



## EVALUASI DAMPAK RADIOLOGI PENGOPERASIAN REAKTOR KARTINI DAN RADIOAKTIVITAS ALAMI KAWASAN CALON TAPAK PLTN

ID0000073

M. Yazid, Gede Sutresna, Agus Sulistiyono, Ngasifudin  
Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta-BATAN

### ABSTRAK

**EVALUASI DAMPAK RADIOLOGI PENGOPERASIAN REAKTOR KARTINI DAN RADIOAKTIVITAS ALAMI KAWASAN CALON TAPAK PLTN.** Evaluasi dampak radiologi yang meliputi pengukuran radioaktivitas cuplikan air, tanah, rumput, udara dan radiasi gamma ambien di kawasan reaktor Kartini dan calon tapak PLTN Ujung Lemah Abang, Jepara, Jawa Tengah telah dilakukan. Tujuan penelitian ini untuk menentukan besarnya dampak radiologi pengoperasian di sekitar reaktor Kartini dan dibandingkan dengan radioaktivitas yang masih alami di kawasan calon tapak PLTN. Pada penelitian ini cuplikan air, tanah dan rumput diukur radioaktivitasnya menggunakan pencacah beta latar rendah dan identifikasi radionuklida dilakukan dengan spektrometri gamma latar rendah. Radioaktivitas udara diukur dengan alat cacah beta portabel, sedangkan radiasi gamma ambien diukur dengan detektor kamar ionisasi bertekanan tinggi portabel Model RSS-112 buatan Reuther-Stokes. Data pengukuran di kawasan reaktor Kartini kemudian dibandingkan dengan kawasan calon tapak PLTN yang masih merupakan ekosistem alami untuk mengevaluasi dampak pengoperasian reaktor. Dari hasil evaluasi dan komparasi tidak dijumpai indikasi terjadinya pelepasan radionuklida yang berasal dari kegiatan pengoperasian reaktor. Radioaktivitas rerata cuplikan air, tanah, rumput dan udara untuk kawasan reaktor Kartini berkisar antara 0,17 - 0,61 Bq/l; 0,47 - 0,74 Bq/g; 4,43 - 4,60 Bq/g.abu dan 49,53 - 70,90 x 10 Bq/cc. Sedangkan untuk kawasan calon tapak PLTN berkisar antara 0,06 - 0,90 Bq/l; 0,02 - 0,86 Bq/g; 1,68 - 8,07 Bq/g.abu dan 65,0 - 152,3 x 10 Bq/cc. Radiasi gamma ambien berkisar antara 6,9 - 36,7  $\mu$ rad/jam untuk kawasan reaktor dan 6,8 - 19,2  $\mu$ rad/jam untuk kawasan calon tapak PLTN.

### ABSTRACT

**EVALUATION OF RADIOLOGICAL IMPACTS ON THE OPERATING KARTINI REACTOR AND NATURAL RADIOACTIVITY OF THE SITE PLAN OF NUCLEAR POWER PLANT AREA.** This radiological impacts evaluation covered of radioactivity in water, soil, grass, air samples and ambient gamma radiation that have been carried out in the Kartini reactor area and in the site plan of nuclear power plant area at Ujung Lemah Abang, Jepara, Central Java. The aim of this research was to determine that radiological impacts in the environment around the Kartini reactor compared to natural radioactivity for site plan of nuclear power plant area. The radioactivity in the water, soil and grass samples were measured by low background beta counting system and were identified by low background gamma spectrometer. The radioactivity in the air samples was measured by beta portable counting system and the ambient gamma radiation was measured by portable high pressurized ionization chamber model RSS-112 Reuther-Stokes. The reactor data measurement was compared to the site plan of nuclear power plant area data for evaluation of radiological impacts on the operating reactor. From the evaluation and comparison can be concluded there are no indication of the radionuclide release from the reactor operation. The average radioactivity in the water, soil, grass and air samples from the reactor area were between 0.17- 0.61 Bq/l; 0.47-0.74 Bq/g; 4.43-4.60 Bq/g.ash and 49.53- 70.90 x 10 Bq/cc. The average radioactivity of those samples from the nuclear power plant area were between 0.06-0.90 Bq/l; 0.02-0.86 Bq/g; 1.68-8.07 Bq/g.ash and 65.0-152.3 x 10 Bq/cc. The ambient gamma radiation were between 6.9-36.7  $\mu$ rad/h for the reactor area and 6.8-19.2  $\mu$ rad/h for the nuclear power plant area.

