



KL-008

PENGUKURAN RADON DENGAN TEKNIK *GRAB* DAN *SNIFF* MENGGUNAKAN RAD7: STUDI PERBANDINGAN METODE

M.F. Ramadhani, R. Prasetyo, dan N. Laksmiingpuri

ABSTRAK

Telah dilakukan pengukuran aktivitas radon dengan 2 metode, yaitu metode *grab* dan *sniff* di lokasi Cilandak dan Pondok Aren menggunakan RAD7. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kemampuan 2 metode pengukuran aktivitas radon secara cepat menggunakan RAD7. Gas radon diukur menggunakan metode *sniff* dan metode *grab* dengan memasukkan *steel soil probe* sedalam 0,80 meter. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa metode *grab* memiliki aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan metode *sniff* pada lokasi yang sama. Data yang dihasilkan kemudian dianalisis secara statistik menunjukkan nilai standar deviasi (SD) yang lebih tinggi pada metode *sniff*. Perbandingan kedua metode pada kedua lokasi menggunakan koefisien variasi (CV) menunjukkan metode *grab* memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan metode *sniff*. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode *sniff* memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan metode *grab* dalam hal pengukuran aktivitas radon secara cepat karena efisiensi dan relatif lebih stabil dalam pengukurannya. Metode *grab* akan lebih baik jika digunakan dalam monitoring aktivitas radon dengan periode waktu di atas 50 menit.

Kata Kunci: Radon; Rad7; Metode; *Grab*; *Sniff*.

ABSTRACT

The measurement of radon activity has been carried out using 2 methods, grab and sniff method at Cilandak and Pondok Aren using RAD7. This study aims to see the ability of 2 methods of measuring radon activity quickly using RAD7. Radon gas was measured using the sniff method and the grab method by inserting a steel soil probe to a depth of 0.80 meters. The measurement results show that the grab method has higher activity than the sniff method at the same location. The resulting data was then statistically analyzed showing a higher standard deviation (SD) value for the sniff method. Comparison of the two methods at both locations using the coefficient of variation (CV) shows that the grab method has a smaller value than the sniff method. Based on the results of the analysis that has been carried out, it can be concluded that the sniff method has a better ability than the grab method in terms of measuring radon activity quickly because of its efficiency and relatively more stable in its measurement. The grab method would be better if used in monitoring radon activity with a time period of more than 50 minutes.

Keywords: Radon; Rad7; *Grab*; *Sniff*.

M. F. Ramadhani, R. Prasetyo, & N. Laksmiingpuri

*Pusat Riset Teknologi Deteksi Radiasi dan Analisis Nuklir BRIN, e-mail: moch046@brin.go.id

@ 2023 Penerbit BRIN

M. F. Ramadhani, R. Prasetyo, dan N. Laksmiingpuri, "Pengukuran radon dengan teknik *grab* dan *sniff* menggunakan RAD7: studi perbandingan metode," Dalam *Prosiding Seminar APISORA 2021 "Peran Isotop dan Radiasi untuk Indonesia yang Berdaya Saing,"* T. Wahyono, A. Citraresmini, D. P. Rahayu, Oktaviani, dan N. Robifahmi, Eds. Jakarta: Penerbit BRIN, November 2023, ch. 22, pp. 225–232, DOI: 10.55981/brin.690.c663,

E-ISBN: 978-623-8372-02-7



PENDAHULUAN

Radon (^{222}Rn) merupakan salah satu unsur gas mulia yang memiliki waktu paruh sekitar 3,8 hari bersifat inert, tidak berbau dan tidak berwarna ini terbentuk secara alami hasil dari rantai peluruhan uranium-238. Karakteristik lain yang dimiliki oleh radon, yaitu kestabilannya tinggi ciri dari unsur golongan VIIIA yang mengakibatkan radon sangat sukar untuk bereaksi dengan unsur lain. Kemunculan radon ke permukaan diakibatkan oleh gas (misal, CO_2) dan fluida sebagai *carriers* radon [1],[2].

