



## Analisis waktu paruh isotop Ba133 dan Cs137 terhadap Dead-Time melalui percobaan gamma berbantuan Geiger Muller Counter RADLAB

Moh Diki Setia-Dermawan, Rena Denya Agustina, Riki Purnama Putra, Leviya Dewi Astrini<sup>1</sup>

Artikel ini telah dipresentasikan pada kegiatan Seminar Nasional Fisika (Sinafi 9.0)

Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

23 September 2023

### Abstrak

Penentuan waktu paruh isotop dan estimasi Dead-Time merupakan langkah penting dalam analisis nuklir. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis waktu paruh isotop Ba133 dan Cs137 serta estimasi Dead-Time melalui percobaan gamma berbantuan Geiger Muller Counter RADLab. Percobaan dilakukan dengan menggunakan sumber gamma isotop Ba133 dan Cs137 dengan intensitas radiasi yang diketahui. Studi ini bertujuan untuk menganalisis waktu paruh isotop Ba133 dan Cs137 serta memperkirakan pengaruh Dead-Time melalui penggunaan percobaan gamma yang menggunakan Geiger Muller Counter RADLab. Metode Penelitian yang digunakan pada Penelitian ini adalah eksperimen gamma menggunakan Geiger Muller Counter RADLab Percobaan dilakukan dengan prosedur sumber gamma ditempatkan dalam posisi tetap di dekat Geiger Muller Counter RADLab. Dilakukan pengukuran oleh counter dalam interval 10 – 6000 sekon. Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung waktu paruh isotop dan estimasi Dead-Time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu paruh isotop Ba133 diukur sebesar 11908,99249 dengan ketidakpastian 1495,55854, sedangkan waktu paruh isotop Cs137 diukur sebesar 12996,85362 dengan ketidakpastian 2295,16209. Evaluasi pengaruh Dead-Time untuk Ba133 menunjukkan 8254,68547 dengan ketidakpastian 1036,64219 untuk Cs137 menunjukan 9008,73244 dengan ketidakpastian 1590,88513. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan linier antara jumlah deteksi per detik (CPS) dan waktu pengukuran. Namun, keberadaan dead-time mempengaruhi akurasi pengukuran waktu paruh, sehingga dilakukan koreksi dead-time untuk memperbaiki hasil tersebut. Isotop Ba133 menunjukkan hubungan linier dengan CPS, sementara isotop Cs137 memiliki pola yang berbeda, menunjukkan pentingnya memperhatikan karakteristik isotop dalam analisis radioaktivitas. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai waktu paruh isotop dan pengaruh Dead-Time dalam analisis nuklir menggunakan Geiger Muller Counter RADLab.

**Keywords:** Dead-Time, Geiger Muller Counter, isotop Ba133, isotop Cs137, percobaan gamma, RADLab, waktu paruh.

---

✉ Moh Diki Setia-Dermawan  
[mohdikisetiadermawan@gmail.com](mailto:mohdikisetiadermawan@gmail.com)

Program Studi Pendidikan Fisika, UIN Sunan Gunung Djati, Bandung, Indonesia

---

**How to Cite:** Dermawa, M.D.S., Agustina, R.D., Putra, R.P., & Astrini, L.D. (2023). Analisis waktu paruh isotop Ba133 dan Cs137 terhadap Dead-Time melalui percobaan gamma berbantuan Geiger Muller counter RADLAB. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 2(1), 176-192.  
<http://proceedings.upi.edu/index.php/sinafi>

## PENDAHULUAN

Isotop radioaktif  $Ba^{133}$  dan  $Cs^{137}$  telah menjadi fokus penelitian yang signifikan dalam bidang fisika nuklir dan aplikasi pemantauan radiasi (Counters, 2001). Waktu paruh isotop ini merupakan parameter penting yang menggambarkan tingkat peluruhan isotop, sementara pengaruh Dead-Time mempengaruhi akurasi pengukuran dalam analisis nuklir. Oleh karena itu, penentuan waktu paruh isotop dan pemahaman pengaruh Dead-Time sangat penting untuk pemahaman yang lebih baik tentang sifat-sifat disintegrasi nuklir dan kestabilan isotop (Nirwani, 2014).