### PENDAHULUAN

Manusia sepanjang sejarah hidupnya akan dan telah menerima paparan radiasi alamiah baik yang berasal dari sinar kosmik, radioaktivitas terestrial maupun dari dalam tubuhnya sendiri. Selain berasal dari radiasi alamiah, manusia juga mendapatkan tambahan radiasi buatan manusia yang berasal dari proses diagnostik dan terapi radiologi, radioaktivitas jatuhan serta aplikasi teknologi

nuklir dalam industri. Radiasi buatan ini sekarang memberikan kontribusi yang signifikan terhadap paparan radiasi total yang diterima manusia.[1]

Pemantauan terhadap tingkat radiasi lingkungan dapat dilakukan secara langsung atau dengan mengambil cuplikan lingkungan seperti air, tanah, biota serta udara. Namun dalam melakukan prakiraan dosis radiasi personal akan lebih cepat dan praktis jika dilakukan secara langsung dengan menem-

patkan thermoluminisensi dosimeter, detektor NaI(Tl), HPGe maupun detektor kamar ionisasi. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah detektor kamar ionisasi bertekanan tinggi (High Pressure Ionization Chamber) buatan Reuter-Stokes RSS-112. Instrumen ini digunakan untuk memperkirakan komponen penetrasi gamma dan sinar kosmik sekunder dari medan radiasi lingkungan. Besarnya laju paparan radiasi ini dipengaruhi oleh :

1. Radiasi sinar kosmik sekunder (Muons energi tinggi, foton dan elektron) pada lapisan bawah atmosfer.
2. Radiasi latar gamma alamiah dari radionuklida primordial dan anak turunya di dalam tanah dan udara.
3. Isotop antropogenik pemancar gamma dalam kaitannya dengan radiasi langsung dari fasilitas nuklir dan pengendapan jatuhnya. [2]

Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta mempunyai tugas melaksanakan penelitian dasar dan pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir. Dalam pelaksanaan tugas tersebut PPNY memiliki sebuah Reaktor Kartini dengan desain daya 250 kW beserta laboratorium penunjangnya antara lain : Lab. Kimia Nuklir, Instalasi Teknologi Proses, Balai Instrumentasi, Lab. Fisika Nuklir dan Atom, Bengkel Induk serta Lab. Proteksi Radiasi maupun Lab. Pengelolaan Limbah Radioaktif. Pelaksanaan kegiatan ini melibatkan pemakaian bahan mekanik, kimia maupun zat radioaktif dalam bentuk padat, cair maupun gas yang sangat berpotensi menimbulkan dampak negatif terutama pada kualitas air, air tanah dan udara di sekitarnya, yang kemungkinan terjadinya penyebaran bahan tersebut pada tumbuhan, hewan dan manusia serta komponen lingkungan lainnya sangat tergantung dari besarnya konsentrasi/radioaktivitas zat tersebut. [3]

Evaluasi dampak penting dari kegiatan PPNY terhadap komponen lingkungannya meliputi aspek fisiko-kimia yaitu kualitas tanah, udara, hidrologi, air dan air tanah. Sedangkan untuk aspek lainnya yang meliputi iklim, kebisingan, fisiografi serta dampak terhadap kehidupan biota darat maupun akuatik dinilai kurang penting karena intensitasnya yang relatif kecil, bersifat lokal dan dapat terbalikkan (*reversible*). Adapun

tolok ukur dampak yang dipantau ditentukan berdasarkan analisis dampak lingkungan menggunakan metode matrik. [4]

Pemantauan radioaktivitas lingkungan di kawasan Reaktor Kartini meliputi daerah dengan radius 5.000 meter. Cuplikan yang diambil meliputi air, tanah, tumbuhan serta udara. Adapun radioaktivitas yang diukur adalah radioaktivitas beta total karena dapat dilakukan dengan cepat dan cukup dapat digunakan untuk membandingkan tingkat aktivitas serta memilih cuplikan yang akan dianalisis radionuklidanya lebih lanjut. [5]