Saat ini pengukuran gas radon banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor, seperti eksplorasi uranium, penentuan area patahan atau zona rekahan dalam eksplorasi panas bumi, efek radon terhadap kesehatan paru-paru, bahkan penelitian radon sebagai prekursor gempa bumi [3]. Penelitian radon pada eksplorasi panas bumi ini berkaitan dengan manifestasi pada zona permeabel yang diindikasikan oleh zona rekahan atau patahan. Keberadaan zona rekahan ini dapat mengindikasikan jalur migrasi dari fluida panas bumi yang dapat diketahui dengan pengukuran aktivitas radon, di mana lokasi yang memiliki aktivitas tinggi menunjukkan ciri dari zona rekahan [4].

Penelitian mengenai pengukuran radon telah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai macam instrumentasi yang beredar secara komersil. Penelitian N.M. Ershaidat, dkk. mengungkapkan bahwa detektor bertipe aktif (RAD7) lebih baik dibanding dengan tipe detektor pasif (CR-49) [5]. Perbandingan lain antara RAD7, *Scout Detector*, dan CR-39 menunjukkan bahwa hasil pengukuran RAD7 mendekati nilai sebenarnya berdasarkan sumber radon dari radium [6]. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan RAD7 memiliki kemampuan lebih baik dibanding yang lain.

Permasalahan yang terjadi di lapangan, yaitu pemilihan metode yang tepat pada kondisi tertentu dengan mempertimbangkan keakuratan, ketepatan, dan efisiensi waktu pengukuran. Pengambilan sampel gas radon yang sering dilaksanakan, yaitu dengan metode *grab* dan metode *sniff*. Kedua metode ini memiliki perbedaan dalam *counting* di mana *grab* akan melakukan *counting* ketika selesai pengambilan sampel gas radon, sedangkan metode *sniff* proses *counting* akan berjalan seiring pompa alat bekerja [7].

Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbedaan kemampuan RAD7 dalam melakukan pengukuran aktivitas radon secara cepat dengan menggunakan metode *grab* dan *sniff* melalui lokasi dan perlakuan yang sama. Data aktivitas radon yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik untuk melihat hasil dari pengukuran kedua metode tersebut sehingga dapat diketahui metode mana yang lebih akurat dan efisien dalam melakukan sampling gas radon. Berikut kelemahan dan kelebihan masing-masing metode tersebut.



METODE PERCOBAAN

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *dessicant-anhydrous indicating drierite* ukuran 8 mesh, *vinyl tubing*, *Titan3 nylon syringe filter* 0,45 μ m, *steel soil gas probe*, dan *electronic radon detector* RAD7 buatan Durridge.

Tata Kerja

Preparasi Titik Sampling Gas Radon

Besi pejal ditancapkan pada titik sampling yang akan diukur sedalam 60 cm, kemudian besi pejal diangkat dan dimasukkan *steel soil gas probe* ke dalam lubang tanah. Hal ini untuk menghindari terlepasnya gas radon ke udara tutup celah lubang di sekitar lubang dengan tanah yang dipadatkan.

Pengondisian RAD7

RAD7 buatan Durridge ini dilengkapi dengan detektor *solid-state* dan *chamber*. Sebelum digunakan, RAD7 memiliki ambang batas kelembapan yang dianjurkan, yaitu <10%. Menurunkan kelembapan ini dilakukan prosedur *purging*, ada 2 metode *purging*, yaitu *open loop* dan *close loop*. Penggunaan metode *close loop* dapat meminimalisasi penggunaan *drierite* karena kelembapan yang diserap akan lebih sedikit dan lebih efektif dalam menurunkan kelembapan RAD7 hingga <10% jika dibandingkan metode *open loop*.

