

PENGUKURAN RADIOAKTIVITAS LINGKUNGAN DI SEKITAR INSTALASI RADIODIAGNOSTIK RUMAH SAKITDI SEMARANG

Lely. N*, D. Yulianti, N. Hindarto

Jurusan Fisika FMIPA (Unnes)Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Januari 2012
Disetujui Februari 2012
Dipublikasikan Agustus 2012

Kata kunci:
Radioaktivitas, lingkungan,
radiodiagnostik, cacah.

Abstrak

Penelitian pengukuran radioaktivitas lingkungan di sekitar Instalasi Radiodiagnostik Rumah Sakit Dokter Kariadi Semarang bertujuan untuk mengetahui laju cacah radiasi cuplikan yang diambil di sekitar Instalasi Radiodiagnostik dan untuk mengetahui jenis radioisotop yang dibebaskan di lingkungan tersebut. Laju cacah cuplikan tanah, tanaman dan debu diukur menggunakan metode spektrometri gamma sedangkan untuk cuplikan air dianalisis menggunakan metode *X-Ray Flourescence*. Hasil dari masing-masing cuplikan menunjukkan adanya aktivitas zat radioaktif yang dibebaskan di lingkungan sekitar Instalasi Radiodiagnostik. Laju cacah cuplikan debu yang diambil di ruang radiodiagnostik mempunyai nilai terbesar. hasil analisis radioisotop yang terkandung di dalam cuplikan tanah, tanaman dan debu menunjukkan adanya kandungan isotop *Cobalt* dan *Iodine*. Sedangkan pada cuplikan air mengandung isotop *Indium*.

Abstract

The aim of this study to measure the radioactive rate and radioisotope emerged from materials sample taken from the surrounding of Radio diagnostics Installation of Dr Karyadi Hospital Semarang. The rate of soil sample, plants, and dust are measured through gamma spectrometry method, while water sample is analyzed using X-ray Fluorescence method. The result shows that the highest rate is found from the sample taken from radio diagnostics hall. A content of Cobalt and Iodine isotope are found in soil, plant and dust samples, while in liquid sample an Indium isotope is detected.

Pendahuluan

Pada dasarnya makhluk hidup yang berada di alam ini telah menerima paparan radiasi baik yang berasal dari sumber radiasi alamiah maupun radiasi akibat penggunaan zat radioaktif. Terkait penggunaan radio-isotop dalam bidang kedokteran, salah satu rumah sakit di Semarang yaitu rumah sakit Dokter Kariadi, menggunakan zat radioaktif $^{131}\text{I}_{53}$ dan $^{60}\text{Co}_{27}$, sebagai sumber radiasi pada pesawat teleterapi dan digunakan untuk mendiagnosa ataupun untuk pengobatan. Fasilitas kedokteran nuklir ini terletak di ruangan instalasi radiodiagnostik dan berdekatan dengan ruang Merak.

Setiap tahun semakin meningkat jumlah pasien dengan berbagai penyakit yang perlu disembuhkan dengan radio terapi, Maka rumah sakit tersebut menambah fasilitas alat kesehatan yang berupa pesawat teleterapi untuk pengobatan khususnya kanker. Terkait hal itu kemungkinan adanya radioisotop yang terbebas di lingkungan sekitar fasilitas kedokteran nuklir dapat terjadi sehingga perlu adanya pengawasan dan pengukuran radioaktivitas lingkungan.

Pemancaran radiasi secara terus-menerus sepanjang waktu dari inti radioaktif akan mengakibatkan berkurangnya jumlah inti atom radioaktif. Peristiwa penyusutan jumlah inti atom disebut peluruhan. Pengurangan jumlah zat radioaktif berlangsung secara eksponensial, sehingga jumlah zat radioaktif yang tertinggal setiap saat adalah:

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t}$$

N_t : jumlah zat radioaktif setiap saat

N_0 : jumlah zat radioaktif mula-mula

λ : konstanta peluruhan

t : waktu peluruhan

Peristiwa radioaktivitas berka-itan erat dengan kestabilan inti suatu atom. Inti atom yang tidak stabil akan menunjukkan gejala radioaktivitas. Radioaktivitas adalah gejala perubahan inti atom secara spontan yang disertai radiasi berupa zarah atau gelombang elektromagnetik. Zat radioaktif akan mengalami peluruhan sehingga terjadi perubahan jumlah inti atom yang menyebabkan perubahan dari unsur satu ke unsur yang lain. Laju peluruhan inti radioaktif

disebut aktivitas. Semakin besar aktivitas, semakin besar inti atom yang meluruh per detik. Aktivitas bergantung pada jumlah inti radioaktif N dalam sampel dan juga pada konstanta peluruhan sehingga

$$A = \lambda N$$

Aktivitas merupakan perubahan jumlah inti radioaktif tiap satuan waktu (t).