Kekhawatiran masyarakat akan terjadinya kerusakan ekosistem yang disebabkan oleh pengoperasian reaktor nuklir telah mendapatkan tanggapan yang positif baik dari masyarakat maupun pemerintah. Reaktor Kartini telah ber-operasi selama ±15 tahun. Selama kurun waktu tersebut Reaktor Kartini kemungkinan telah menimbulkan dampak terhadap lingkungannya, baik dampak fisiko-kimia, radiologik, dampak terhadap flora dan fauna, maupun dampak terhadap sosial-ekonomi dan budaya. Dalam penelitian ini dilakukan analisis perbandingan dampak radiologik kawasan Reaktor Kartini dengan kawasan calon tapak PLTN. Dengan perbandingan ini diharapkan dapat diketahui perubahan ekosistem yang terjadi sebagai akibat dari beroperasinya reaktor nuklir atau dari kegiatan lainnya ataupun sebagai akibat dari kegiatan kedua-duanya. Dengan demikian dapat diperoleh informasi yang berguna bagi masyarakat serta bahan masukan bagi para pengambil keputusan dalam melanjutkan program pembangunan yang berwawasan lingkungan.

## TATA KERJA

### Bahan dan Peralatan

- peralatan gelas
- asam nitrat 0,1 N
- air suling
- kompor listrik
- furnace
- hot plate
- lampu pemanas
- pompa hisap STAPLEX
- filter udara TFA-2133

- generator listrik
- alat cacah GM portabel dari Technical Associate
- alat cacah GM ORTEC
- LBC beta dengan sistem antikoinciden
- spektrometri gamma anticompton suppressi

## Cara Kerja

### Pengambilan dan preparasi cuplikan

Pengambilan cuplikan lingkungan dilakukan di pos-pos pengambilan pada radius 100, 200, 500, 1000, 1500 dan 5000 m dari reaktor Kartini.[5] Sedangkan untuk kawasan calon tapak PLTN diambil dari 5 lokasi di sekitar Ujung Lemah Abang.

Cuplikan air diambil sebanyak 2 liter dari tiap pos pengambilan. Air yang diambil adalah air sumur, air sungai, air PAM, air kolam, tergantung pada keadaan pos pengambilan. Air diuapkan sampai kering, residu ditampung dalam planset aluminium dan ditimbang.

Cuplikan tanah diambil sebanyak 100 gram dari tiap pos pengambilan. Tanah yang diambil pada luasan permukaan 1 m<sup>2</sup> sampai kedalaman 10 cm. Tanah dikeringkan, digerus dan dibuat homogen, ditimbang 1 gram, dimasukkan dalam planset aluminium.

Cuplikan rumput dan biota lainnya diambil sebanyak 200 gram berat basah dari tiap pos pengambilan, dipotong kira-kira 1 cm dari permukaan tanah pada luasan permukaan 1 m<sup>2</sup>. Selanjutnya diabukan dalam tungku pemanas pada suhu 400°C, abu dibuat homogen, ditimbang sebanyak 0,5 gram dan dimasukkan dalam planset aluminium.

Cuplikan udara diambil dengan pompa hisap bervolume tinggi Staplek dengan debit 1 meter kubik per menit yang dilengkapi dengan filter selulose TFA-2133. Pemompaan dilakukan selama 20 menit.

### Pencacahan dan perhitungan radioaktivitas

Pencacahan cuplikan air dilakukan dengan alat cacah beta latar rendah PPNY, alat cacah beta ORTEC untuk radioaktivitas beta pada cuplikan tumbuhan. Efisiensi pencacah beta ditentukan dengan menggunakan radio-

