

Penentuan Laju Dosis Efektif Gas Radon (^{222}Rn) dan Gas Thoron (^{220}Rn) Menggunakan CR-39 di Nagari Solok Bio-Bio, Kabupaten 50 Kota, Sumatera Barat

Muhammad Rizqi Widisaputra^{1,*}, Dian Milvita¹, Kusdiana²

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

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

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 10 Agustus 2022
Direvisi: 23 Agustus 2022
Diterima: 31 Agustus 2022

Kata kunci:

Laju Dosis Efektif
Columbia Resin-39
Gas Radon
Gas Thoron

Keywords:

Effective Dose Rate
Columbia Resin-39
Radon Gas
Thoron Gas

Penulis Korespondensi:

Muhammad Rizqi Widisaputra
Email:
muhammadrizqi@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan pengukuran laju dosis efektif dari gas radon (^{222}Rn) dan gas thoron (^{220}Rn) menggunakan dosimeter Columbia Resin-39 (CR-39) di Nagari Solok Bio-Bio, Kabupaten 50 Kota, Sumatera Barat. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui laju dosis efektif yang diterima oleh masyarakat di Nagari tersebut. Dosimeter tersebut dipasang sebanyak 30 buah selama 4 bulan di langit-langit rumah masyarakat di lokasi tersebut. Hasil pengukuran nilai laju dosis efektif dari gas radon berada pada rentang (0,18 - 4,01) mSv/tahun dan nilai laju dosis efektif dari gas thoron ialah (0,07-0,74) mSv/tahun. Hasil pengukuran laju dosis berada di bawah nilai ambang batas yang direkomendasikan pada PERKA BAPETEN No 4 Tahun 2013, kecuali nilai laju dosis efektif gas radon yang terdapat pada rumah No.4 dengan nilai 4,01 mSv/tahun.

Measurement of the effective dose rate of radon gas (^{222}Rn) and thoron gas (^{220}Rn) using a Columbia Resin-39 (CR-39) dosimeter has been carried out in Nagari Solok Bio-Bio, District 50 Kota, West Sumatra. Measurements were made to determine the effective dose rate received by the community in the Nagari. The 30 dosimeters were installed for 4 months on the ceilings of people's homes in that location. The results of the measurement of the effective dose rate of radon gas are in the range (0.18 - 4.01) mSv/year and the value of the effective dose rate of thoron gas is (0.07-0.74) mSv/year. The results of the dose rate measurement are below the recommended threshold value in PERKA BAPETEN NO.4 of 2013, except for the value of the effective dose rate of radon gas found in house No. 4 with a value of 4.01 mSv/year.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Manusia dalam kehidupan sehari-hari tidak dapat terlepas dari pancaran radiasi. Radiasi tersebut dapat diterima melalui dua sumber yakni alam dan buatan. Radionuklida alam yang berada di suatu daerah dapat berasal dari tanah, air, dan udara. Radionuklida tersebut dapat terakumulasi pada tanaman dan hewan di sekitarnya. Hal ini memungkinkan terjadinya dampak dari pancaran radiasi terhadap masyarakat yang berada di sekitar daerah radionuklida tersebut.

Pancaran radiasi yang berasal dari radionuklida alam dapat menyebabkan terjadinya efek merugikan bagi manusia, seperti mutasi gen dan kerusakan pada jaringan manusia (Akhadi, 2000). Hal tersebut menjadi alasan pentingnya dilakukan pengawasan terhadap radiasi di lingkungan. Pengawasan radiasi lingkungan dapat dilakukan dengan mengukur laju dosis radiasi dengan menggunakan dosimeter Columbia Resin-39 (CR-39). Data yang didapatkan dari pengukuran menggunakan dosimeter tersebut berupa konsentrasi dan nilai laju dosis gas radon dan gas thoron. Data yang didapatkan menjadi acuan dasar dari pengawasan terhadap radionuklida alam.

Radionuklida alam yang banyak tersebar di lingkungan ialah radionuklida uranium (^{238}U) dan torium (^{232}Th). Radionuklida ^{238}U dapat meluruh sehingga menghasilkan gas radon (^{222}Rn) dan radionuklida ^{232}Th dapat meluruh sehingga menghasilkan gas thoron (^{220}Rn). Gas radon dan thoron dapat berbahaya bagi kesehatan tubuh, karena dapat mengakibatkan kanker paru-paru. Kadar gas radon dan thoron pada udara bergantung pada kadar uranium dan thorium di suatu tempat. Di daerah pertambangan, daerah bebatuan dan gua-gua di bawah tanah dapat ditemukan uranium dan thorium cukup tinggi dibandingkan pada kondisi normal (Wardhana, 2007).

