

Pengukuran Konsentrasi Gas Radon (Rn-222) dan Gas Thoron (Rn-220) Menggunakan Detektor CR-39 pada Ruangan Kelas di Kota Lubuk Basung

Morry Wulandarisman^{1*}, Dian Milvita¹, Wahyudi²

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

²Pusat Riset dan Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, Organisasi Riset Tenaga Nuklir,
Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jalan Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta Selatan, 12440

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 23 November 2021
Direvisi: 27 Desember 2021
Diterima: 13 Januari 2022

Kata kunci:

CR-39
konsentrasi gas
gas radon
gas thoron

ABSTRAK

Telah dilakukan pengukuran konsentrasi gas radon (Rn-222) dan thoron (Rn-220) menggunakan detektor CR-39 pada ruangan kelas di Kota Lubuk Basung. Penelitian bertujuan untuk memperoleh data awal konsentrasi gas radon (Rn-222) dan thoron (Rn-220) dalam ruangan, kemudian ditinjau berdasarkan ICRP Publikasi No. 126 tahun 2014. Pengukuran konsentrasi gas radon (Rn-222) dan thoron (Rn-220) menggunakan detektor CR-39 sebanyak 50 buah yang dipasang selama 3 bulan pada 9 lokasi sekolah. Detektor CR-39 selanjutnya dietsa menggunakan larutan NaOH 6,25N selama 7 jam pada suhu 70°C untuk memperjelas jejak partikel alfa dari detektor. Jejak yang terdapat pada detektor CR-39 dilihat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Hasil pengukuran konsentrasi gas radon pada ruangan kelas dalam rentang nilai 49-107 Bq/m³. Konsentrasi gas thoron pada ruangan kelas dalam rentang 0-89 Bq/m³. Konsentrasi yang didapatkan tidak melebihi rekomendasi ICRP Publikasi No. 126 tahun 2014 sebesar 300 Bq/m³ untuk gas radon dan thoron.

Keywords:

CR-39
gas concentration
radon gases
thoron gases

Penulis Korespondensi:

Morry Wulandarisman
Email: morrywulan98@gmail.com

The concentration of radon (Rn-222) and thoron (Rn-220) in several classrooms in Lubuk Basung City were measured using a CR-39 detector. The aim of the study was to determine the initial data for the concentration of radon (Rn-222) and thoron (Rn-220) gases in the room, then reviewed based on ICRP Publication No. 126 of 2014. The measurement of radon (Rn-222) and thoron (Rn-220) gas concentrations using 50 pieces of CR-39 detectors which were installed for 3 months at 9 school locations. The CR-39 detector was then etched using 6.25N NaOH solution for 7 hours at 70°C to clarify the traces of alpha particles from the detector. The traces on the CR-39 were count using a microscope with a magnification of 400 times. The results of radon gas concentration in the range of 49-107 Bq/m³ and for the thoron gas concentration is 0-89 Bq/m³. The concentration obtained does not exceed the recommendation of ICRP Publication No. 126 of 2014 amounting to 300 Bq/m³ for radon and thoron gases.

Copyright © 2021 Author(s). All rights reserved



I. PENDAHULUAN

United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation (UNSCEAR) menyatakan bahwa, sebanyak 50% dari total paparan radiasi alam mengandung konsentrasi gas radon dan gas thoron. Fasilitas publik seperti bangunan sekolah berpotensi besar penyumbang paparan radiasi alam dalam ruangan (ICRP., 2014). Konsentrasi radon dalam ruangan 4 kali lebih besar dibandingkan di luar ruangan (Wahyudi dkk., 2021). Tingginya konsentrasi gas radon dalam ruangan dipengaruhi beragam parameter seperti tipe bangunan dan sistem ventilasi. Radon merupakan isotop radionuklida alam yang berasal dari deret uranium dan thorium yang memiliki waktu paro 3,82 hari. Isotop radon akan melepaskan partikel alfa serta mengikat aerosol di udara sehingga mudah terhirup oleh saluran pernapasan yang dapat membahayakan kesehatan tubuh.