$$A = -\frac{dN}{dt}$$

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt$$

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Dengan mengalikan kedua λ belah ruas dengan maka,

$$A_t = A_0 e^{-\lambda t}$$

Keterangan:

A_0 : aktivitas awal (pada saat $t = 0$)

A_t : aktivitas pada saat (t)

Satuan SI dari aktivitas diberi nama sesuai dengan orang yang pertama kali menemukan radio-aktivitas pada tahun 1896 yaitu Henri Becquerel.

1 becquerel = 1 Bq = 1 kejadian/sekon

Satuan lain yang digunakan yaitu Curie. 1 Curie = kejadian/s = 37 GBq.

Radioaktivitas lingkungan merupakan gejala perubahan inti atom secara spontan yang disertai radiasi berupa zarah atau gelombang elektromagnet pada daerah tertentu yang dekat dengan fasilitas nuklir, atau bagian alam yang berhubungan dengan kehidupan manusia serta kegiatan manusia setiap hari, seperti udara (atmosfir), tanah, sawah, ladang, rumput, air, hewan, tanaman (Wardhana, 1994: 50). Ditinjau dari proses terbentuknya unsur-unsur radioaktif atau sumber-sumber radiasi lainnya yang ada di lingkungan ini, sumber radiasi dapat dikelompokkan kedalam dua golongan yaitu sumber radiasi alam dan sumber radiasi buatan. Radioisotop yang menyebabkan timbulnya radioaktivitas lingkungan, berasal dari radioaktivitas alam dan radioaktivitas buatan yang disertai dengan bentuk peluruhan berikut ini: Radiasi Alpha, Radiasi Beta Min, Radiasi Beta Plus, Tangkapan Elektron Orbital, Radiasi Gamma, Transisi

Isomerik, Konversi Internal, Radiasi Neutron. Berbagai bentuk peluruhan radioisotop tersebut, dapat menyebabkan radiasi sampai ke lingkungan dan menyebabkan pencemaran radioaktivitas lingkungan.

Spektrometri- diartikan sebagai suatu metode pengukuran dan identifikasi unsur-unsur radioaktif di dalam suatu sampel dengan cara mengamati spektrum karakteristik yang muncul akibat interaksi sinar- yang dipancarkan zat radioaktif tersebut dengan detektor. Sebelum spektrometri- digunakan perlu dikalibrasi terlebih dahulu. Ada dua macam kalibrasi yaitu kalibrasi energi dan kalibrasi efisiensi (Sunardi, 2006: 761).

Teknik fluoresensi sinar-x merupakan teknik analisis yang dapat menganalisis unsur yang terkandung didalam suatu sampel. Prinsip kerja dari analisis ini yaitu dengan menggunakan tabung pembangkit sinar-x yang digunakan untuk mengeluarkan elektron dari kulit bagian dalam yang dimiliki atom sehingga akan menghasilkan sinar-x baru dari sampel yang dianalisis. Instrument yang digunakan pada analisis XRF yaitu detektor, optik dan sumber cahaya yang berupa radioisotop. Analisis dengan menggunakan XRF dapat dilakukan dengan metode kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dapat memberikan informasi kandungan unsur yang terdapat dalam cuplikan. Semakin besar intensitas yang muncul, semakin banyak kandungan unsur tersebut dalam suatu cuplikan. Analisis kuantitatif dilakukan dengan cara mengkonversi hasil yang diperoleh dari analisis kualitatif yang berupa intensitas dalam satuan *cps* (*counts per second*) menjadi satuan persen berat atau *ppm* (*part per million*).

Pada penelitian ini ingin diketahui laju acak radiasi pada cuplikan yang diambil di sekitar Instalasi Radiodiagnostik dan untuk mengetahui jenis radioisotope yang terkandung di dalam cuplikan tersebut.

