

Deteksi Ionisasi Udara Akibat Radioaktivitas *Americium-241* (Am-241) Melalui Parameter Kelistrikan

Tedi Sumardi^{*1}, Siti Nurasih¹

¹Fakultas Sains, Program Studi Fisika, Universitas Mandiri, Subang, Indonesia

E-mail: tedi@universitasm mandiri.ac.id^{*1}, snurasih@gmail.com²

(*: correspondent author)

Abstrak Radioaktivitas adalah peristiwa peluruhan zat radioaktif yang disebabkan oleh adanya interaksi antara zat radioaktif dengan atom-atom molekul di udara menghasilkan ionisasi udara. Pada penelitian ini, deteksi ionisasi udara dilakukan dengan mengamati perubahan voltase, arus, dan jarak dari radiasi yang ditimbulkan oleh Am-241 sebagai sumber radiasi pada posisi vertikal dan horizontal. Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan pada masing-masing posisi Am-241 terhadap elektroda. Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan voltase yang ditimbulkan Am-241 pada posisi yang berbeda. Terdapat hubungan antara kuat arus listrik terhadap jarak Am-241 dari elektroda baik pada posisi vertikal maupun horizontal, di mana semakin jauh posisi Am-241 dari elektroda maka kuat arus semakin besar. Dengan demikian, perubahan nilai arus dan voltase membuktikan bahwa telah terjadi radiasi yang ditimbulkan oleh Am-241.

Kata kunci: Radioaktivitas, Am-241, Ionisasi udara

Abstract Radioactivity is the decay of radioactive substances due to the interaction between radioactive substances and atoms or molecules in the air to form air ionization. In this study, air ionization detection was carried out by observing its changes in voltage, current, and distance from the radiation source that generated by Am-241 on vertical and horizontal positions. The experiment was repeated by 3 times at each position of Am-241 depends to electrodes. The results showed a change in the voltage due to the presence of Am-241 in different positions. This related with the strength of electric current and the distance of Am-241 positions, where the farther position of Am-241 has the stronger electric current. Thus, the alteration of electric current and voltage proved that radiation has been emitted by Am-241.

Kata kunci: Radioactivity, Am-241, air ionization

1. PENDAHULUAN

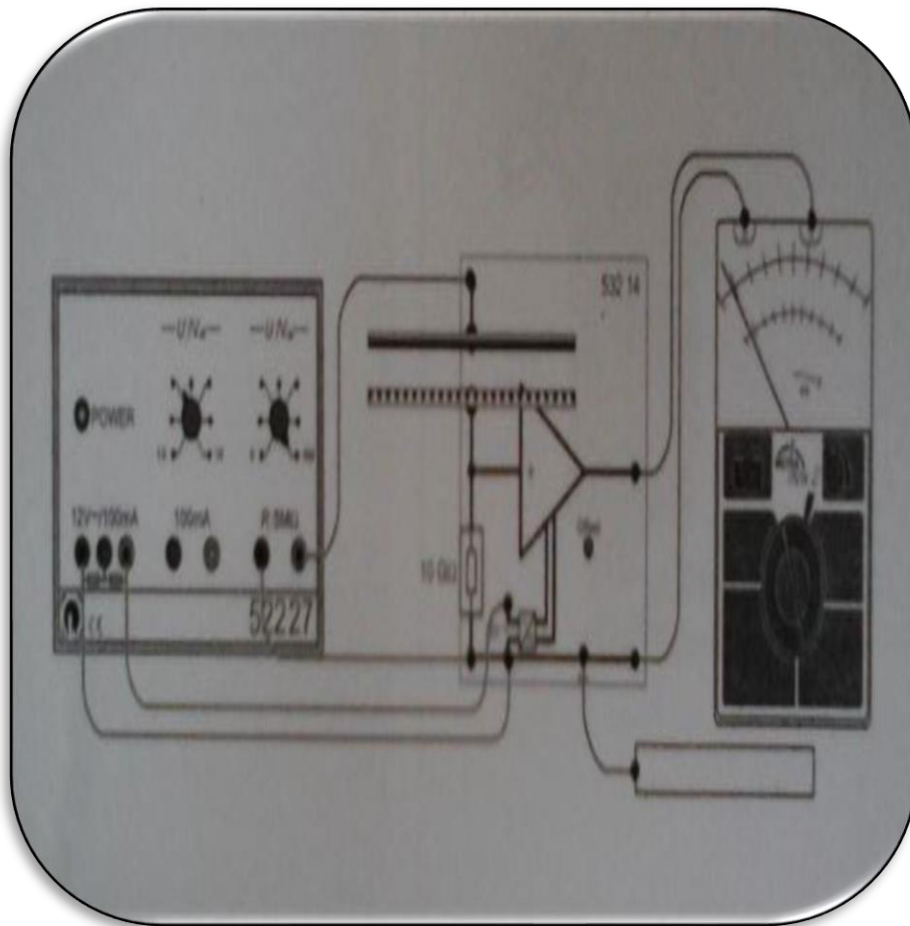
Radioaktivitas adalah peluruhan bahan radioaktif yang terjadi akibat dari reaksi inti atom dengan materi di alam menghasilkan radiasi berupa sinar radioaktif (Nurdin, 2014). Proses radiasi terjadi secara acak dan terbagi menjadi tiga jenis yaitu, radiasi sinar alfa, sinar beta, dan sinar gamma (Krane, 2014). Radiasi sinar alfa terjadi ketika sebuah inti atom mengalami ketidakstabilan dan meluruh menjadi inti ringan bersama sebuah partikel alfa, sedangkan sinar beta terjadi akibat peluruhan dari sebuah neutron yang berubah menjadi proton (atau sebuah proton berubah menjadi sebuah neutron). Menyusul peluruhan alfa dan beta, sebuah inti atom yang meluruh dapat berada pada suatu keadaan eksitasi, dimana inti akhir akan mencapai keadaan dasar setelah memancarkan satu atau lebih foton atau dapat disebut sebagai sinar gamma (Krane, 2014). Di antara ketiga jenis radiasi tersebut, sinar alfa merupakan radiasi yang paling berbahaya bagi manusia karena memiliki dua muatan positif ganda, sehingga dapat menghasilkan energi yang cukup besar dan dapat menyebabkan kerusakan besar apabila berinteraksi dengan materi hidup.