Wahyudi dkk. (2021) telah melakukan pengukuran konsentrasi gas radon dalam ruangan menggunakan detektor CR-39 dengan nilai yang didapatkan dalam rentang 2,6-59,7 Bq/m³. Curguz dkk. (2012) juga telah melakukan pengukuran konsentrasi gas radon pada ruangan sekolah di Banja Luka, Bosnia. Konsentrasi yang didapatkan dalam rentang 47-550 Bq/m³. Vaupotic dkk. (2012) telah melakukan pengukuran gas radon dan thoron pada bangunan sekolah di Slovenia. Hasil pengukuran didapatkan dalam rentang 145-794 Bq/m³ untuk radon dan 4-91 Bq/m³ untuk thoron. Hasil penelitian yang didapatkan oleh Curguz dkk. (2012) dan Vaupotic dkk. (2012) menunjukkan adanya beberapa titik pengukuran melebihi ambang batas yang diizinkan ICRP Publikasi No. 126 tahun 2014.

Lubuk basung merupakan salah satu daerah di Sumatera Barat yang memiliki laju dosis gamma lingkungan tinggi dibandingkan rata-rata nasional (Kusdiana dkk., 2013). Gas radon berasal dari peluruhan radionuklida radium (Ra-226) yang dalam peluruhannya menghasilkan radionuklida baru dan memancarkan radiasi gamma ke lingkungan. Besarnya laju dosis gamma lingkungan menunjukkan tingginya konsentrasi gas radon.

Penelitian terkait pengukuran paparan radiasi dalam ruangan kelas menjadi perhatian khusus mengingat penelitian terkait untuk wilayah di Indonesia belum terlalu fokus dilakukan. Analisis dalam penelitian akan dibandingkan menggunakan ICRP Publikasi No. 126 tahun 2014 untuk ambang batas pengukuran konsentrasi gas radon dan thoron yaitu 300 Bq/m³.

II. METODE

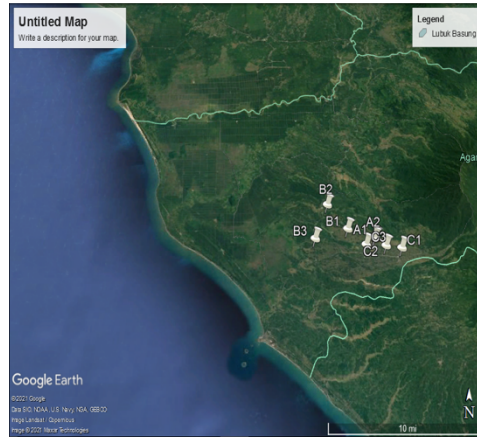
Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu dosimeter radon-thoron pasif dilengkapi dengan detector CR-29, *oven*, mikroskop, *ultrasonic vibration*, disikator elektrik, mikroskop. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu larutan NaOH 6,25N, *aquadest*, gelas objek, tali, paku, kaca preparat dan klep.

Persiapan dimulai dari penentuan titik lokasi penempatan dosimeter radon-thoron pasif di setiap lokasi sekolah. Titik lokasi penempatan alat menyesuaikan dengan ketersediaan tingkatan bangunan untuk masing-masing sekolah yang tersebar di Kota Lubuk Basung. Daerah Lubuk Basung terdiri atas 5 Jorong/Kelurahan, masing-masing Kelurahan tidak semuanya memiliki bangunan sekolah yang lengkap dari tingkat SD hingga SMA. Oleh karena itu dipilih beberapa Kelurahan yang memiliki bangunan sekolah yang memadai untuk tingkatan SD hingga SMA. Titik penempatan dosimeter sebanyak 50 buah yang terdiri dari ruangan untuk masing-masing tingkatan kelas, ruang keamanan dan rumah dinas yang ada di dalam lingkungan sekolah. Persebaran lokasi pengukuran dapat dilihat pada Gambar 1 dan titik lokasi pengukuran serta kondisi ruangan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1.

Pemasangan dosimeter radon-thoron pasif selama 3 bulan pada titik yang telah ditentukan. Tahapan selanjutnya yaitu pengambilan kembali dosimeter radon-thoron pasif yang telah digantungkan selama 3 bulan pada plafon ruangan. Dosimeter tersebut kemudian dimasukkan dalam plastik dan diikat agar tidak terpapar radiasi latar.