Penelitian mengenai pengukuran laju dosis efektif gas radon dengan menggunakan dosimeter CR-39 telah dilakukan oleh (Wahyudi, et al., 2018) di Kalimantan Barat. Hasil penelitian didapatkan nilai laju dosis gas radon pada rumah masyarakat berkisar antara 0,08 sampai dengan 1,11 mSv/tahun, dengan rata-rata sebesar $(0,38 \pm 0,03)$ mSv/tahun. Pengukuran laju dosis juga dilakukan (Pahrudin, et al., 2022) pada rumah masyarakat di Nagari Alam Pauh Duo, Solok Selatan. Nilai laju dosis gas radon yang didapatkan pada rentang 0,18 sampai dengan 0,94 mSv/tahun, sedangkan nilai laju dosis gas thoron yang didapatkan pada rentang 0,031 sampai 0,63 mSv/tahun. Penelitian mengenai pengukuran laju dosis gas radon dan thoron di dalam rumah masyarakat merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan, mengingat gas radon dan thoron berasal dari tanah dan batuan yang muncul dari kerak bumi.

Pemetaan terkait sebaran radiasi gamma lingkungan di Sumatera Barat telah dilakukan oleh (Kusdiana, et al., 2013). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata laju dosis gamma di Sumatera Barat ialah sebesar (60 ± 13) nSv/tahun. Nilai rata-rata laju dosis tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa wilayah di Indonesia lainnya. Pemetaan sebaran radiasi gamma di Sumatera Barat dilakukan pada 28 titik. Salah satu titik tersebut berada di Payakumbuh, tepatnya di Kecamatan Labuh Silang. Berdasarkan penelitian, daerah tersebut memiliki nilai laju dosis sebesar (70 ± 12) nSv/tahun, nilai tersebut berada di atas rata-rata laju dosis gamma di Sumatera Barat.

Kajian mengenai struktur geologi dan potensi terbentuknya mineralisasi uranium di daerah Harau-Payakumbuh, Sumatera Barat dilakukan oleh (Ngadenin, 2013). Kajian tersebut dilatarbelakangi dengan bentuk geologi Harau dan sekitarnya. Daerah tersebut diperkirakan adanya anomali radioaktivitas, karena adanya akumulasi uranium pada batuan sedimen yang berumur tersier dan pra-tercier. Hasil kajian menyatakan berdasarkan tatanan geologi adanya kadar mineralisasi batuan uranium di daerah tersebut.

Berdasarkan kajian (Ngadenin, 2013) mengenai adanya potensi mineralisasi batuan uranium di Harau, Kabupaten 50 Kota, maka dilakukan penelitian mengenai pengukuran laju dosis radiasi di sekitar lokasi tersebut. Penelitian dilakukan di Nagari Solok Bio-Bio, Kabupaten 50 Kota, Sumatera Barat. Nagari tersebut merupakan salah satu nagari yang berada pada lokasi anomali berdasarkan kajian tersebut. Nagari berpenduduk 2.056 Jiwa (Kota, 2021) sehingga hal ini menjadi dasar pentingnya dilakukan penelitian mengenai tingkat dosis radiasi yang berada di sekitar Nagari Solok Bio-Bio.

Penelitian dilakukan dengan tujuan mengestimasi nilai laju dosis radiasi gas radon (^{222}Rn) dan gas thoron (^{220}Rn) di Nagari Solok Bio-Bio, Sumatera Barat. Penelitian dilakukan dengan menggunakan CR-39. Hasil PERKA BAPETEN No.4 Tahun 2013 tentang nilai ambang batas laju

dosis radiasi yang boleh diterima oleh masyarakat. Nilai ambang batas laju dosis tersebut sebesar 1 mSv/tahun.

II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian terdiri dari surveymeter *atomtex*, dosimeter CR-39, mikroskop, oven, gelas objek, *ultrasonic vibration* dan desikator elektrik. Bahan yang digunakan pada penelitian adalah tali, paku, plastik, NaOH 6,5 M, dan aquades.