Penelitian ini menggunakan Metode penelitian eksperimen dengan memanfaatkan Geiger Muller Counter RADLab, yang merupakan alat yang umum digunakan dalam deteksi radiasi gamma (Aziz et al., 2015). RADLab adalah platform yang dikembangkan khusus untuk pengukuran radiasi gamma yang akurat dan dapat diandalkan. Dalam percobaan ini, sumber gamma yang mengandung isotop  $Ba^{133}$  dan  $Cs^{137}$  ditempatkan dalam jarak tetap dari Geiger Muller Counter RADLab. Pengukuran jumlah disintegrasi yang terdeteksi oleh counter dilakukan dalam interval waktu tertentu (Nazaroh, n.d.).

Percobaan dilakukan dengan menempatkan sumber gamma yang mengandung isotop  $Ba^{133}$  dan  $Cs^{137}$  pada posisi tetap relatif terhadap Geiger Muller Counter RADLab (Hidayat et al., 2019). Pengukuran jumlah disintegrasi yang terdeteksi oleh counter dilakukan dalam interval waktu tertentu. Data yang diperoleh dari percobaan tersebut akan digunakan untuk analisis waktu paruh isotop serta untuk memperkirakan pengaruh Dead-Time dalam pengukuran. Pemahaman mengenai waktu paruh isotop dan pengaruh Dead-Time memiliki implikasi penting dalam berbagai aplikasi fisika nuklir, termasuk pemantauan radiasi, penelitian fundamental, dan pengujian material (Hadaina et al., 2016). Informasi ini dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi pengukuran waktu paruh isotop serta untuk memperbaiki pemahaman tentang disintegrasi nuklir dan kestabilan isotop dalam konteks yang lebih luas (Setiawan, MT et al., 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis waktu paruh isotop  $Ba^{133}$  dan  $Cs^{137}$  serta mempelajari pengaruh Dead-Time melalui percobaan gamma berbantuan Geiger Muller Counter RADLab (Nuryanti et al., 2017). Isotop radioaktif  $Ba^{133}$  dan  $Cs^{137}$  memiliki peran penting dalam fisika nuklir dan aplikasi pemantauan radiasi (Adisi et al., n.d.). Waktu paruh isotop tersebut membawa peran krusial dalam pemahaman tentang sifat-sifat disintegrasi nuklir dan kestabilan isotop. Selain itu, pengaruh Dead-Time juga memiliki dampak signifikan terhadap akurasi pengukuran dalam analisis nuklir. Oleh karena itu, penentuan waktu paruh isotop dan pemahaman tentang pengaruh Dead-Time sangatlah penting dalam penelitian dan pemantauan radiasi (Rina, Th & Yusuf, 2008).

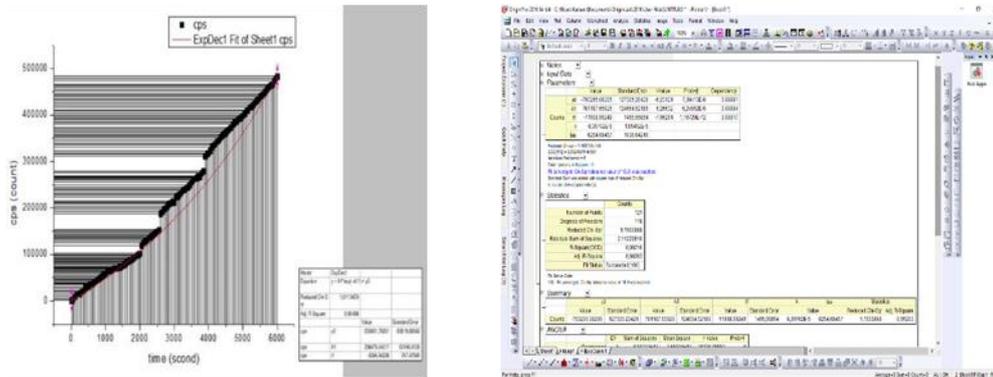
## METODE

Metode Penelitian yang digunakan pada Penelitian ini adalah eksperimen gamma menggunakan Geiger Muller Counter RADLab bertujuan untuk menganalisis hubungan antara waktu paruh isotop  $Ba^{133}$  dan  $Cs^{137}$  dengan dead-time. Penelitian ini berfokus pada dua isotop yaitu  $Ba^{133}$  dan  $Cs^{137}$  sebagai objek penelitian.



