

PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP RADIOAKTIVITAS GROSS BETA PADA SAMPEL JATUHAN (*FALL OUT*)

SISWANTI, GEDE SUTRENA W

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

Abstrak

PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP RADIOAKTIVITAS GROSS BETA PADA SAMPEL JATUHAN. Telah dilakukan pengukuran curah hujan dan radioaktivitas gross beta pada sampel jatuhan di sekitar reaktor Kartini. Tujuan pokok kegiatan ini adalah untuk mengetahui pengaruh tingkat curah hujan terhadap fluktuasi radioaktivitas jatuhan di lingkungan Reaktor Kartini sehingga dapat dipakai untuk memprediksi apakah fluktuasi tingkat pengukuran radioaktivitas jatuhan dipengaruhi oleh curah hujan. Lokasi sampling berada di sebelah barat pada jarak 100 m dari reaktor Kartini diambil 1(satu) titik lokasi. Sampel jatuhan ada 2 macam, yaitu jatuhan basah berupa air hujan dan embun serta jatuhan kering yang berupa debu, diambil 1 (satu) bulan sekali. Sampel jatuhan basah diaduk atau dibuat homogen, diukur volumenya di lokasi sampling, jika volumenya ≥ 2 liter tidak diukur seluruhnya dan diambil sebanyak 2 liter saja, sedangkan jika volumenya ≤ 2 liter maka diambil semua. Sampel jatuhan kering diambil dengan melarutkan debu yang menempel di permukaan penampung dengan air suling. Sampel dituangkan ke dalam cawan porselin dan diuapkan menggunakan kompor listrik, sampai volumenya tinggal ± 10 ml. Untuk curah hujan dilakukan pengukuran menggunakan gelas ukur di tempat lokasi. Hasil pengukuran radioaktivitas beta total pada jatuhan di sekitar reaktor Kartini tahun 2007 berkisar antara $3,88 \pm 1,65$ s/d $34,57 \pm 1,61$ Bq/m²/bln Data tertinggi berada pada bulan Nopember yaitu sebesar $34,57 \pm 1,61$ Bq/m²/bln dan yang terendah berada pada bulan Oktober yaitu sebesar $3,88 \pm 1,65$ Bq/m²/bln Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan April sebesar 3980 ml dan terendah pada bulan Oktober sebesar 80 ml. Tidak terjadi korelasi antara tingkat curah hujan dengan fluktuasi radioaktivitas gross beta jatuhan.

Kata kunci : Radioaktivitas, jatuhan, gross beta

Abstract

INFLUENCE OF RAINFALL TO GROSS BETA BE TO RADIOACTIVITY ON FALL OUT SAMPLE. The main purpose of environmental radioactivity monitoring to know the influence of rainfall to fall out fluctuation in Kartini reactor environment. From this data could be predicted the fluctuation level measuring radioactivity at fall out influence by rainfall. There are two samples at fall out, the first wet fall out shape of rain water and dew with dry fall out shape of dust, take of one month. Sampling location on 100 m reactor's west is taken one location. Sampling location on 100 m reactor's west is taken one location. Samples wet fall out was mixed or made homogenize measure of volume if the volume ≥ 2 l, so take it 2 l only, then if the volume ≤ 2 l so take away at all. Sample dry fall out take with dissolved dust which adhere the bare of fall out collector were solved with aquadest. Sample put in bowl porselin and sistem use electric stove until the volume stay ± 10 ml. And rain fall is measured use by glass on location. Result skown between $3,9 \pm 1,6$ Bq/m²/month to $34,6 \pm 1,6$ Bq/m²/month. The highest data was in November which is $34,6 \pm 1,6$ and the lowest is in October which is $3,9 \pm 1,6$. The highest rainfall was in April in the amount of 3980 ml and the lowest was at October in the amount of 80 ml. There is no correlation between rainfall and fall out radioactivity fluctuation.