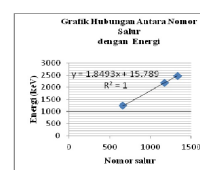
METODE

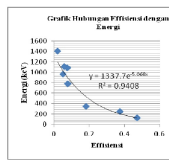
Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tiga tahap yaitu tahap pengambilan cuplikan, preparasi cuplikan dan analisis cuplikan. Tahap pertama, pengambilan cuplikan dilakukan dengan mengambil cuplikan tanah, tanaman, air dan debu pada lokasi yang berbeda yaitu cuplikan tanah diambil di bagian depan dan belakang

Instalasi Radiodiagnostik, cuplikan tanaman diambil di bagian belakang Instalasi Radiodiagnostik, cuplikan air diambil di wastafel ruang Instalasi Radiodiagnostik, cuplikan debu diambil di ruang Instalasi Radiodiagnostik dan Ruang Rawat Inap Merak yang berdekatan dengan Instalasi Radiodiagnostik. Tahap kedua yaitu preparasi cuplikan. Masing-masing cuplikan yaitu tanah, tanaman, dipreparasi dengan cara dikeringkan, kemudian dihaluskan dan diayak. Untuk cuplikan air diambil kerak airnya dengan cara memanaskan 15 liter air sampai dihasilkan 3 liter air. Sisa tersebut kemudian dikeringkan dan diambil keraknya. Sedangkan untuk cuplikan debu dapat secara langsung dianalisis. Tahap ketiga, yaitu analisis cuplikan menggunakan spektrometri gamma dan XRF. Cuplikan tanah, tanaman dan debu dianalisis menggunakan spektrometri gamma. Sebelum spektrometri gamma digunakan dilakukan terlebih dahulu pengkalibrasian yaitu kalibrasi energi dan kalibrasi efisiensi. Kalibrasi energi bertujuan untuk mengetahui hubungan antara nomor salur dan tenaga. Kalibrasi ini dilakukan dengan cara mencacah sumber standar $^{60}\text{Co}_{27}$ dan $^{137}\text{Cs}_{55}$ selama 300 detik. Hasil pencacahan ini akan memberikan data energi dari sumber standar dan nomor salur. Kemudian dari data tersebut dibuat plot sehingga akan diperoleh garis linier hubungan antara energy dan nomor salur. Melalui kalibrasi ini dapat diketahui efisiensi alat. Kalibrasi ini dilakukan dengan cara mencacah sumber standar $^{152}\text{Eu}_{63}$ selama 300 detik. Setelah pengkalibrasian dilakukan, kemudian cuplikan dianalisis dengan cara masing-masing cuplikan (tanah, tanaman, dan debu) dicacah selama 4000 sekon. Cuplikan air dianalisis menggunakan XRF, seperti halnya spektrometri gamma sebelum XRF digunakan terlebih dahulu dilakukan pengkalibrasian yaitu kalibrasi energi dan kalibrasi pengujian. Setelah pengkalibrasian dilakukan, kemudian cuplikan air dianalisis dengan cara mencacah cuplikan air selama 60 sekon.

HASIL DAN PEMBAHASAN

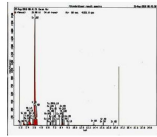
-Kalibrasi Spektrometri Gamma





Gambar 2. Kurva Kalibrasi Efisiensi

- Hasil Analisis Cuplikan Air dengan XRF



Gambar 3. Spektrum XRF cuplikan air di bagian radiodiagnostik

Radioaktivitas lingkungan diukur

Tabel 1. Data hasil laju cacah cuplikan

Cuplikan	Lokasi Pengambilan Cuplikan	Laju Cacah Cuplikan(cps)
Tanah	Bagian depan Radiodiagnostik	1,817±0,012
	Bagian belakang Radiodiagnostik	1,867±0,009
Tanaman	Bagian belakang Radiodiagnostik	0,747 ±0,011
Debu	Bagian Radiodiagnostik	2,474± 0,014
	Ruang Rawat Inap Merak	1,794 ± 0,011