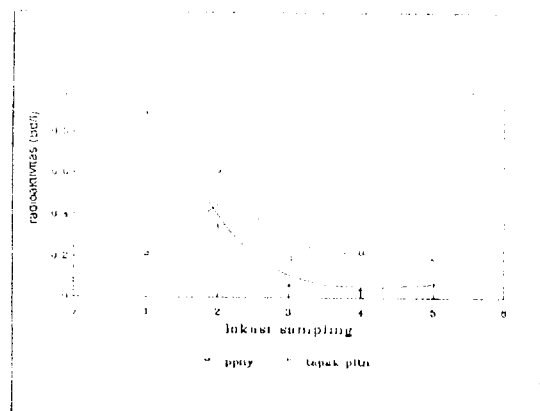
nuklida baku K-40 dalam KCl. Perhitungan radioaktivitas beta dalam cuplikan menggunakan rumus :

$$\text{Radioaktivitas} = \frac{\text{cacah per detik} \times 100}{\text{efisiensi pencacah}} \text{ Bq}$$

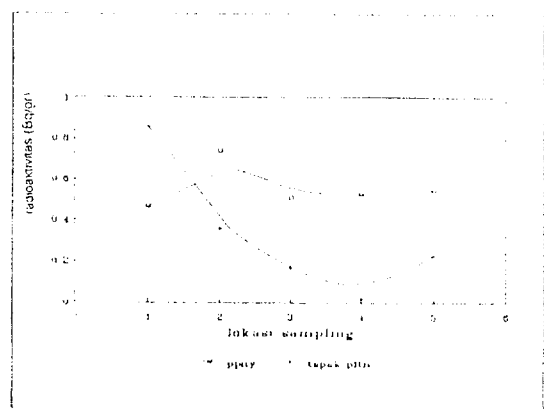
Selain itu, untuk identifikasi radionuklida pada berbagai contoh lingkungan tersebut dilakukan pula pencacahan dengan spektrometri gamma dengan sistem anticompton suppressi selama 18 jam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

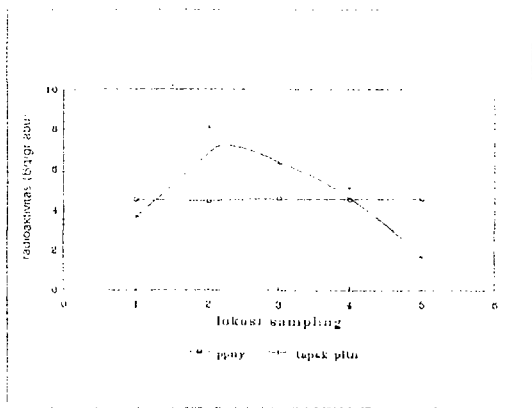
Data radioaktivitas rerata cuplikan air, tanah dan tumbuhan (rumput) untuk kawasan reaktor Kartini (PPNY) dan calon tapak PLTN, Ujung Lemah Abang, Jepara, Jawa Tengah dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 1 : Radioaktivitas air di kawasan PPNY dan calon tapak PLTN



Gambar 2 : Radioaktivitas tanah di kawasan PPNY dan calon tapak PLTN



Gambar 3 : Radioaktivitas rumput di kawasan PPNY dan calon tapak PLTN

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa radioaktivitas rerata untuk cuplikan air, tanah dan rumput untuk kawasan reaktor Kartini berkisar antara 0,17 - 0,61 Bq/l; 0,47 - 0,74 Bq/g dan 4,43 - 4,60 Bq/g.abu.

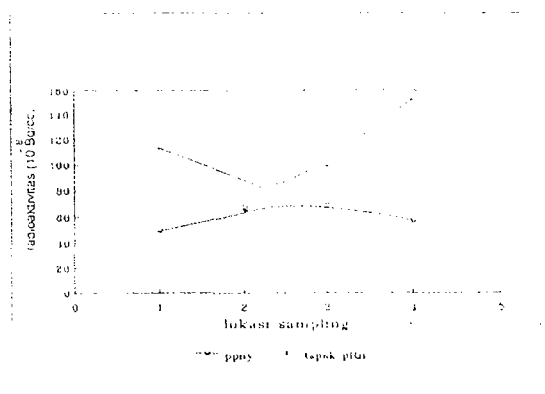
Radioaktivitas rerata untuk kawasan reaktor Kartini lebih tinggi dibandingkan dengan calon tapak PLTN, namun fluktuasi radioaktivitas lingkungannya ataupun jangkau pengukurannya ternyata lebih besar untuk kawasan calon tapak PLTN. Hal ini merupakan fenomena ekosistem alami dan akan lebih jelas terlihat jika dilengkapi dengan penelitian bioindikator dengan memperhitungkan indeks dominasi untuk menentukan spesies indikator dan indeks deversitas untuk mengukur *stress* di dalam lingkungan. Namun demikian radioaktivitas yang terukur masih jauh di bawah batas tertinggi yang diijinkan menurut SK. Dirjen BATAN No.294/DJ/IX/1992 maupun Peraturan Menteri Kesehatan No.173/MenKes/Per/VIII/77, serta masih dalam jangkau pengukuran radioaktivitas lingkungan sebelum reaktor commissioning.[6] Selain itu, dari hasil identifikasi radionuklida secara kualitatif dengan spektrometri gamma tidak dijumpai adanya radionuklida spesifik dari reaktor nuklir seperti Kr-87, Kr-88, Xe-113, Xe-134, I-131 dll. Hal ini menunjukkan bahwa radioaktivitas yang terukur bukan berasal dari reaktor Kartini yang sebagian besar merupakan radioaktivitas K-40.[7] Menurut NCRP No.50 radioaktivitas yang terdapat di dalam tanah dan tumbuhan seperti tercantum dalam tabel 1, adapun kontribusi