Keywords : Radioactivity, fall out, gross beta

PENDAHULUAN

Setiap kegiatan yang melibatkan fasilitas nuklir, baik berupa reaktor riset, industri nuklir maupun laboratorium yang menggunakan radioisotop, dituntut untuk melakukan pemantauan dan pengawasan radioaktivitas lingkungan. Kegiatan analisis radioaktivitas lingkungan, bertujuan untuk melindungi manusia dan alam sekitarnya terhadap kemungkinan bahaya radiasi. Komponen lingkungan yang tingkat aktivitasnya diukur salah satunya adalah jatuhnya. Sejak berdirinya Reaktor Kartini Yogyakarta telah dilakukan pemantauan radioaktivitas jatuhnya secara rutin dan berkesinambungan. Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat radioaktivitas jatuhnya di lingkungan Reaktor Kartini. Pada kegiatan kali ini tingkat curah hujan bulanan diukur. Ini diduga merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi fluktuasi jatuhnya. Tingkat curah hujan dan jatuhnya diamati untuk mendapatkan apakah ada pengaruh tingkat curah hujan terhadap radioaktivitas jatuhnya. Dengan melihat sifat curah hujan yaitu bawah normal (BN), normal (N) dan atas normal (AN). Adapun cuplikan yang diambil adalah jatuhnya (*Fall out*) setiap bulan. Mengingat bahwa Reaktor Kartini termasuk type reaktor riset dengan daya hanya 100 kw, peningkatan radioaktivitas lingkungan dari pengoperasiannya, relatif sangat kecil. Adanya radioaktivitas lingkungan antara lain dari debu jatuhnya, radioaktif alam ialah seperti K-40 atau berasal dari pelapukan mineral yang mengandung radionuklida primordial. Pelaksanaan pengukuran radioaktivitas lingkungan ini dilakukan dengan cara tidak langsung yaitu dengan pengambilan sampel di lapangan. Sampel jatuhnya ada 2 macam, yaitu jatuhnya basah berupa air hujan dan embun serta jatuhnya kering yang berupa debu, diambil 1 (satu) bulan sekali. Sampel jatuhnya basah diaduk atau dibuat homogen, diukur volumenya di lokasi sampling, jika volumenya ≥ 2 liter tidak diukur seluruhnya dan diambil sebanyak 2 liter saja, sedangkan jika volumenya ≤ 2 liter maka diambil semua. Sampel jatuhnya kering diambil dengan melarutkan debu yang menempel di permukaan penampung dengan air suling, sampel dituangkan ke dalam cawan porselin dan diuapkan menggunakan kompor listrik, sampai volumenya tinggal ± 10 ml.

Untuk curah hujan dilakukan pengukuran menggunakan gelas ukur di tempat lokasi. Preparasi sampel dan pengukuran dilakukan di laboratorium yang hanya mengukur radioaktivitas beta total karena metode ini cukup sederhana namun memenuhi persyaratan untuk seleksi cuplikan, jika diperlukan analisis lanjut^[4]. Penentuan radioaktivitas beta total cuplikan jatuhnya dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Aktivitas beta total} = \frac{c \times V \times 100}{2 \times E \times \phi} \text{ Bq/m}^2/\text{bln}$$

Dengan :

C = Cacah cuplikan (cps)

E = Efisiensi alat cacah (%)

V = Volume sampel (liter)

ϕ = Luas penampang tampungan (m^2)

METODE

Bahan

Sampel jatuhnya, *aquadest*

Alat

Alat pencacah Beta *LBC*, pencatat waktu. Planset, cawan porselin, jerigen, kompor listrik, timbangan digital, *hot plate* dan gelas ukur.