2.2 Teknik Penelitian

Penelitian diawali dengan survei lokasi dan penentuan titik, peletakan dan pengambilan sampel, pengetsaan dan pembacaan film CR-39, pengolahan data dan analisa data.

2.2.1 Survei Lokasi dan Penentuan Titik

Langkah pertama dari penelitian survei lokasi dan penentuan titik. Berdasarkan dari hasil peninjauan lokasi dan titik menggunakan surveymeter *atomtex* didapatkan 2 titik anomali yang berada di sekitar pemukiman masyarakat.

2.2.2 Peletakan dan Pengambilan Sampel

Sebanyak 30 buah dosimeter CR-39 digantung pada rumah masyarakat yang sudah ditentukan. Dosimeter digantung di langit-langit rumah dengan cara diikatkan pada tali dan paku. Dosimeter diambil kembali setelah digantung selama 4 bulan. Dosimeter yang diambil dimasukkan ke dalam plastik lalu dibawa ke Laboratorium Cacah Pusat Riset dan Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, Organisasi Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN).

2.2.3 Pengetsaan dan Pembacaan Sampel

Pada tahap pengetsaan dilakukan proses kimia dengan memasukkan larutan NaOH 6,5 M ke dalam suatu gelas objek yang berisi film dari detektor CR-39. Gelas objek tersebut kemudian dimasukkan ke oven selama 7 jam dengan temperatur 70°C.

Film dari detektor CR-39 kemudian dibersihkan dengan menggunakan *ultrasonic vibrator* yang diberi aquades. Setelah dibersihkan kemudian film dikeringkan dengan cara didiamkan. Tahap pembacaan jejak pada film CR-39 dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik.

2.2.4 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan setelah didapatkan jejak partikel alfa dari detektor CR-39. Teknik pengolahan data dilakukan dengan mendapatkan nilai konsentrasi gas radon dan thoron dengan menggunakan Persamaan (1) dan (2).

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

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

Dengan keterangan C_{Rn} merupakan konsentrasi gas radon (Bq/m³), C_{Th} merupakan konsentrasi gas thoron (Bq/m³), N_T merupakan jumlah jejak total (jejak/mm²), N_B merupakan Jumlah jejak latar (jejak/mm²), E_{Rn} merupakan efisiensi detektor untuk gas radon (jejak/5,0625mm²/Bqm⁻³hari), E_{Th} efisiensi detektor untuk gas thoron (jejak/5,0625mm²/Bqm⁻³hari). Hasil nilai konsentrasi yang didapatkan kemudian diolah kembali dengan Persamaan (3) dan (4)

$$DE_{Rn} = KD_{Rn} \times F \times T \times C_{Rn} \quad (3)$$

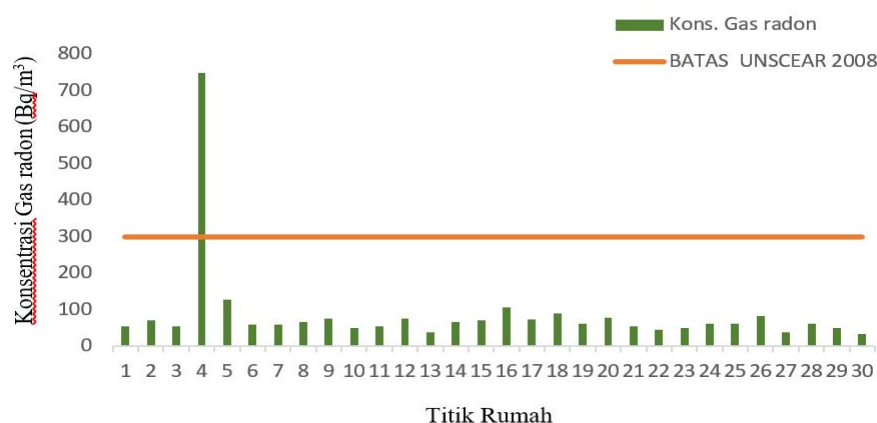
$$DE_{Th} = KD_{Th} \times F \times T \times C_{Th} \quad (4)$$