Cs-137 dan Sr-90 sangat kecil dan masuk ke dalam tumbuhan melewati pengendapan langsung atau penyerapan dari tanah. [8]

Tabel 1. Radioaktivitas alam di lingkungan dalam tanah dan tanaman (NCRP No. 50)

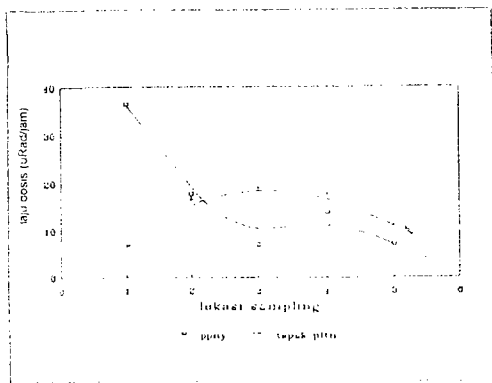
Radionuklida/ Pemancar	Jenis Cuplikan	Radioaktivitas Bq/g
K-40	Tanah	0,37
Rb-87		0,13
Ra-226		0,03
Th-232		0,02
U-238		0,02
Alfa	Tumbuhan	0,01 - 0,11
Beta		0,29 - 4,55
K-40		0,04 - 1,85
Rb-87		0,004
Po-210		0,37

Radioaktivitas udara rerata di kawasan calon tapak PLTN berkisar antara 65,0 - 152,3 x 10<sup>-8</sup> Bq/cc - relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan PPNY yang berkisar antara 49,53 - 70,90 x 10<sup>-8</sup> Bq/cc seperti terlihat pada gambar 4, karena radioaktivitas yang terukur berasal dari anak turun radon saja. Hal ini dapat ditunjukkan bahwa cuplikan setelah dilakukan penundaan selama 24 jam ternyata radioaktivitas yang terukur sudah relatif sama dengan cacah latar, sehingga tidak dapat dilakukan lagi identifikasi radionuklidanya dengan menggunakan spektrometri gamma. Adapun konsentrasi radon di suatu tempat antara lain dipengaruhi oleh jenis batuan, turbulensi udara serta faktor meteorologi lainnya.