Menariknya, sebuah eksperimen untuk mendeteksi radiasi sinar alfa dapat dilakukan secara sederhana melalui eksperimen ionisasi udara dari bahan radioaktif melalui parameter kelistrikan (Sani, 2016), dimana radioaktivitas dideteksi menggunakan sepasang elektroda dengan beda potensial tertentu untuk mendeteksi transport muatan antar elektroda. Sumber bahan radioaktif yang dapat digunakan pada eksperimen ini yaitu Am-241. Bahan radioaktif tersebut merupakan sumber radiasi sinar alfa yang pertama kali diisolasi pada tahun 1945 (Navratil, Schulz, & Seaborg, 1990)(Liu et al., 2019). Am-241 adalah elemen transuranium keempat yang ditemukan oleh Seaborg, James, Morgan, dan Ghiorso di laboratorium metalurgi sebagai hasil reaksi penangkapan neutron berturut-turut oleh isotop plutonium dalam reaksi nuklir. Bahan radioaktif ini menjadi produk industri nuklir yang berguna sejak masa perang hingga saat ini (Navratil et al., 1990).

Pada eksperimen kali ini, Am-241 digunakan sebagai sumber radiasi yang dideteksi menggunakan pelat seng dan grid sebagai elektroda. Variasi yang dilakukan adalah perubahan posisi Am-241 secara vertikal dan horizontal. Deteksi dilakukan berbasis parameter kelistrikan seperti voltase dan kuat arus dengan pengaruh perubahan jarak Am-241 terhadap elektroda.

2. METODE

Pada penelitian ini, alat dan bahan yang digunakan adalah Americium-241 (330 kBq) sebagai sumber radiasi sinar alfa (Sani, 2016)(Navratil et al., 1990)(Liu et al., 2019)(Kerst, Malmbeck, Ial Banik, & Toivonen, 2019), elektrometer, plat seng, grid elektroda, batang penghubung, STE resistor 10 G Ω , 0.5 W, Voltmeter, $U \leq 10$ V dan Catu daya 450 V. Kemudian langkah-langkah



eksperimen dibagi menjadi 2 tahapan yaitu posisi radioaktif dalam keadaan vertikal dan horizontal.

Gambar 1. Skema rangkaian percobaan

1. Posisi radioaktif vertikal

Alat-alat disusun sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Sepasang elektroda dan resistor 10 G Ω yang telah tersambung pada input penguat elektrometer 12 V dihubungkan pada output catudaya 450 V, sedangkan output dari elektrometer dihubungkan pada voltmeter. Kemudian, sambungan dari penguat elektrometer dihubungkan pada ground dengan tegangan yang digunakan pada catudaya sebesar 450 V. Setelah rangkaian tersusun dengan baik, pengukuran dilakukan dengan tegangan awal V_0 , di mana Am-241 belum didekatkan ke sistem.