Pengukuran Aktivitas Gas Radon dalam Tanah dengan Metode Grab

Pengukuran aktivitas radon diawali dengan proses *purging* secara *open loop* terhadap lubang sampel yang bertujuan untuk mendorong sisa gas yang terdapat dalam *chamber* keluar dari RAD7. Pada metode *grab* RAD7 akan memompa gas yang ada di dalam lubang titik sampling. Sebelum dicacah, gas akan melalui *vinyl tubing*, *drierite tube*, dan *filter*. Kemudian set protokol untuk metode *grab* dengan mengubah mode tes menjadi *Grab*. Metode *grab* dilakukan selama 5 menit kemudian RAD7 akan mencacah sampel gas.

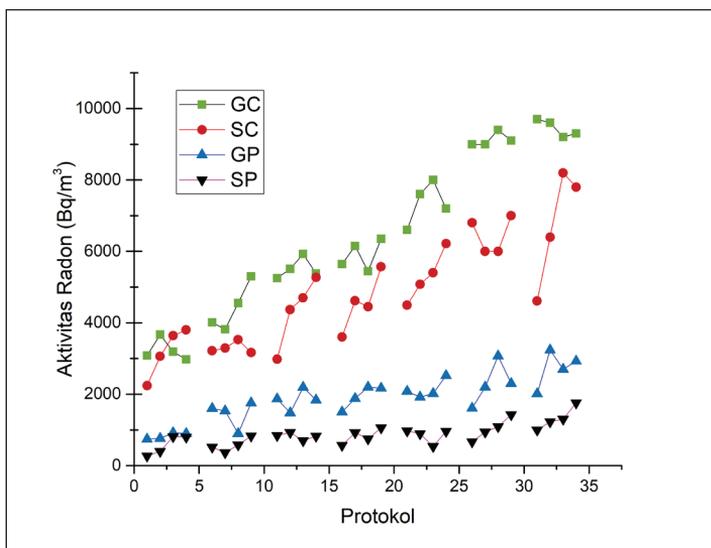
Pengukuran Aktivitas Gas Radon dalam Tanah dengan Metode Sniff

Prosedur yang sama diterapkan juga pada metode *sniff*. Perbedaan antara metode *grab* dan *sniff* terletak pada mekanisme metode *sniff* yang mengintegrasikan proses pompa gas dan cacah secara bersamaan (*continuous*). Set protokol pengukuran diatur dengan mengubah mode tes menjadi *sniff*. Proses pengukuran tersebut dilakukan selama 5 menit untuk 1 siklus.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran aktivitas radon pada 2 lokasi berbeda dengan metode yang sama menunjukkan hasil yang bervariasi. Aktivitas rata-rata tertinggi terdapat di lokasi Cilandak dengan metode *grab* sebesar $6426,79 \text{ Bq/m}^3$ dan sebesar $4839,64 \text{ Bq/m}^3$ untuk metode *sniff*. Di lokasi Pondok Aren aktivitas untuk metode *grab* dan *sniff* berturut-turut sebesar $1887,14 \text{ Bq/m}^3$ dan $855,12 \text{ Bq/m}^3$. Perbandingan aktivitas radon antara 2 lokasi memperlihatkan perbedaan tingkat aktivitas radon yang dihasilkan oleh kedua metode. Metode *Grab* menunjukkan hasil pengukuran lebih tinggi dibanding dengan metode *sniff*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Keterangan: Grab-Cilandak (GC), Sniff-Cilandak (SC), Grab-Pondok Aren (GP), Sniff-Pondok Aren (SP).

Gambar 1. Hasil Pengukuran Aktivitas Radon

Analisis statistik lokasi cilandak (Tabel 1) menggambarkan profil dari masing-masing metode. Perbandingan Standar Deviasi (SD) dari kedua metode menunjukkan bahwa SD metode *sniff* memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan metode *grab*. Ini menunjukkan bahwa pengukuran aktivitas radon pada metode *grab* lebih fluktuatif dan *sniff* relatif lebih stabil, begitupun dengan lokasi Pondok Aren (Tabel 2) menunjukkan pola SD yang serupa. Indikator SD digunakan untuk menghitung jumlah variasi atau dispersi terhadap konsentrasi radon [8].