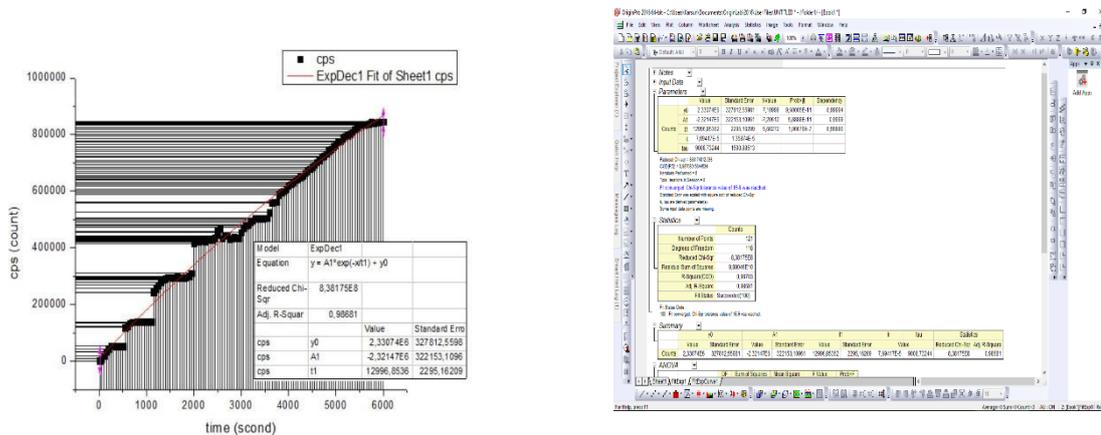
Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada percobaan Analisis Waktu paruh menggunakan dua isotop diantaranya M1 pada isotop Ba<sup>133</sup> dan M2 pada isotop dan Cs<sup>137</sup> terhadap dead-time melalui percobaan gamma berbantuan RADLab. Oleh Sebab itu didapatkan data hasil pengamatan sebanyak 121 data M1 pada isotop Ba<sup>133</sup> serta M2 pada isotop Cs<sup>137</sup> dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini;

**Origin Ba<sup>133</sup> (M1)**



**Gambar 1.** Grafik Half Time Ba<sup>133</sup>

**Origin Cs 137 (m2)**



**Gambar 2.** Grafik Ba Half Time Cs<sup>137</sup>

Berdasarkan pengamatan di RADLab kemudian datanya diolah menggunakan Origin Pro pada M1 dihasilkan Count/sekond (CPS) rata-rata sebanyak 966 hingga 483171,6, selanjutnya pada M2 CPS rata – ratanya 1628,4 hingga 845369. Dari keseluruhan M1 dan M2 untuk nilai masing-masing yang dihasilkan dengan waktu 10 – 6000 sekon. Untuk waktu paruh M1 dan M2 dihasilkan seperti tabel dibawah ini:

**Tabel 1.** Waktu Paruh dan dead time

	<b>Half Time</b>	<b>Standard Deviasi Half Time (±)</b>	<b>Tau</b>	<b>Standard Deviasi Tau (±)</b>
M1	11908,99249	1495,55854	8254,68547	1036,64219
M2	12996,85362	2295,16209	9008,73244	1590,88513

Berdasarkan tabel di atas hasil dari perhitungan paruh waktu dihasilkan Half Time untuk M1  $11908,99249 \pm 1495,55854$ ; Nilai Tau atau deadtime  $8254,68547 \pm 1036,64219$ ; M2 menghasilkan Half Time  $12996,85362 \pm 2295,16209$  dan juga Tau  $9008,73244 \pm 1590,88513$ .