Gambar 2. Posisi zat radioaktif Am-241 pada posisi vertikal

Selanjutnya, Am-241 mulai ditempatkan pada sistem dimulai dari titik nol tepat dibagian atas pelat seng dan grid. Percobaan diulang sebanyak 3 kali dengan variasi jarak penempatan Am-241 terhadap elektroda dengan interval 0.5 cm.

2. Posisi radioaktif horizontal

Sistem rangkaian untuk eksperimen pada posisi horizontal sama dengan variasi pada posisi vertikal, namun eksperimen pada posisi ini Am-241 berada di samping antara pelat seng dan grid. Percobaan dilakukan dengan pengulangan yang sama seperti pada posisi vertikal dengan interval jarak 0.5 cm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

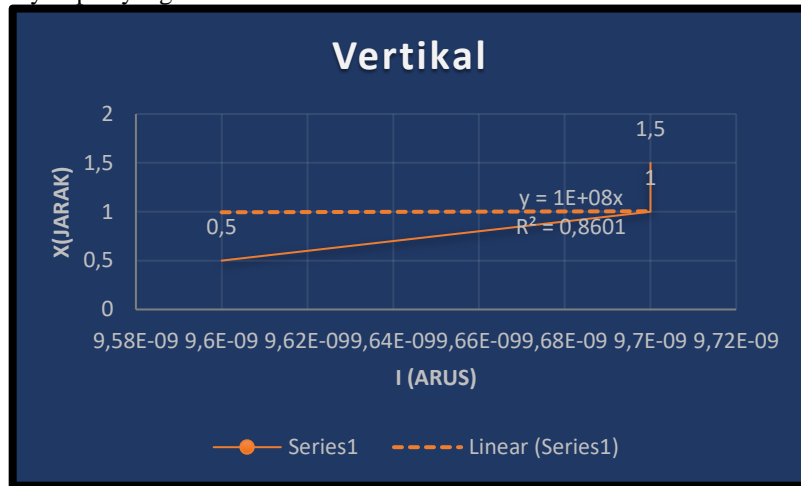
Pada eksperimen ini diperoleh hasil berupa tegangan sebelum (V_i) dan sesudah (V_f) Am-241 didekatkan pada elektroda pada jarak berbeda seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan data yang diperoleh terdapat perbedaan nilai V_i , di mana semakin jauh jarak antar elektroda maka arus listrik yang dihasilkan semakin rendah, karena hambatan udara yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini diduga ketika jarak antar elektroda semakin jauh maka arus listrik akan melemah akibat tingginya hambatan udara.

Tabel 1. Data hasil pengukuran V_i , V_f , dan I bergantung pada peningkatan nilai x . V_i dan V_f masing-masing diperoleh sebelum dan sesudah penempatan Am-241 pada posisi vertikal terhadap elektroda.

| x (cm) | V_i (Volt) | V_f (Volt) | I (Ampere) |
|----------|--------------|--------------|----------------------|
| 0.5 | 94 | 96 | 9.6×10^{-9} |
| 1.0 | 96 | 97 | 9.7×10^{-9} |
| 1.5 | 97 | 97 | 9.7×10^{-9} |

Sementara itu, penempatan Am-241 pada posisi vertikal mengakibatkan terjadinya peningkatan nilai V_f seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Hasil tersebut sebanding dengan kuat

arus yang diperoleh pada eksperimen ini, karena semakin besar nilai x yang ditentukan mengakibatkan Am-241 berada pada posisi yang semakin dekat di antara elektroda. Sehingga, diindikasikan terjadinya ionisasi udara akibat radiasi yang dipancarkan Am-241 (Terada et al., 2016). Pada saat jarak Am-241 lebih jauh dari elektroda, radiasi Am-241 melewati atom-atom dan molekul udara, sehingga sebagian atau seluruh energi radiasinya akan berpindah karena terjadinya hamburan dan penyerapan yang disebut ionisasi.