Koefisien variasi (CV) digunakan untuk melihat variabilitas pengukuran aktivitas radon juga membandingkan stabilitas dan konsisten dari 2 pengukuran. Sebagai indikator perbandingan CV menunjukkan keakuratan yang lebih baik dibanding dengan SD. Peningkatan nilai CV menunjukkan variabilitas yang tinggi dan stabilitas yang rendah. Sebaliknya, makin kecil nilai CV maka variabilitas makin rendah dan stabilitas makin tinggi [8]. Berdasarkan Tabel 1 perbandingan CV% antara metode



grab dan *sniff* menunjukkan kecenderungan di mana makin tinggi aktivitas radon maka CV% makin tinggi. Hal ini dibuktikan dengan nilai CV% pada aktivitas terendah protokol 1 sebesar 0,99%, sedangkan aktivitas tertinggi pada protokol 7 menunjukkan nilai CV% sebesar 23,54%.

Hasil pengukuran di lokasi Pondok Aren mempunyai kecenderungan yang serupa dengan lokasi Cilandak, di mana aktivitas terukur oleh metode *grab* lebih tinggi dibanding dengan *sniff*, seperti ditunjukkan oleh Tabel 2. Aktivitas radon di lokasi Pondok Aren, baik metode *grab* ataupun *sniff* menunjukkan aktivitas yang lebih rendah dibanding dengan lokasi Cilandak. Aktivitas terendah metode *grab* dan *sniff* berturut-turut sebesar 830 Bq/m^3 dan 570 Bq/m^3 , sedangkan untuk aktivitas tertinggi sebesar 2720 Bq/m^3 pada metode *grab* dan $1322,5 \text{ Bq/m}^3$ pada metode *sniff*. Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi tingkat aktivitas radon, seperti jenis tanah, kondisi tanah (kelembapan), permeabilitas, uranium, zona alterasi, dan pH [9],[10],[3]. Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa faktor struktur geologi (patahan) berpengaruh dominan terhadap tingginya aktivitas radon [11].

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 pengukuran radon menggunakan 2 metode menunjukkan bahwa pengukuran *sniff* lebih stabil jika ditinjau dari indikator CV. Nilai CV pada *sniff* di lokasi cilandak 29,10% dan di lokasi Pondok Aren sebesar 30,69% di mana nilai ini lebih kecil dibanding *grab* pada masing-masing lokasi.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Aktivitas Radon Lokasi Cilandak

Protokol	Metode		Mean	SD	CV%
	<i>Grab</i>	<i>Sniff</i>			
1 (min)	3230,00	3185,00	3207,50	31,82	0,99
2	4420,00	3302,50	3861,25	790,19	20,46
3	5517,50	4330,00	4923,75	839,69	17,05
4 (median)	5895,00	4560,00	5227,50	943,99	18,06
5	7350,00	5297,50	6323,75	1451,34	22,95
6	9125,00	6450,00	7787,50	1891,51	24,29
7 (max)	9450,00	6752,50	8101,25	1907,42	23,54
SD	2331,98	1408,34	1866,41	674,22	8,07
Min	3230,00	3185,00	3207,50	31,82	0,99
Max	9450,00	6752,50	8101,25	1907,42	23,54
Median	5895,00	4560,00	5227,50	943,99	18,06
Mean	6426,79	4839,64	5633,21	1122,28	18,19
CV%	36,29	29,10	33,13	60,08	44,36



Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Aktivitas Radon Lokasi Pondok Aren