## PEMBAHASAN

Berdasarkan percobaan Geiger-Muller, Gambar 1 dan 2 menampilkan grafik tentang bagaimana hubungan antara CPS (counts per second) dengan interval waktu 10 – 6000 sekon. Grafik tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara CPS dan waktu bersifat linier berbanding lurus (Aziz et al., 2015). Dalam artian, semakin lama waktu yang diukur pada counter, maka nilai CPS juga akan semakin tinggi. Tingkat aktivitas partikel radioaktif bervariasi seiring berjalannya waktu, yang menyebabkan fluktuasi dalam CPS (Syah, 2018). Fluktuasi CPS ini disebabkan oleh sifat statistik peluruhan radioaktif. Ketika tingkat aktivitas meningkat, CPS akan naik, begitu juga sebaliknya (Lubis & Supiyati, 2009). Dalam kasus ini, terdapat hubungan linier antara CPS dan waktu karena pengamatan dilakukan dalam jangka waktu yang cukup lama, antara 10 hingga 6000 sekon (Jervis, 1968). Oleh karena itu, rata-rata CPS selama periode tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat aktivitas rata-rata (Nuraini & Purwanto, 2007).

Percobaan ini, aktivitas isotop  $Ba^{133}$ , dan isotop  $Cs^{137}$  akan memiliki hubungan yang berbeda terhadap waktu pada counter (Nazaroh, 2017). Pada isotop Ba-133, akan terjadi peluruhan radioaktif yang menghasilkan partikel-partikel radioaktif (Mustofa et al., 2013). Hubungan antara CPS dan waktu pada isotop Ba-133 akan mengikuti pola linier berbanding lurus, dihasilkan Count/sekon (CPS) rata-rata sebanyak 966 hingga 483171,6. Sementara itu, ketika isotop Cs-137, hubungan antara CPS dan waktu pada counter dapat memiliki pola yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh sifat isotop dan tingkat aktivitas mereka. pada M2 CPS rata – ratanya 1628,4 hingga 845369. Dengan demikian, penting untuk memperhatikan bahwa berbagai isotop dapat memiliki hubungan yang berbeda terhadap waktu pada counter, tergantung pada sifat-sifat isotop tersebut dan bagaimana mereka berinteraksi satu sama lain dalam sistem percobaan (Reaktor et al., 2014).

Waktu paruh ( $T_{1/2}$ ) merupakan sifat intrinsik dari isotop radioaktif yang menentukan waktu yang dibutuhkan untuk separuh dari jumlah partikel radioaktif yang terdeteksi mengalami peluruhan (Sumarni et al., 2007). Dead-time ( $\tau$ ) adalah interval waktu dimana Geiger Muller Counter tidak dapat mendeteksi partikel radioaktif berikutnya setelah mendeteksi satu partikel (Rohidi et al., 2017). Dead-time terjadi karena terjadinya overload elektronik akibat partikel radioaktif yang terdeteksi sebelumnya (Lubis & Supiyati, 2009). Berdasarkan hasil dari perhitungan paruh waktu dihasilkan Half Time untuk  $Cs^{137}$   $11908,99249 \pm 1495,55854$ ;  $Ba^{133}$  menghasilkan Half Time  $12996,85362 \pm 2295,16209$ .

Dead-time dapat mempengaruhi pengukuran waktu paruh dengan cara mengurangi jumlah deteksi yang tercatat (Farid et al., 2016). Ketika Isotop  $Ba^{133}$  dan  $Cs^{137}$  dideteksi, terjadi periode dead-time di mana Geiger Muller Counter tidak dapat mendeteksi partikel berikutnya seperti yang terlihat pada tabel. Oleh karena itu, beberapa partikel peluruhan mungkin tidak tercatat selama periode ini, yang menghasilkan underestimasi jumlah peluruhan dan mempengaruhi perhitungan waktu paruh (Hadaina & Yusibani, 2016).