Dosimeter radon-thoron pasif yang telah diambil dari ruangan dibawa ke Pusat Riset dan Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi. Detektor CR-39 yang terdapat dalam dosimeter radon-thoron pasif kemudian dipisahkan untuk selanjutnya dilakukan proses pengetsaan dan pembacaan jejak detektor CR-39. Proses pengetsaan dilakukan dengan merendam detektor CR-39 menggunakan larutan NaOH 6, 25 N di dalam *stainning jar*, kemudian *stainning jar* dipanaskan di dalam *oven* pada suhu 70 ± 2 °C selama 7 jam. Detektor CR-39 dicuci menggunakan *aquadest* selama

3-4 kali dan dilanjutkan dengan mencuci kembali menggunakan *ultrasonic vibration* selama 5 menit. Detektor CR-39 dikeringkan pada suhu kamar menggunakan desikator elektrik selama 2 hari. Proses pembacaan jejak menggunakan mikroskop dengan lensa CR-39 diletakkan pada gelas objek dengan permukaan yang terpapar radiasi menghadap ke atas. Jejak yang terdapat pada detektor CR-39 diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 kali dan sudut pandang 25 kali.



Gambar 1 Titik Penempatan Dosimeter Radon-Thoron Pasif pada Sekolah yang Tersebar di Kota Lubuk Basung

Tabel 1 Titik Lokasi dan kondisi Ruang sekolah pada Pengukuran Konsentrasi Gas Radon dan Thoron di Sekolah yang Tersebar di Kota Lubuk Basung

No.	Kode	Kode Alat	Titik Lokasi	Bahan/material	
				Lantai	Plafon
1	A	No.1-No.7	SDN 63 Lubuk Basung	Keramik	Gypsum
		No.24-No.28	SMPN 3 Lubuk Basung	Keramik	Triplek
		No.38-No.42	SMAN 2 Lubuk Basung	Keramik	Triplek
2	B	No.8-No.15	SDN 51 Sungai Jaring	Keramik	Triplek
		No.29-No.32	SMPN 7 Lubuk Basung	Semen	Triplek
		No.43-No.46	SMAN 3 Lubuk Basung	Keramik	Gypsum
3	C	No.16-No.23	SDN 01 Balai Ahad	Keramik	Triplek
		No.33-No.37	SMP 4 Lubuk Basung	Keramik	Gypsum
		No.47-No.50	SMA Muhammadiyah	Keramik	Triplek

Jumlah jejak pada detektor CR-39 yang telah diamati selanjutnya digunakan untuk menentukan konsentrasi gas radon dan gas thoron menggunakan Persamaan (1) dan (2) (ICRU., 2012)

$$C_{Rn} = \frac{N_T - N_B}{E_{Rn} \times T} \quad (1)$$

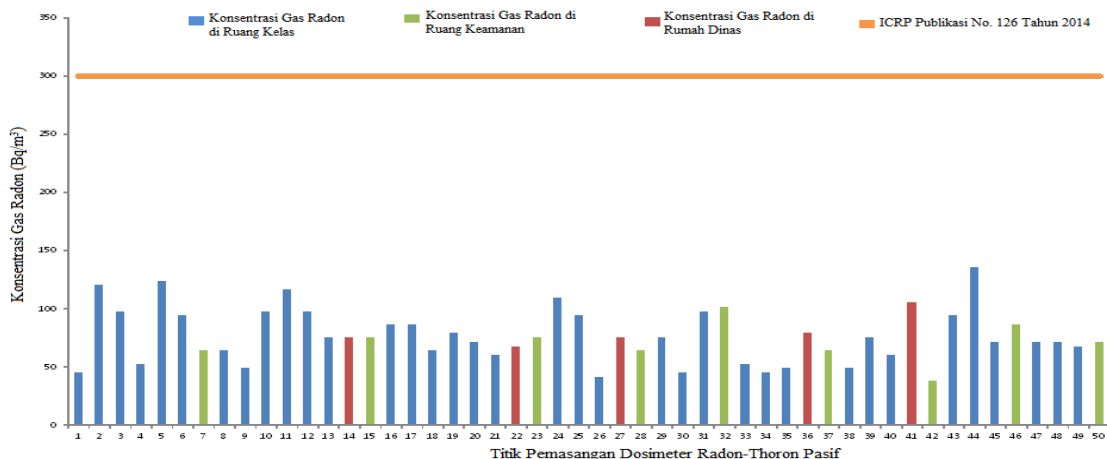
$$C_{Th} = \frac{N_T - N_B}{E_{Th} \times T} \quad (2)$$