Tabel 2. Hasil analisis kandungan isotop dalam cuplikan tanah, tanaman dan debu

Jenis Cuplikan	Lokasi Pengambilan Cuplikan	Energi (KeV)	Isotop	Nama Isotop
Tanah	Bagian depan Radiodiagnostik	1288,98	$^{182}\text{Tl}_{73}$	Tantalum
		1813,04	$^{89}\text{Kr}_{36}$	krypton
		1903,38		Manganese
Tanaman	Bagian belakang Radiodiagnostik	857,28	$^{134}\text{I}_{53}$	Iodine
		970,74	$^{59}\text{Co}_{27}$	Cobalt
		1281,13	$^{154}\text{Gd}_{63}$	Bismuth
	Bagian belakang Radiodiagnostik	525,4	$^{134}\text{I}_{53}$	Iodine
		673,95	$^{87}\text{Kr}_{36}$	Krypton
		810,98	$^{59}\text{Co}_{27}$	Cobalt
Debu	Bagian Radiodiagnostik	541,19	$^{134}\text{I}_{53}$	Iodine
		977,66	$^{59}\text{Co}_{27}$	Cobalt
		541,71	$^{134}\text{I}_{53}$	Iodine
		1019,64	$^{106}\text{Rh}_{45}$	Rhodium

menggunakan metode spektrometri- . Hasil pengkalibrasian yang telah dilakukan menunjukkan spektrometer- layak digunakan. Hal ini dapat dilihat pada kurva kalibrasi energi dan kurva kalibrasi efisiensi. Kurva kalibrasi energi (Gambar1 dan 2) menunjukkan hubungan linieritas yang baik antara nomor salur dan energi gamma

Berdasarkan hasil pencacahan cuplikan yang telah dilakukan menggunakan spektrometri- , menunjukkan adanya aktivitas zat radioaktif yang terbebaskan di lingkungan sekitar instalasi radiodiagnostik rumah sakit Dokter Kariadi Semarang.. Hasil pengukuran radioaktivitas lingkungan (Tabel 1) menunjukkan laju cacah radiasi pada cuplikan debu yang diambil di ruang

radiodiagnostik mempunyai nilai terbesar. Laju cacah ini memberikan petunjuk adanya aktivitas zat radioaktif yang dibebaskan di sekitar ruang tersebut. Hal ini disebabkan karena adanya ruang terapi $^{131}\text{I}_{53}$ yang berada di dalam instalasi radioadiagnostik. yang memberikan kontribusi kontaminasi sehingga mengakibatkan terjadinya radioaktivitas lingkungan. Menurut Wiyono (2006), isotop $^{131}\text{I}_{53}$ merupakan sumber radiasi terbuka yang mempunyai sifat mudah menguap, sehingga dari sifat tersebut, pelepasan isotop yang terjadi disebabkan kontaminasi melalui udara yang terakumulasi menjadi debu. Aktivitas zat radioaktif juga terdeteksi di ruang Merak. Ruang Merak ini terletak di depan ruang fasilitas kedokteran nuklir yaitu ruang terapi $^{131}\text{I}_{53}$. Menurut Suhaedi (2004), banyaknya paparan radiasi yang disebabkan karena pelepasan radioisotop ke dalam lingkungan dipengaruhi oleh jarak sumber radioisotop dari lingkungan dan lamanya waktu penggunaan sumber radioisotop tersebut. Berdasarkan letak ruang rawat inap Merak yang dekat dengan instalasi radiodiagnostik menyebabkan adanya indikasi pelepasan zat radioaktif di sekitar ruangan tersebut sehingga menimbulkan adanya radioaktivitas lingkungan di sekitar ruang rawat inap Merak.

Hasil laju cacah cuplikan tanaman yang diambil di belakang instalasi radiodiagnostik mempunyai nilai paling sedikit. Kecilnya laju cacah radiasi tanaman, disebabkan karena aktivitas zat radioaktif yang terlepas di belakang instalasi radioadiagnostik kecil. Hal ini disebabkan karena cuplikan tanaman yang diambil di belakang instalasi radiodiagnostik berada jauh dari letak sumber radiasi teleterapi yaitu ± 15 meter, sehingga kemungkinan terjadinya paparan pelepasan zat radioaktif kecil.

Cuplikan tanah yang diambil di bagian depan ruang radiodiagnostik mempunyai laju cacah 1,817±0,012 cps. Bila di dibandingkan dengan laju cacah cuplikan tanah yang diambil di bagian belakang radiodiagnostik, laju cacah ini mempunyai nilai kecil. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas zat radioaktif yang dibebaskan di bagian depan radiodiagnostik kecil dibandingkan dengan bagian belakang radiodiagnostik. Kecilnya laju cacah cuplikan tanah dibagian depan radiodiagnostik disebabkan karena cuplikan tanah yang

diambil berada jauh dari tempat penggunaan zat radioaktif sehingga kemungkinan terjadinya kontaminasi kecil.