Koreksi Dead-Time Untuk mengkompensasi pengaruh dead-time, koreksi dead-time dapat diterapkan pada pengukuran waktu paruh (Sutrisno, 2018). Metode koreksi dead-time yang umum adalah menggunakan persamaan yang memperhitungkan tingkat deteksi yang terukur (measured count rate) dan tingkat deteksi yang sebenarnya (corrected count rate) untuk menghitung koreksi yang diperlukan (Dan et al., 2017). Hasil Dead-Time dan Koreksi Dead-Time pada Penelitian ini untuk  $Ba^{133}$  adalah  $8254,68547 \pm 1036,64219$  sedangkan untuk  $Cs^{137}$  adalah  $9008,73244 \pm 1590,88513$ . Dengan menerapkan koreksi dead-time yang sesuai, pengukuran waktu paruh dapat diperbaiki untuk memperhitungkan pengaruh dead-time dan menghasilkan estimasi yang lebih akurat (Nazaroh, n.d.).

## SIMPULAN

Hasil penelitian ini memberikan wawasan tentang interaksi antara waktu paruh isotop dan dead-time dalam pengukuran radioaktivitas. Koreksi dead-time menjadi langkah penting untuk meningkatkan akurasi pengukuran waktu paruh isotop, terutama untuk isotop dengan tingkat aktivitas yang berbeda. Temuan ini memberikan kontribusi dalam pengembangan metode pengukuran yang lebih akurat dan presisi untuk waktu paruh isotop radioaktif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisi, S., Iso, S., Taftazani, A., Padat, S., Aani, S., Standar, M., & Sesual, A. (n.d.). *Kata kunci : ketidakpastian, AANI, ISO-guide 17025, sampel padat. VI(2), 7–14.*
- Aziz, M., Hidayanto, E., & Lestari, D. D. (2015). Penentuan Aktivitas Co-60 dan Cs-137 Pada Sampel Unknow Dengan Menggunakan Detektor HPGe. *Youngster Physics Journal, 4(2), 189–196.*
- Counters, L. S. (2001). *Putting isotopes to work: liquid scintillation counters.* 143–144.
- Nuklir, I. P. D. T. *Kajian Pencacahan Radioaktif Intensitas Tinggi Dengan Sistem Spektrometri Gamma.* 235-240.
- Farid, M. M., Susila, I. P., & Prawito. (2016). Perbandingan Kinerja Hasil Pengukuran Detektor Untuk Pemantauan Lingkungan. *Seminar Keselamatan Nuklir, November, 1–5.*
- Hadaina, S., & Yusibani, E. (2016). Studi Cacahan Radiasi Sr-90 dan Am-241 untuk Beberapa Filter Rokok Komersial Menggunakan Detektor Geiger-Muller Study on Amount of Radiation Intensity of Sr-90 and Am-241 for some Commercial Cigarette Filters using Geiger-Muller Detector. *Journal of Aceh Physics Society (JAcPS), 5(2), 1–6.*
- Hadaina, S., Yusibani, E., & Gunawati. (2016). Studi Cacahan Radiasi Sr-90 dan Am-241 untuk Beberapa Filter Rokok Komersial Menggunakan Detektor Geiger Muller. *Journal of Aceh Physics Society, 5(1), 1–6.* <https://media.neliti.com/media/publications/91366-ID-none.pdf>
- Hidayat, Y., Wardaya, A. Y., Triadyaksa, P., Setiawati, E., Muhlisin, Z., Sumariyah, S., ... & Soesanto, Q. M. B. Studi Produksi Radionuklida Medis Untuk Generator  $89Sr/90Y$  Dari Hasil Reaksi  $89r(b, n) 89Sr/90Y$  Pada Siklotron Medik Secara Komputasi. *Berkala Fisika, 22(4), 153-160.*
- Hidroksiapatit, K. R., & Sinovektomi, U. (2001). *Karakteristik 188re- Hidroksiapatit Untuk Sinovektomi Radiasi.*
- Jervis, D. R. E. (1968). *Cumulative yields in the 14 MeV neutron fission of  $^{232}Th$  and  $^{238}U$  in the symmetric region.*
- Juita, E., Wurdianto, G., & Widodo, S. (1996). *Antarbanding Pengukuran Aktivitas Isotop  $^{57}Co$  Dan  $^{131}I$  (Ii). Ii, 20–21.*
- Lubis, A. M., & Supiyati. (2009). Analisis Tingkat Kecepatan Korosi Besi dengan Menggunakan Sinar Gamma. *Jurnal Fisika, 6(2), 148–157.*
- Mustofa, K., Sufmawan, A., Hartaman, S., & Sunarko. (2013). Percobaan Analisis Aktivasi Neutron Epithermal Menggunakan Bahan Acuan Standar BCR 063R Skim Milk Powder di Fasilitas