Dengan keterangan, DE_{Rn} merupakan laju dosis efektif gas radon, DE_{Th} merupakan dosis efektif gas thoron, KD_{Rn} merupakan faktor konversi dosis radon yaitu $9 \text{ nSv/Bqm}^{-3} \text{ jam}$ (UNSCEAR, 2008), KD_{Th} merupakan faktor konversi dosis thoron yaitu $40 \text{ nSv/Bqm}^{-3} \text{ jam}$, F merupakan faktor kesetimbangan radon (0,4) dan thoron (0,1) (UNSCEAR, 1999), T merupakan waktu pengambilan alat (hari), C_{Rn} merupakan Konsentrasi gas radon (Bq/m^3). Hasil perhitungan dari nilai laju dosis gas radon dan gas thoron dianalisis berdasarkan rekomendasi pada PERKA BAPETEN No.4 Tahun 2013. Nilai ambang batas yang direkomendasikan sebesar 1 mSv/tahun .

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Kosentrasi Gas Radon (^{222}Rn)

Hasil dari perhitungan konsentrasi gas radon dapat dihitung dengan Persamaan (1) dan konsentrasi gas radon dapat diplotkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsentrasi Gas Radon dalam rumah penduduk di Nagari Solok Bio-Bio

Pada Gambar 1, dapat dilihat konsentrasi gas radon yang terdapat pada Nagari Solok Bio-Bio berkisar antara $(34 \pm 2,38 - 749 \pm 52,97) \text{ Bq/m}^3$. Rata-rata konsentrasi gas radon tersebut senilai $(88 \pm 6,20) \text{ Bq/m}^3$. Konsentrasi gas radon yang paling tinggi berada pada titik rumah nomor 4. Konsentrasi gas radon pada titik tersebut mencapai $(749 \pm 52,97) \text{ Bq/m}^3$. Nilai konsentrasi gas radon didapatkan berada di atas nilai ambang batas yang ditetapkan oleh UNSCEAR pada tahun 2008 yaitu nilai ambang batas dosisnya ialah sebesar 300 Bq/m^3 .

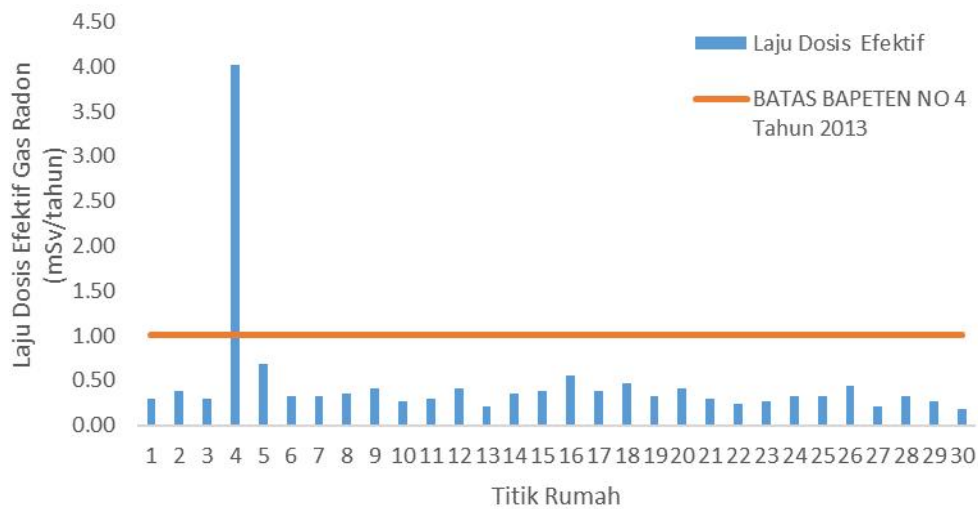
Hasil konsentrasi gas radon yang didapatkan lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Wahyudi, et al., 2018) pada rumah masyarakat di Kalimantan Barat. Tingginya konsentrasi pada titik tersebut disebabkan lantai rumah yang terbuat dari semen, dinding rumah yang berupa batako dan kurangnya sirkulasi udara yang ada di rumah tersebut.