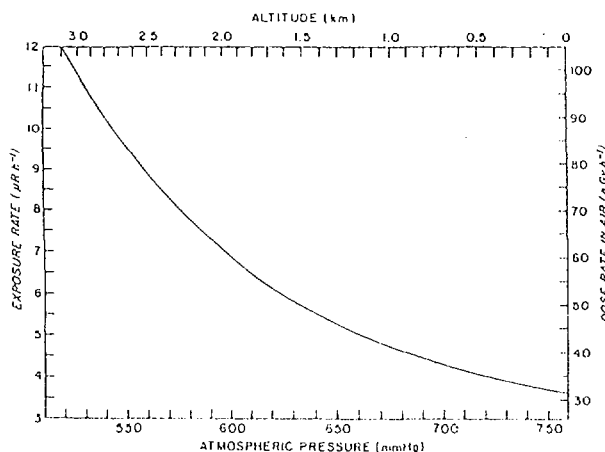


Gambar 4 : Radioaktivitas udara di kawasan PPNY dan calon tapak PLT

Fluktuasi radiasi gamma ambient untuk kawasan PPNY berkisar antara 6,9 - 36,7  $\mu\text{Rad}/\text{jam}$  relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan calon tapak PLTN 6,8 - 19,2  $\mu\text{Rad}/\text{jam}$  (Gambar 5), hal ini dimungkinkan karena ketinggian tempat dari permukaan laut untuk kawasan PPNY relatif sama; sedangkan untuk kawasan calon tapak PLTN ketinggiannya sangat bervariasi mulai dari permukaan laut (0 meter) sampai dengan di atas pegunungan, karena radionuklida yang terkandung di dalam tanah setempat sangat kecil kontribusinya terhadap hasil pengukuran ini.[3] Adapun hubungan antara laju dosis sebagai fungsi ketinggian dan tekanan udara dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5 : Radiasi gamma ambient di kawasan PPNY dan tapak PLTN



Gambar 6 : Hubungan antara laju dosis tinggi tempat dan tekanan udara

## KESIMPULAN

1. Radioaktivitas rerata cuplikan air, tanah, rumput dan udara untuk kawasan reaktor Kartini berkisar antara 0,17 - 0,61 Bq/l; 0,47 - 0,74 Bq/g; 4,43 - 4,60 Bq/g.abu dan 49,53 - 70,90 x 10 Bq/cc. Sedangkan untuk kawasan calon tapak PLTN berkisar antara 0,06 - 0,90 Bq/l; 0,02 - 0,86 Bq/g; 1,68 - 8,07 Bq/g.abu dan 65,0 - 152,3 x 10<sup>-8</sup> Bq/cc. Radiasi gamma ambient berkisar antara 6,9 - 36,7  $\mu\text{rad}/\text{jam}$  untuk kawasan reaktor dan 6,8 - 19,2  $\mu\text{rad}/\text{jam}$  untuk kawasan calon tapak PLTN.
2. Tidak dijumpai adanya indikasi pelepasan radionuklida spesifik yang berasal dari pengoperasian reaktor Kartini ke lingkungan.
3. Kawasan calon tapak PLTN, Ujung Lemah Abang, Jepara, Jawa Tengah masih merupakan kawasan ekosistem alami, artinya pengaruh sentuhan teknologi maupun industri masih relatif kecil. Data ini dapat digunakan sebagai data awal menjelang pembangunan PLTN.
4. Perlu pengkajian dinamika ekologis yang lebih mendalam dan terkoordinasi sejalan dengan rencana pembangunan PLTN yang berwawasan lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. MARTIN. A., et al., An Introduction to Radiation Protection, 3rd edition, Chapman and Hall, New York USA. 1986.
2. HASL-300 Procedure Manual., Radiation Measurements, Environmental Measurements Laboratory, US Department of Energy, New York, USA. 1990.
3. SEDLET. J., "Environmental Radioactivity at Argone National Laboratory", Report for the year 1959.
4. Pedoman Pelaksanaan PP. No. 29 Tahun 1986 Tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan, Sekretariat Menteri Negara Kependudukan Dan Lingkungan Hidup, 1987.
5. SURATMAN dkk., Radioaktivitas Lingkungan di Sekitar Reaktor Kartini Sebelum dan Sesudah Commissioning, Prosiding PDIPTN, Yogyakarta, 1987.

6. M. YAZID dkk., Evaluasi Data Peman-tauan Radioaktivitas Lingkungan di Kawasan Reaktor Kartini, Seminar PDIPTN, Yogyakarta, 1996.
7. SURATMAN dkk., Kontribusi K-40 Dalam Radioaktivitas Lingkungan di Sekitar Reaktor Kartini, Seminar Nasional Kimia dalam Industri dan Lingkungan, Yogyakarta, 1994.
8. NCRP., "Environmental Radiation Meas-urement", Recommendation of the National Council on Rad. Prot. and Measurements, NCRP Report No.50. 1987.
9. Peraturan MENKES Republik Indonesia No. 173/Men.Kes./Per./VIII/77, tentang Pengawasan Pencemaran Air Dari Badan Air Untuk Berbagai Kegunaan Yang Berhubungan Dengan Kesehatan, 1977.
10. BATAN, Keputusan Dirjen Batan No.294/DJ/IX/1992 tentang Nilai Batas Radio-aktivitas di Lingkungan, Jakarta, 1992.