Dengan keterangan C_{Rn} adalah konsentrasi gas radon (Bq/m^3), C_{Th} adalah konsentrasi gas thoron (Bq/m^3), N_T adalah jumlah jejak total (jejak/ mm^2), N_b adalah jumlah jejak latar (jejak/ mm^2), E_{Rn} adalah efisiensi detektor untuk gas radon, E_{Th} adalah efisiensi detektor untuk gas thoron dan T adalah waktu paparan (hari). Hasil pengukuran konsentrasi gas radon dan thoron dianalisis dengan membandingkan hasil yang didapat menggunakan batasan nilai yang ditetapkan ICRP Publikasi No. 126 tahun 2014.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Konsentrasi Gas Radon

Konsentrasi gas radon pada ruangan kelas di Kota Lubuk Basung dapat diketahui setelah menghitung jumlah jejak pada detektor CR-39. Jumlah jejak partikel alfa yang terdapat pada detektor CR-39 dimasukkan dalam Persamaan (1). Hasil perhitungan yang didapatkan diplot dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Konsentrasi Gas Radon pada Ruang Kelas yang Terdapat di Kota Lubuk Basung

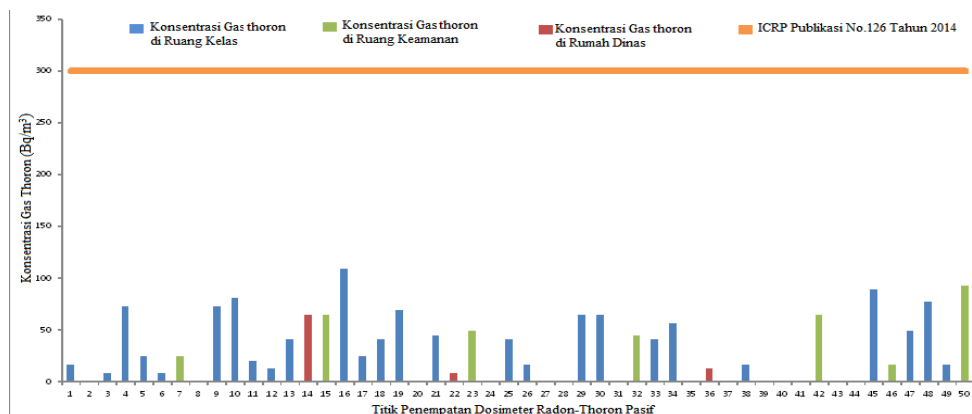
Pada Gambar 2 didapatkan grafik hasil pengukuran konsentrasi gas radon ruangan kelas dalam rentang nilai 49-107 Bq/m³. Nilai yang didapatkan untuk ruangan keamanan dan rumah dinas secara berurutan dalam rentang nilai 64-71 Bq/m³ dan 68-105 Bq/m³, nilai yang didapatkan rata-rata relatif lebih rendah dibandingkan ruangan kelas. Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi gas radon dalam ruangan di lingkungan sekolah didapatkan nilai tidak melebihi batas ambang yang diizinkan ICRP Publikasi No. 126 tahun 2014 untuk gas radon yaitu 300 Bq/m³. Walaupun umumnya tipe bangunan sekolah di Kota Lubuk Basung berupa lantai keramik dan plafon berbahan triplek maupun gipsum Tabel 1, namun terlihat bahwa nilai konsentrasi gas radon lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Vaupotič dkk., 2012), (Ćurguz dkk., 2012), dan (Chang dkk., 2011). Penggunaan kipas angin dan bukaan jendela yang cukup besar pada bangunan sekolah kemungkinan menyebabkan menurunnya konsentrasi gas radon yang terperangkap didalam ruangan.