3.2 Estimasi Laju Dosis Gas Radon (^{222}Rn)

Estimasi laju dosis efektif dari gas radon di Nagari Solok Bio - Bio dapat diketahui melalui Persamaan (3). Nilai estimasi laju dosis efektif dari gas radon yang diterima masyarakat dalam satu tahun dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa estimasi laju dosis efektif gas radon di Nagari Solok Bio-Bio ialah sekitar 0,18 sampai 4,01 mSv/tahun. Hasil dari pengukuran tertinggi berada pada titik rumah No.4 dengan nilai laju dosis sebesar 4,01 mSv/tahun. Nilai tersebut berada di atas nilai

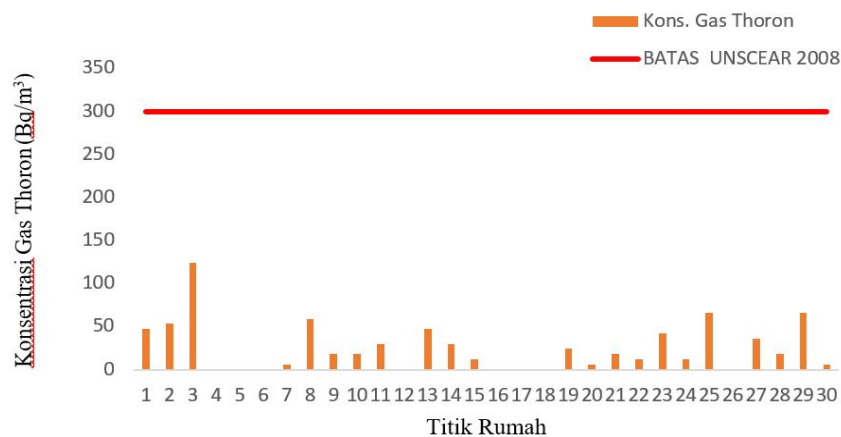
ambang laju dosis efektif yang direkomendasikan pada PERKA BAPETEN No.4 Tahun 2013. Nilai batas laju dosis efektif yang direkomendasikan untuk diterima masyarakat sebesar 1 mSv/tahun.



Gambar 2. Laju Dosis Efektif Gas Radon di Nagari Solok Bio-Bio

Nilai laju dosis efektif yang didapatkan tinggi dikarenakan konsentrasi gas radon yang terdapat pada Gambar 1 juga tinggi. Akibat tingginya estimasi laju dosis gas radon yang diterima masyarakat, disarankan kepada masyarakat agar dapat lebih sering membuka jendela rumah, sehingga adanya sirkulasi udara di rumah tersebut.