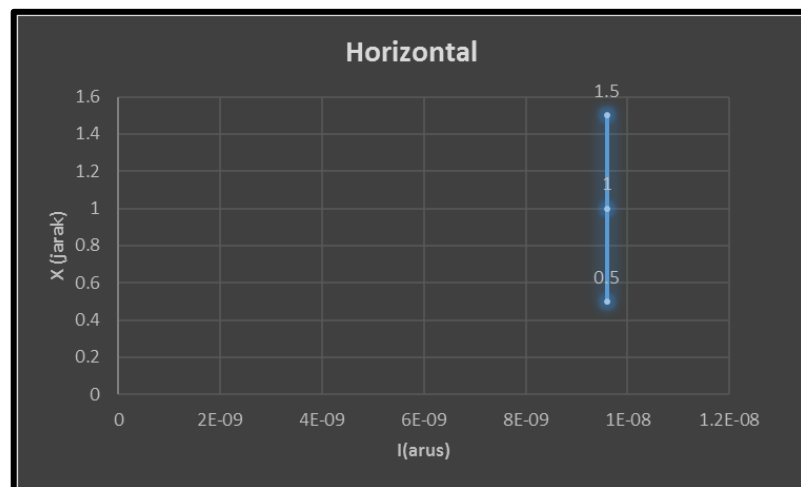


Gambar 3. Grafik hubungan arus (I) terhadap jarak (x) saat Am-241 pada posisi vertikal.

Pada posisi horizontal, tidak terjadi perubahan nilai V_i dan V_f baik sebelum maupun sesudah penempatan Am-241 di antara elektroda seperti pada Gambar 4. Hal ini diindikasikan radiasi yang dipancarkan Am-241 pada posisi horizontal terionisasi bersama materi yang ada di udara, sehingga tidak ada peningkatan tegangan maupun arus.

Tabel 2. Data hasil pengukuran V_i , V_f , dan I bergantung pada peningkatan nilai x. V_i dan V_f masing-masing diperoleh sebelum dan sesudah penempatan Am-241 pada posisi horizontal terhadap elektroda.

| x (cm) | V_i (Volt) | V_f (Volt) | I (Ampere) |
|--------|--------------|--------------|----------------------|
| 0.5 | 96 | 96 | 9.6×10^{-9} |
| 1.0 | 96 | 96 | 9.6×10^{-9} |
| 1.5 | 96 | 96 | 9.6×10^{-9} |



Gambar 4. Grafik hubungan arus (I) terhadap jarak (x) saat Am-241 pada posisi vertikal.

4. KESIMPULAN

Deteksi radioaktivitas dari Am-241 terjadi berdasarkan perubahan pada V_f setelah elektroda didekatkan dengan sumber radiasi Am-241 pada posisi vertikal. Perubahan nilai V_i menjadi V_f juga memicu adanya perubahan I berdasarkan pengukuran. Hal ini menunjukkan bahwa semakin dekat posisi Am-241 pada elektroda, radiasi yang dipancarkan tidak mengalami ionisasi dengan udara secara signifikan. Sedangkan pada posisi horizontal, radiasi Am-241 diindikasikan banyak terionisasi dengan materi udara, sehingga tidak mengalami peningkatan V_f ketika Am-241 didekatkan.

REFERENCES

- Kerst, T., Malmbeck, R., Ial Banik, N. L., & Toivonen, J. (2019). Alpha radiation-induced luminescence by am-241 in aqueous nitric acid solution. *Sensors (Switzerland)*, 19(7), 1–12. <https://doi.org/10.3390/s19071602>
- Krane, K. (2014). *Fisika modern*. Jakarta: UI Press.
- Liu, B., Liu, K., Ralchenko, V., Dzmitrovich, D., Yang, L., Yang, Y., ... Dai, B. (2019). Effect of americium-241 source activity on total conversion efficiency of diamond alpha-voltaic battery. *International Journal of Energy Research*, 43(11), 6038–6044. <https://doi.org/10.1002/er.4674>
- Navratil, J. D., Schulz, W. W., & Seaborg, G. T. (1990). The most useful actinide isotope: Americium-241. *Journal of Chemical Education*, 67(1), 15–16. <https://doi.org/10.1021/ed067p15>
- Nurdin, W. B. (2014). *Fisika nuklir untuk kesehatan*. Bogor: Penerbit IPB Press.
- Sani, R. A. (2016). *Demonstrasi dan eksperimen fisika*. Jakarta: PT Bumi Aksara Group.
- Terada, K., Nakamura, S., Nakao, T., Kimura, A., Iwamoto, O., Harada, H., ... Hori, J. I. (2016). Measurements of gamma-ray emission probabilities of ^{241}Am and ^{239}Np . *Journal of Nuclear Science and Technology*, 53(11), 1881–1888. <https://doi.org/10.1080/00223131.2016.1174167>