Cara Kerja

Pengukuran Radioaktivitas

Sampel jatuhnya ada 2 macam yaitu jatuhnya basah berupa air hujan dan embun serta jatuhnya kering yang berupa debu. Sampel jatuhnya basah diaduk atau dibuat homogen, diukur volumenya, jika volumenya ≥ 2 liter, hanya diambil sebanyak 2 liter saja; sedangkan jika volumenya ≤ 2 liter diambil semua dan sampel jatuhnya kering diambil dengan melarutkan debu yang menempel di permukaan penampung dengan air suling kemudian dituangkan ke dalam cawan porselin dan diuapkan menggunakan kompor listrik sampai volumenya tinggal sekitar 10 ml, selanjutnya residu tersebut dimasukkan ke dalam planset yang sudah diketahui beratnya dan dikeringkan dengan *hot plate* (Gambar 2). Untuk melarutkan residu yang masih tertinggal digunakan air suling dan setelah kering cuplikan ditimbang (Gambar. 3) dan akhirnya dicacah dengan alat

cacah latar rendah atau *Low Background Counter* (Gambar.4).

Pengukuran Curah Hujan

Air hujan yang tertampung pada tabung kolektor alat ukur curah hujan di ukur menggunakan gelas ukur secara langsung dengan membuka kran (Gambar. 1).



Gambar 1. Gelas Ukur



Gambar 2. Alat Pemanas *Hot Plate*



Gambar 3. Neraca Analitik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel jatuhan setelah diambil dan dipreparasi dan dikakukan pengukuran menggunakan alat cacah *Low Background Counter* (LBC) selama 20 menit dan dilakukan analisa.

Hasil analisisnya disajikan pada Table 1. berikut :

Tabel 1. Data Curah Hujan Dan Radiaktivitas Jatuhan

NO	BULAN	CURAH HUJAN (ml)	AKTIVITAS (Bq/m ² /bln)
1.	Januari	920	19,1 ± 1,2
2.	Pebruari	3705	11,8 ± 1,2
3.	Maret	2555	33,2 ± 1,3
4.	April	3980	6,3 ± 1,0
5.	Mei	350	6,5 ± 1,1
6.	Juni	0	4,1 ± 1,8
7.	Juli	0	22,3 ± 1,8
8.	Agustus	0	5,7 ± 1,8
9.	September	0	5,7 ± 1,7
10.	Oktober	80	3,9 ± 1,7
11.	Nopember	1755	34,6 ± 1,6
12.	Desember	6790	37,1 ± 1,4

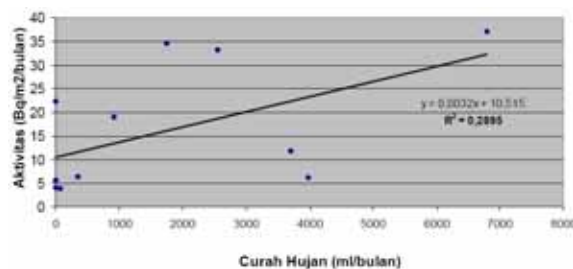
Pengukuran radioaktivitas lingkungan sekitar Reaktor Kartini telah dilakukan sejak sebelum Reaktor Kartini beroperasi dari tahun 1975 s.d. 1978 dan setelah reaktor itu beroperasi pada tahun 1979 hingga sekarang. Pengukuran radioaktivitas lingkungan sebelum reaktor beroperasi untuk mendapatkan data rona awal radioaktivitas di lingkungan sekitar reaktor. Data rona awal radioaktivitas ini akan digunakan sebagai pembanding terhadap radioaktivitas lingkungan di sekitar Reaktor Kartini setelah reaktor itu beroperasi. Dari perbandingan data pemantauan radioaktivitas lingkungan sebelum dan sesudah reaktor beroperasi, akan dapat diketahui ada tidaknya kenaikan radioaktivitas lingkungan yang disebabkan beroperasinya Reaktor Kartini.

Operasi Reaktor Kartini kemungkinan memberikan dampak terhadap lingkungan, sedangkan dampak negatif yang ditimbulkan adalah kemungkinan peningkatan radioaktivitas ke lingkungan. Adanya peningkatan radioaktivitas yang ditimbulkan oleh pengoperasian reaktor di lingkungan akan memberikan sumbangan penerimaan dosis radiasi bagi masyarakat dan makhluk hidup lain di lingkungan, melalui jalur pernafasan, pencernaan maupun penyerapan melalui kulit^[1]. Oleh karena itu pemantauan secara rutin

terhadap radioaktivitas lingkungan sekitar reaktor perlu dilakukan, misalnya pemantauan terhadap jatuhan, rumput, tanah, maupun air karena semua itu merupakan jalur (*pathway*) zat-zat radioaktif dapat mencapai manusia^[5].