Berdasarkan hasil analisis isotop yang terkandung dalam cuplikan (Tabel 2), sebagian besar mengandung isotop Iodine dan Cobalt. Iodine biasa digunakan di rumah sakit sebagai sumber terapi pengobatan tiroid dan tumor otak. Sedangkan untuk radioisotop Cobalt digunakan untuk menyelidiki kerja hati (Bachtar, 2009). Aktivitas Iodine dan Cobalt yang paling besar terdapat pada cuplikan debu yang diambil di dalam ruang radiodiagnostik. Penggunaan Iodine secara terus-menerus di dalam ruang tersebut menyebabkan terlepasnya radioisotop ke dalam lingkungan sekitar instalasi radiodiagnostik. Selain Iodine dan Cobalt, terdapat isotop berupa Tantalum, Krypton, Manganese, Bismuth, Rhodium dan Bromine. Beberapa isotop tersebut merupakan radioisotop yang tidak digunakan secara langsung dalam bidang kedokteran. Adanya kandungan isotop tersebut di dalam cuplikan, agaknya disebabkan karena akibat radiasi alamiah yang terjadi di lingkungan sekitar rumah sakit tersebut.

Hasil spektrum XRF dari cuplikan air yang diambil di bagian radiodiagnostik menunjukkan adanya kandungan Indium. Isotop Indium mempunyai waktu paro 2,8 hari dan memiliki energi 173-247 keV (Wiryosimin, 1995). Dalam bidang kedokteran Indium digunakan untuk pencitraan (*imaging*) pada infeksi sel-sel darah, tumor, dan infeksi pembuluh darah.

Secara umum keseluruhan aktivitas radioisotop yang tersebar ke dalam lingkungan sekitar radiodiagnostik rumah sakit Dokter Kariadi Semarang, mempunyai nilai yang masih diperbolehkan. Berdasarkan Batas Masukan Tahunan (BMT) jumlah aktivitas suatu zat radioaktif yang diperbolehkan yaitu 50 mSv (Akhadi, 2000: 213). Nilai tersebut setara dengan 8333 Bq.

SIMPULAN

Besarnya Laju cacah cuplikan yang diambil di sekitar Instalasi Radiodiagnostik dan Ruang Rawat Inap Merak menunjukkan adanya aktivitas zat radioaktif. Jenis Radioisotop yang dibebaskan di lingkungan sekitar Instalasi Radiodiagnostik yaitu Tantalum, Krypton, Manganese, Iodine,

Cobalt, Bismuth, Rhodium, dan Indium. Selain dari isotop Iodine dan Cobalt, beberapa unsur dihasilkan dari radioaktivitas alamiah di lingkungan sekitar Instalasi Radiodiagnostik. Keseluruhan aktivitas radioisotop yang tersebar ke dalam lingkungan sekitar radiodiagnostik rumah sakit Dokter Kariadi Semarang, mempunyai nilai yang masih diperbolehkan, sehingga dapat dikatakan penggunaan zat radioaktif yang digunakan di ruang radiodiagnostik rumah sakit dokter Kariadi Semarang masih aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, M. 2000. Dasar-dasar Proteksi Radiasi. Jakarta : PT Rineka Cipta.
- Bachtar, H. 2009. Pengantar Dasar Fisika dan Radiologi Kedokteran Gigi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Suhaedi, E. 2004. Analisis Pemaparan Radiasi Terhadap Profil Hematologi Pekerja Radiasi Divisi Radiologi Rumah Sakit Dr. Kariadi Semarang. Jurnal Kesehatan lingkungan Indonesia vol. 3: 1-4.
- Sunardi, ST. 2006. Validasi Metode AANC Menggunakan Generator Neutron Untuk Penerapan Program Jaminan Mutu Pengujian. Yogyakarta: PTAPB BATAN.
- Wardhana, W.A. 1994. Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Wiryosimin, S. 1995. Mengenal Asas Proteksi Radiasi. Bandung: Jurusan Fisika- ITB.
- Wiyono, M. 2006. Pengukuran Kontaminasi Permukaan Dan Laju Paparan Radiasi Di RSUD Soetomo Surabaya. Yogyakarta: PTKMR – BATAN.