Protokol	Metode		Mean	SD	CV (%)
	<i>Grab</i>	<i>Sniff</i>			
1 (min)	830,00	570,00	700,00	183,85	26,26
2	1447,50	572,50	1010,00	618,72	61,26
3	1845,00	823,33	1334,17	722,43	54,15
4 (median)	1937,50	825,00	1381,25	786,66	56,95
5	2135,00	840,00	1487,50	915,70	61,56
6	2295,00	1032,50	1663,75	892,72	53,66
7 (max)	2720,00	1322,50	2021,25	988,18	48,89
SD	610,54	262,43	428,98	271,28	12,12
Min	830,00	570,00	700,00	183,85	26,26
Max	2720,00	1322,50	2021,25	988,18	48,89
Median	1937,50	825,00	1381,25	786,66	56,95
Mean	1887,14	855,12	1371,13	729,75	51,82
CV (%)	32,35	30,69	31,29	37,17	23,38

Setiap metode pengukuran RAD7 memiliki mekanisme cacah yang berbeda. Metode *grab* akan mencacah Po-218 dan Po-214, sedangkan metode *sniff* hanya akan mencacah Po-218 dan mengabaikan Po-214 [7]. Ditinjau dari perbandingan waktu paruh antara Rn-222 dengan Po-218 atau Po-214, proses pengukuran metode *grab* membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai kesetimbangan karena proses peluruhan Po-218 hingga terbentuk Po-214 selama >49,77 menit. Metode *sniff* hanya akan mencacah Po-218 yang memiliki waktu paruh 3 menit sehingga untuk mencapai kesetimbangan relatif lebih singkat dibandingkan dengan *grab* [7].

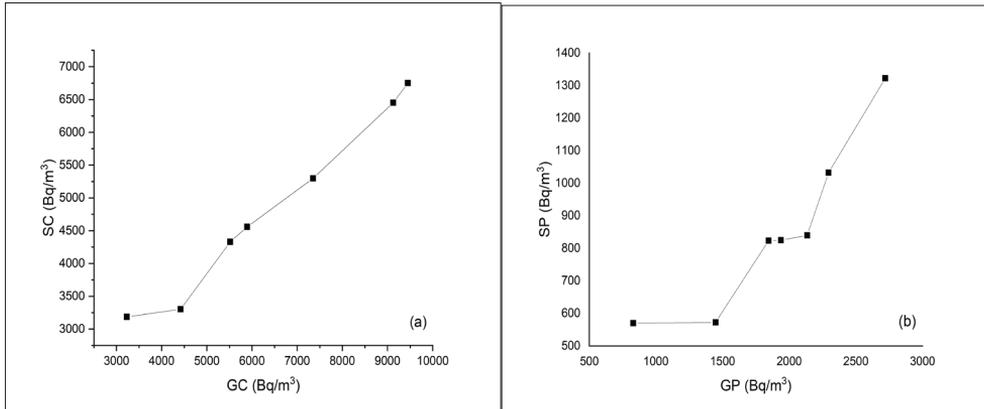
Faktor korelasi kedua lokasi ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan grafik tersebut R² untuk lokasi Cilandak dan Pondok Aren berturut-turut sebesar 0,9830 dan 0,8443. Hasil yang ditunjukkan mengindikasikan bahwa hasil tersebut memungkinkan untuk dapat mengestimasi aktivitas radon *sniff* berdasarkan aktivitas radon *grab* [12]. Aktivitas radon *sniff* pada lokasi Cilandak dapat diestimasi dengan persamaan berikut:

$$y = 0,5988(x) + 991,47 \tag{1}$$

di mana y merupakan aktivitas radon SC (Bq/m³) dan x adalah aktivitas radon GC (Bq/m³). Sedangkan untuk lokasi Pondok Aren estimasi dapat dilakukan dengan persamaan:

$$y = 0,395(x) + 109,78 \tag{2}$$

di mana y merupakan aktivitas radon SP (Bq/m³) dan x adalah aktivitas radon GP (Bq/m³).