Pengukuran curah hujan merupakan bagian dari kegiatan pemantauan cuaca, yang merupakan salah satu sarana untuk mengetahui pola penyebaran radionuklida di lingkungan dari kegiatan Reaktor maupun jatuhan radioaktif. Sejak berdirinya Reaktor Kartini Yogyakarta telah dilakukan pemantauan radioaktivitas jatuhan secara rutin dan berkesinambungan. Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat radioaktivitas jatuhan (*fall out*) di lingkungan Reaktor Kartini. Kegiatan pengukuran tingkat curah hujan ini telah dilakukan secara rutin setiap hari dan hasilnya merupakan salah satu parameter yang diduga mempengaruhi fluktuasi radioaktivitas jatuhan (*fall out*) yang terukur, curah hujan dan jumlah jatuhan diamati untuk mendapatkan apakah ada pengaruh tingkat curah hujan terhadap radioaktivitas jatuhan (*fall out*).

Berdasarkan grafik hubungan curah hujan vs aktivitas dapat dilihat nilai regresi $R^2 = 0,2895$, hal ini menunjukkan bahwa pengaruh curah hujan terhadap jatuhan (*fall out*) tidak signifikan. Pada bulan Juni sampai September dengan jumlah curah hujan sangat rendah atau sama dengan 0 aktivitas jatuhan tetap ada, karena jatuhan tidak tergantung pada banyaknya curah hujan dengan kata lain jatuhan (*fall out*) dapat berupa jatuhan kering (debu). Pada bulan April dan Desember dengan curah hujan cukup tinggi (3980 dan 6790 ml/bln) pengukuran aktivitas *fall out* menunjukkan hasil yang berbeda, bulan April memberikan kontribusi aktivitas jatuhan cenderung rendah ($6,3 \text{ Bq/m}^2/\text{bln}$). Sedangkan bulan Desember didapatkan hasil aktivitas jatuhan cenderung tinggi ($37,0 \text{ Bq/m}^2/\text{bln}$). Dari bulan Januari sampai Desember terjadi fluktuasi aktivitas jatuhan dimana hal ini tidak dipengaruhi banyaknya curah hujan.



Gambar 4. Curah Hujan vs Aktivitas Jatuhan (*Fall Out*)

Pengukuran radioaktivitas yang dilaksanakan pada sampel jatuhan yaitu pengukuran beta total yang merupakan teknik pengukuran kuantitatif yang menentukan jumlah kandungan radionuklida pemancar beta. Pengukuran kadar radioaktivitas beta secara kuantitatif ini dengan menggunakan alat GM-LBC, yaitu pengukuran radioaktivitas beta secara kuantitatif ini tidak dapat membedakan berasal dari radionuklida mana radioaktivitas yang tercacah^[5]. Metode gross beta adalah salah satu metode pengukuran kadar radioaktivitas yang mengukur aktivitas beta keseluruhan dari satu atau lebih radionuklida. Metode ini mengukur aktivitas beta dari suatu sampel, tanpa membedakan berasal dari radionuklida yang mana^[5], sehingga yang terukur adalah semua aktivitas beta dari campuran radionuklida dalam sampel. Pengukuran ini dilakukan karena kebanyakan radioaktivitas lingkungan berasal dari jatuhan hasil belah percobaan ledakan nuklir yang pada umumnya merupakan pemancar beta^[6]. Alasan lain adalah pengukuran ini dapat dilakukan dengan cepat untuk cuplikan yang sangat banyak jumlahnya, serta karena pengukuran ini cukup layak untuk digunakan dalam membandingkan tingkat aktivitas dan untuk memilih cuplikan yang dapat dianalisa lebih lanjut. Pemantauan radioaktivitas *gross* beta ini dilakukan pada sampel jatuhan yang ada di sekitar Reaktor Kartini PTAPB-BATAN Yogyakarta.