- Rabbit Sistem Reaktor G.A Siwabessy. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Dan Aplikasi Reaktor Nuklir*, 238–245.
- Nazaroh. (2017). Studi Literatur “Pengukuran Laju Emisi Neutron (Fluens) Dengan Sistem Manganese Sulphate Bath (MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O).” *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XV*, 1(1), 63–71.
- Nirwani, L. (2014). Faktor transfer radionuklida <sup>137</sup>Cs dari tanah ke daun singkong. *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Fungsional Pengembangan Teknologi Nuklir IX*, 7513906(49), 166–175.
- Nuraini, E., & Purwanto, A. T. (2007). Analisis Unsur Dalam Batuan Di Cekungan Bentarsari Kabupaten Brebes Jawa Tengah Menggunakan Metode AANC. *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Teknologi Akselerator Dan Aplikasinya*, 9(1), 149–155.
- Nuryanti, Amitayani, E. S., & Budi, R. F. S. (2017). Seminar Pendayagunaan Teknologi Nuklir 2017 Badan Tenaga Nuklir Nasional. *Seminar Pendayagunaan Teknologi Nuklir 2017*, 8(November), 21–23.
- Reaktor, T., Dan, H., Ahr, P., & Homogeneous, A. (2014). *Seminar Keselamatan Nuklir 2014 Makalah Penyaji Oral Bidang Instalasi dan Bahan Nuklir*. di(September 1985), 1–6.
- Rina, Th dan Yusuf, I. S. (2008). Analisis NIST SRM 1633B dan SRM 1646A Dengan Metode AAN Dalam Rangka Uji Banding Antar Laboratorium. *Urania*, 14(3), 106–160.
- Rohidi, R., Setiawanto, A., & Subiharto, S. (2017). Penentuan Aktivitas Samarium-153 Dalam Rangka Uji Banding Antar Laboratorium Di Lingkungan Batan. ... *Pengelolaan Reaktor Nuklir*, XIV(1), 24–29. <http://jurnal.batan.go.id/index.php/bprn/article/view/3889>
- Setiawan, MT, D., Aziz, A., Febrian, M. B., Setiadi, Y., & Hastiawan, I. (2017). Pengembangan Teknologi Proses Radioisotop Medis <sup>131</sup>I Menggunakan Metode Kolom Resin Penukar Ion Untuk Aplikasi Kedokteran Nuklir. *Jurnal Sains Dan Teknologi Nuklir Indonesia*, 18(1), 15. <https://doi.org/10.17146/jstni.2017.18.1.3138>
- Sumarni, S., & Satyarno, I. (2007). Penggunaan pasir besi dan barit sebagai agregat beton berat untuk perisai radiasi sinar gamma, *Sri*. 1954, 93–100.
- Sutrisno, S. (2018). Penandaan Serangga Hama Dengan Radioisotop Untuk Studi Pola Pemencaran, Migrasi Dan Estimasi Kepadatan Populasi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 4(1), 13–26.
- Syah, A. K. (2018). *Analisis Tingkat Radioaktivitas Air dan Tanaman Pangan di Daerah Kabupaten Mamuju*. 1–98.
- Wicaksana, A., & Rachman, T. (2018). Uji profisiensi sampel matrik tanah dan sedimen sungai dalam rangka pengendalian mutu hasil pengujian laboratorium. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>