3.2 Konsentrasi Gas Thoron

Konsentrasi gas thoron dapat diketahui dengan menghitung jumlah jejak partikel alfa dari peluruhan thoron yang terdeteksi pada detektor CR-39. Jumlah jejak tersebut dimasukkan dalam Persamaan (2), hasil perhitungan kemudian diplot dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 didapatkan hasil pengukuran konsentrasi gas thoron pada ruangan kelas dalam rentang 0-89 Bq/m³. Hasil pengukuran konsentrasi gas thoron untuk ruangan keamanan dan rumah dinas secara berurutan dalam rentang 0-93 Bq/m³ dan 0-65 Bq/m³. Konsentrasi gas thoron rata-rata dalam ruangan kelas relatif lebih tinggi dibandingkan ruang keamanan dan perumahan dinas. Tingginya konsentrasi gas thoron dalam ruangan kelas dipengaruhi oleh aktivitas dalam ruangan dengan durasi relatif lebih pendek dibandingkan ruangan lainnya, keadaan ini menyebabkan sirkulasi udara dalam ruangan kelas menjadi kurang baik karena ruangan tertutup.

Konsentrasi gas thoron di beberapa titik tidak muncul pada grafik, keadaan ini disebabkan saat pembacaan jejak pada detektor CR-39 didapatkan jumlah jejak thoron lebih sedikit dibandingkan gas radon. Hasil pengukuran konsentrasi gas thoron relatif lebih kecil dibandingkan penelitian (Steinhausler dkk., 1994) dan (Vaupotic dkk., 2012). Berdasarkan nilai yang ditampilkan pada Gambar 3 didapatkan konsentrasi gas thoron dalam ruangan tidak melebihi batas yang diizinkan ICRP Publikasi No. 126 tahun 2014 untuk gas thoron yaitu 300 Bq/m³



Gambar 3 Konsentrasi Gas Thoron pada Ruang Sekolah yang Terdapat di Kota Lubuk Basung

IV. KESIMPULAN

Konsentrasi gas radon dan thoron pada ruangan kelas di Kota Lubuk Basung secara berurutan dalam rentang nilai yaitu 49-107 Bq/m³ dan 0-89 Bq/m³. Hasil pengukuran yang didapatkan tidak melebihi ambang batas yang diizinkan ICRP Publikasi No. 126 tahun 2014 baik untuk gas radon maupun thoron.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Sub Bidang Pusat Riset dan Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, Organisasi Riset Tenaga Nuklir, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Agam dan Cabang Dinas Pendidikan Wilayah VI Kabupaten Agam-Pasaman Barat provinsi Sumatera Barat yang telah menyediakan sarana untuk terlaksananya penelitian ini serta semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, B.U., Barescut, J., Lariviere, D., Stocki, T., Kim, Y.J., Song, M.H., Kim, G.H., Jeong, S.H., dan Cho, K.W. 2011, "Measurement of indoor radon concentration and actual effective dose estimation of schools at high radon area in Korea," *Radioprotection*, Vol. 46 No. 6, pp. S91–S91.
- Ćurguz, Z., Žunić, Z.S., Tollefsen, T., Jovanović, P., Nikezić, D., dan Kolarž, P. 2012, "Active and passive radon concentration measurements and first-step mapping in schools of Banja Luka, Republic of Srpska," in Paper presented at the First East European Radon Symposium–FERAS, pp. 90–98.
- ICRP Homepage. 2014, *Radiological Protection against Radon Exposure (ICRP Publication 126 Radiological)*.
- ICRU Homepage. 2012, *ICRU Report 62 Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50)*.
- Kusdiana, Setiawan, A., Padjadi, E., dan Syarbaini. 2013, "Mapping of Environmental Gamma Radiation Dose Rate in West Sumatera Province," in *International Conference on the Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation*, pp. 211–214.
- Steinhäusler, F., Hofmann, W., dan Lettner, H. 1994, "Thoron exposure of man: a negligible issue?," *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 56 No. 1–4, pp. 127–131.
- Vaupotič, J., Bezek, M., Kávási, N., Ishikawa, T., Yonehara, H., dan Tokonami, S. 2012, "Radon and thoron doses in kindergartens and elementary schools," *Radiation protection dosimetry*, Vol. 152 No. 1–3, pp. 247–252.
- Wahyudi, Winarni, I. D., Wiyono, M., dan Kusdiana. 2021, "Analysis of radon concentration and gamma dose rate in residential houses of Ambon and Seram Islands, Maluku," *Jurnal Natural*, Vol. 21 No. 1, pp. 17-22.