Hasil pengukuran radioaktivitas rerata *gross* beta pada sampel jatuhan di sekitar Reaktor Kartini pada tahun 2007 dari bulan Januari s/d Desember 2007 antara $3,9 \pm 1,7 \text{ Bq/m}^2/\text{bln}$ s/d $37,0 \pm 1,4 \text{ Bq/m}^2/\text{bln}$. Data tertinggi pada bulan Desember sebesar $37,0 \pm 1,4 \text{ Bq/m}^2/\text{bln}$ dan yang terendah pada bulan Oktober sebesar $3,9 \pm 1,7 \text{ Bq/m}^2/\text{bln}$ sedangkan data beta total pada jatuhan sebelum reaktor beroperasi berkisar antara 0,7178 – 57,276

Bq/m²/bln. Nilai radioaktivitas *gross* beta pada sampel jatuhan yang diambil pada tahun 2007 berfluktuatif.

Semua data hasil pengukuran radioaktivitas *gross* beta pada tahun 2007 masih berada di bawah nilai rona awal radioaktivitas sebelum reaktor Kartini beroperasi (digunakan sebagai batas ambang) yaitu ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel. 2. Data Gross Beta Sebelum Reaktor Kartini Beroperasi

No.	Jenis Cuplikan	Data radioaktivitas awal
1	Air	0,0074 – 1,184 Bq/l
2	Tanah	0,1854 – 1,087 Bq/g
3	Tanaman	0,4784 – 10,931 Bq/g
4	Jatuhan	0,7178 – 57,276 Bq/m ² /bln

Sumber: BATAN (1979)

Untuk memperkuat kesimpulan tersebut pengukuran radioaktivitas *gross* beta pada jatuhan 2007 tidak mengalami kenaikan dibandingkan data sebelum reaktor beroperasi. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi kenaikan radioaktivitas lingkungan, yang berarti di kawasan Reaktor Kartini antara sesudah dengan sebelum beroperasinya reaktor tersebut. Seperti telah dikemukakan di atas bahwa unsur radioaktivitas tidak dapat dikendalikan karena penyebaran unsur radioaktivitas dipengaruhi oleh keadaan meteorologi seperti kondisi cuaca, angin dan lain-lain.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran radioaktivitas *gross* beta jatuhan pada tahun 2007, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran beta total pada jatuhan di sekitar reaktor Kartini tahun 2007 berkisar antara $3,9 \pm 1,7$ Bq/m²/bln s/d $37,0 \pm 1,4$ Bq/m²/bln.
2. Data tertinggi pada bulan Desember sebesar $37,0 \pm 1,4$ Bq/m²/bln dan yang terendah pada bulan Oktober sebesar $3,9 \pm 1,7$ Bq/m²/bln.
3. Tidak ada korelasi antara tingkat curah hujan dengan fluktuasi radioaktivitas beta total jatuhan.

DAFTAR PUSTAKA

1. ABIDIN, Z. 1996, "Evaluasi Data Pemantauan Radioaktivitas Lingkungan di Daerah Kawasan Reaktor Kartini", Fakultas Teknik Jurusan Teknik Nuklir Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Skripsi.
2. AGUS dan MURYONO, 2006, "Penentuan Faktor Transfer Radioaktivitas Dari Tanah ke Tumbuhan di Daerah Pemantauan Reaktor Kartini", Prosiding PPI – PDIPTN.
3. CEMBER, H, 1983, *Pengantar Fisika Kesehatan*. IKIP Semarang. Semarang.
4. SURATMAN. 1977. "Pengukuran Radioaktivitas-β", PPNY - BATAN. Yogyakarta.
5. WARDHANA, W.A. 1984. "Pengantar Teknik Analisis Radioaktivitas Lingkungan", Jurusan Teknik Nuklir Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
6. WARDHANA, W.A. 1994. *Teknik Analisis Radioaktivitas Lingkungan*. Andi Offset. Yogyakarta.