Keterangan: (a) GC terhadap SC; (b) GP terhadap SP

Gambar 2. Aktivitas Radon *Grab* Terhadap *Sniff*

KESIMPULAN

Pengukuran radon dengan menggunakan RAD7 secara *grab* atau *sniff* memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Metode *grab* memberikan hasil pengukuran yang lebih fluktuatif dalam pengukurannya dan memiliki rata-rata pengukuran yang lebih tinggi dibanding dengan metode *sniff*. Sementara itu, metode *sniff* hanya mengukur Po-218 memberikan hasil pengukuran yang relatif lebih rendah dibanding dengan metode *grab* sehingga untuk keperluan pengukuran Radon secara cepat metode *sniff* lebih baik dibandingkan metode *grab*. Namun, untuk pengukuran dalam waktu lebih lama metode *grab* memberikan keakuratan yang lebih baik dibanding *sniff*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis berikan kepada rekan-rekan kelompok Hidrologi dan Panas bumi di PRTPR yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Al-Zoughool and D. Krewski, "Health effects of radon: a review of the literature," *Int. J. Radiat. Biol.*, vol. 85, no. 1, pp. 57–69, 2009, doi: 10.1080/09553000802635054.
- [2] M. Siino dkk., "Multiple seasonality in soil radon time series," no. January, pp. 1–13, 2019, doi: 10.1038/s41598-019-44875-z.
- [3] B. Sunardi, "Variasi gas radon dan aktivitas kegempaan di sekitar patahan opak," *J. Lingkungan dan Bencana Geol.*, vol. 9, no. 1, p. 11, 2018, doi: 10.34126/jlbg.v9i1.166.
- [4] H. Nurohman dkk., "Zona permeabel di Kawah Gunung Papandayan berdasarkan gas radon dan thoron," *J. Ris. Geol. dan Pertamb.*, vol. 26, no. 2, p. 131, 2016, doi: 10.14203/risetgeotam2016.v26.274.



SEMINAR APISORA 2021

Peran Isotop dan Radiasi untuk Indonesia yang Berdaya Saing

- [5] N. M. Ershaidat, “Comparative study of soil radon concentration levels using active and passive detectors,” vol. 8, no. 1, pp. 29–37, 2015.
- [6] H. T. Hamad, M. S. Karim, and N. F. Kadhim, “Comparison of three techniques for measuring radon gas,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1879, no. 3, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1879/3/032052.
- [7] D. Company, *Electronic Radon Detector User Manual*. Massachusetts: DURRIDGE Company Inc, 2012.
- [8] M. A. M. Alghamdi and H. M. Diab, “Measurement of radon content in silty sand soil using Rad7 and Cr-39 techniques At Wadi Arar, Saudi Arabia: comparison study,” no. 5, pp. 126–132, 2016.
- [9] D. T. Esan dkk., “Determination of Residential soil gas radon risk indices over the lithological units of a Southwestern Nigeria University,” *Sci. Rep.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2020, doi: 10.1038/s41598-020-64217-8.
- [10] P. T. Huynh Nguyen dkk., “Soil radon gas in some soil types in the rainy season in Ho Chi Minh City, Vietnam,” *J. Environ. Radioact.*, vol. 193–194, no. December 2017, pp. 27–35, 2018, doi: 10.1016/j.jenvrad.2018.08.017.
- [11] J. Vaupotič, I. Kobal, and J. Planinić, “Long-term radon investigation in four selected kindergartens in different geological and climate regions of Slovenia,” *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, vol. 238, no. 1–2, pp. 61–66, 1998, doi: 10.1007/BF02385356.
- [12] A. A. Abojassim, “Comparative study between active and passive techniques for measuring radon concentrations in groundwater of Al-Najaf city, Iraq,” *Groundw. Sustain. Dev.*, vol. 11, September, p. 100476, 2020, doi: 10.1016/j.gsd.2020.100476.