## DISKUSI

### *Soedjarwo Roestam - PPSM*

1. Apakah ada data radioaktivitas alami di kawasan Reaktor Kartini sebelum maupun sesudah dibangun Reaktor ?. Bila ada bagaimana perubahannya .
2. Bila dibandingkan dengan calon tapak PLTN, sebelum dibangun Reaktor Kartini, apakah ada perbedaan data radioaktivitas alaminya.

### *Moch. yazid*

1. Ada, tidak ada perubahan yang berarti.
2. Belum dibandingkan antara dosis lingkungan Reaktor Kartini sebelum *commissioning* dengan calon tapak PLTN.

### *Sutomo Budiharjo - PPBGN*

Pada kesimpulan "tidak ada pelepasan radio-nuklida yang berasal dari pengoperasian RK dengan membandingkan dengan kawasan calon tapak PLTN". Pertanyaan !, pencuplikan air, tanah, rumput dan udara di kedua lokasi, tidak teridentifikasi radionuklida yang ada, atau apakah kita bisa tahu jenis radionuklida hanya dari monitoring  $\beta$  dan  $\gamma$  saja.

### *Moch. Yazid.*

Dilakukan identifikasi radionuklida dengan spektrometri  $\gamma$  dengan sistem anti-compton supresi, hasilnya sebagian radioaktivitas berasal dari K-40.

### *Mutiah - PPTN*

1. Dengan alat apa melakukan pengukuran gross- $\beta$  ?. Apakah tidak lebih efektif menggunakan MCA ?. Berapa standar deviasi hasil pengukuran menggunakan GM-counter?, apakah standar deviasi tersebut memenuhi syarat standar deviasi statistika pencacahan ?
2. Apakah selama ini terjadi anomali besar cacahan gross- $\beta$  ?
3. Bagaimana kondisi tingkat radioaktivitas lingkungan RK (radius 100 - 5000 m) sebelum dan sesudah ada reaktor?.

### *Moch. Yazid*

1. Dengan alat cacah GM buatan ORTEC, bila diperlukan beberapa sampel yang terpilih diukur dengan MCA. Standar deviasi <5% dan memenuhi kriteria statistik.
2. Belum pernah
3. Tidak dijumpai indikasi adanya pelepasan radionuklida dari Reaktor Kartini.

### *Dyah Dwi K. - PSPKR*

1. Dalam evaluasi dampak lingkungan operasi reaktor, kenapa diambil daerah pem-banding yang berbeda. Yaitu calon tapak PLTN yang mungkin struktur tanah/airnya berbeda. Bukankah idealnya perbandingan kondisi sebelum dan sesudah ada R.K.
2. Fluktuasi radioaktivitas yang ditunjukkan di calon tapak PLTN untuk beberapa cuplikan relatif lebih tinggi dibanding dengan di sekitar Reaktor Kartini. Apakah data ini memberikan indikasi yang berarti terhadap kondisi awal calon tapak PLTN ?

### *Moch. Yazid*

1. Pembandingan untuk kawasan calon tapak PLTN kami anggap cukup mewakili di luar kawasan reaktor. Pembandingan yang lain telah dibahas juga dalam makalah kami di Ppi - PDIPTN di PPNY April 1996.
2. Tidak, karena merupakan lingkungan alami dan perlu didukung penelitian bioindikator.

*Nasukha - PSPKR*

1. Mohon dijelaskan definisi 'dampak radiologi'
2. Didapatkan bahwa radiasi gamma ambient untuk kawasan calon tapak PLTN. Apakah benar, kalau lebih besarnya diakibatkan adanya reaktor tersebut ?. Demikian juga radioaktivitas cuplikan yang dikerjakan.

*Moch. Yazid*

1. Menurut pendapat kami lingkungan yang ditinjau dari aspek radiasi/radioaktivitas.
2. Tidak, karena kontribusi yang terbesar hanyalah K-40 yang merupakan radio-nuklida alami.