kontrol Utara (sebelum gempa)			
		Selatan	Barat	Utara	Timur	Selatan	Barat	Utara	Timur
1	S	0,512	0,804	0,395	0,440	0,510	0,583	0,391	0,437
2	Th	0,068	0,043	0,088	0,079	0,404	0,353	0,525	0,471
3	Tt	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782	1,782

Apabila dibandingkan dengan data radioaktivitas gross beta untuk air lingkungan mengacu pada SK.Ka.BAPETEN Nomor 02/Ka-BAPETEN/V-99, rerata radioaktivitas gross beta di ke empat lokasi sumur penduduk

terdekat masih jauh di bawah batas yang diijinkan sebesar 0,4 Bq/l.<sup>(4)</sup> Hal ini menunjukkan tidak adanya indikasi lepasan radionuklida yang terdeteksi pada air sumur 4 lokasi terdekat dari reaktor Kartini.



Gambar 3. Radioaktivitas Gross Beta Air Sumur Kontrol (Jarak 1 Dan 5 Km Dari Pusat Reaktor) Sebelum Gempa



Gambar 4. Radioaktivitas Gross Beta Air Sumur Terdekat Setelah Gempa.

Apabila dilihat radioaktivitas gross beta komponen lingkungan lain (seperti tanah dan rumput) sebelum terjadinya gempa dan sesudah terjadinya gempa dari hasil pemantauan rutin di sekitar lokasi reaktor sampai dengan radius 5000 meter dari pusat reaktor dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah berikut. Terlihat bahwa jangkauan pengukuran radioaktivitas gross beta sampel tanah dan sampel rumput periode sebelum dan sesudah gempa tidak berbeda nyata.

Tabel 4. Radioaktivitas Gross Beta Sampel Rumput Dan Tanah Saat Sebelum dan Sesudah Gempa.

Bulan	Radioaktivitas gross beta rumput (Bq/g.abu)		Radioaktivitas gross beta tanah (Bq/g)	
	Min	Max	Min	Max
Januari-Mei (sebelum gempa)	1,72 ± 0,25	6,85 ± 0,40	0,37 ± 0,11	0,61 ± 0,12
Juni-Oktober (sesudah gempa)	2,40 ± 0,27	6,91 ± 0,41	0,34 ± 0,11	0,60 ± 0,12

## KESIMPULAN

1. Hasil uji-t menunjukkan bahwa untuk seluruh lokasi pengambilan air sumur terdekat (Barat, Timur, Utara dan Selatan) dibandingkan dengan kontrol tidak ada beda nyata antara radioaktivitas gross beta yang terukur baik sebelum dan sesudah terjadinya gempa, terlihat bahwa t-hitung lebih kecil dari t-Tabel.
2. Radioaktivitas gross beta air yang terukur masih di bawah batas yang diijinkan menurut SK.Ka.BAPETEN No. 02/Ka-BAPETEN/V-99.
3. Tidak ada dampak radiologis di sekitar reaktor Kartini setelah terjadinya gempa 27 Mei 2006

## DAFTAR PUSTAKA

1. P3TM, 2005, "Audit Lingkungan", PT Juang Jaya Nusantara, Jakarta.

2. SURATMAN., 1996, "Pengukuran Radioaktivitas Beta", BATAN, Yogyakarta.
3. EVA YOSIDA, 1992, "Studi Pencemaran Zat Radioaktif pada saluran pembuangan sebelum dan sesudah melewati instalasi nuklir PPNY-BATAN", *Skripsi STTL-YLH*, Yogyakarta..
4. "SK.Ka BAPETENNo.02/Ka-BAPETEN/V-99 TENTANG Baku Tingkat Radioaktivitas Di Lingkungan".