3.3 Konsentrasi Gas Thoron (^{220}Rn)

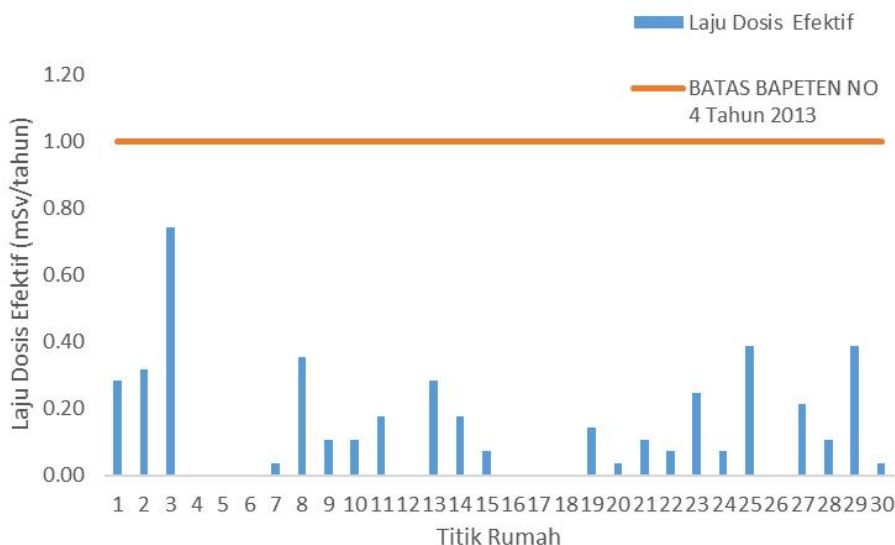


Gambar 3 Konsentrasi Gas Thoron di Nagari Solok Bio-Bio

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat konsentrasi gas thoron cenderung lebih rendah daripada konsentrasi gas radon yang terdapat pada Gambar 1. Konsentrasi gas thoron yang terukur berkisar antara $(6 \pm 0,43 - 124 \pm 8,80)$ Bq/m³. Pada gambar terlihat adanya konsentrasi gas thoron yang tidak muncul pada rumah nomor 4, 5, 6, 16, 17, dan 18. Hal tersebut dikarenakan kecilnya jumlah jejak partikel alfa dari gas thoron dibandingkan dengan gas radon, sehingga nilai dari gas thoron dianggap tidak ada. Konsentrasi gas thoron yang paling tinggi terdapat pada rumah nomor 3 dengan konsentrasi thoron sebesar $(124 \pm 8,80)$ Bq/m³. Nilai konsentrasi gas thoron yang didapatkan pada setiap rumah masih jauh dari nilai ambang batas yang ditetapkan oleh UNSCEAR pada tahun 2008 yaitu nilai ambang batas dosisnya ialah sebesar 300 Bq/m³. Hasil konsentrasi gas radon yang didapatkan lebih rendah dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Lamada, et al., 2015) pada rumah masyarakat di Makasar, Sulawesi Selatan.

3.4 Estimasi Laju Dosis Efektif Gas Thoron (^{220}Rn)

Nilai estimasi dosis efektif dari gas thoron yang diterima oleh masyarakat dalam satu tahun diplotkan ke dalam bentuk grafik pada Gambar 4.



Gambar 4 Laju Dosis Efektif Gas thoron di Nagari Solok Bio-Bio

Berdasarkan Gambar 4, ditunjukkan nilai dari estimasi laju dosis gas thoron di Nagari Solok Bio-Bio. Nilai laju dosis efektif dari gas thoron yang terukur berada di rentang nilai 0,07 sampai 0,74 mSv/tahun. Nilai laju dosis efektif gas thoron pada rumah nomor 4, 5, 6, 16, 17 dan 18 tidak terdeteksi. Hal tersebut terjadi karena nilai dosis efektif yang didapatkan dipengaruhi juga oleh tinggi-rendahnya konsentrasi gas thoron pada Gambar 3. Nilai laju dosis efektif yang didapatkan masih berada di bawah rekomendasi yang ditetapkan pada PERKA BAPETEN No.4 Tahun 2013 mengenai nilai ambang batas dosis untuk radionuklida thoron ialah 1 mSv/tahun.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian nilai laju dosis gas radon dan gas thoron di Nagari Solok Bio-Bio berada di bawah ambang batas yang direkomendasikan pada PERKA BAPETEN No. 4 tahun 2013 mengenai nilai ambang batas dosis sebesar 1 mSv/tahun. Terdapat satu rumah masyarakat yang berada di atas ambang batas tersebut, dengan nilai laju dosis gas radon sebesar 4,01 mSv/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, 2000, *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Kusdiana, S. A., Pudjaji, E. dan Syarbaini, 2013, Mapping of Enviromental Gamma Radiation Dose Rate in West Sumatera Province, pp. 211-214.
- Lamada, M., Dewang, S. dan Abdullah, B., 2015, Analisis Gas Radon dan Thoron di Makassar. *Respiratory Universitas Hasanudin*.
- Ngadenin, 2013, Geologi dan Potensi Terbentuknya Mineralisasi Uranium di Daerah Harau Sumatera Barat. *Eksplorium*, 2(34), pp. 111-120.
- Pahrudin, Milvita, D. dan Kusdiana, 2022, Pengukuran Konsentrasi Gas Radon dan Gas Thoron Menggunakan Detektor CR-39 pada Rumah Penduduk di Nagari Alam Pauh Duo Solok Selatan. *Jurnal Fisika UNAND*, 3(11), pp. 354-359.
- UNSCEAR, 1999, *Source and Effect of Ionizing Radiation*, New York: Report to General Assembly with Annc.
- UNSCEAR, 2008, *Source and Effect of Ionizing Radiation*, New York: Report to General Assembly with Annc.

Wahyudi, Iskandar, D. dan Kusdiana, 2018, *Analisis Dosis Radiasi Alam dari Paparan Radon dan Radiasi Gamma di Rumah Penduduk di Kalimantan Barat*, Yogyakarta, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Dasar dan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir.

Wardhana, W., 2007, *Teknologi Nuklir*, Andi, Jakarta.

Kota, B. 5., 2021. *Harau Dalam Angka 2020*. [Online] Available at: <https://limapuluhkotakab.go.id/publication/2021/09/26/870daea6c8f06d3b40138782/kecamatan-harau-dalam-angka-2020> [Accessed 13 Oktober 2021].