

## PENGGUNAAN LABORATORIUM VIRTUAL BERBASIS SIMULASI PhET UNTUK MENENTUKAN WAKTU PARUH

Venny Marlina

Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya, Bukit Besar, Palembang, Indonesia.

Corresponding author email: [vennii1272@gmail.com](mailto:vennii1272@gmail.com)

### Info Artikel

Diterima:

1 November 2022

Disetujui:

28 Desember 2022

Dipublikasikan:

31 November 2022

### Abstrak:

PhET Simulation adalah alat pembelajaran yang mengubah rangkaian percobaan menjadi perangkat lunak interaktif berbasis multimedia yang dapat mensimulasikan kegiatan laboratorium, memungkinkan pengguna untuk menggunakan alat praktis di laboratorium nyata. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan tingkat peluruhan isotop karbon-14 dan uranium-238 selama waktu paruh pertama, kedua, dan ketiga, serta menentukan keakuratan percobaan yang dilakukan dalam simulasi PhET. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen menggunakan virtual lab dengan simulasi PhET. Hasil penelitian yang didapat yaitu simulasi PhET memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Akurasi percobaan isotop  $^{14}\text{C}$  adalah 96,47%. Akurasi isotop  $^{238}\text{U}$  adalah 94,77%. Oleh karena itu, laboratorium virtual berbasis simulasi PhET untuk menghitung waktu paruh dapat digunakan sebagai solusi media pembelajaran yang relevan untuk menjelaskan peluruhan isotop karbon-14 dan uranium-238, sehingga mengedepankan fisika modern bersifat abstrak bisa dianalisis dan diamati sehingga menjadi menarik untuk dipelajari.

Kata kunci: Peluruhan, Simulasi PhET, Waktu Paruh

### Abstract :

*PhET Simulation is a learning medium that transforms a series of experimental settings into interactive, multimedia-based software that can simulate laboratory activities, enabling users to use practical tools in real laboratories. The aim of this study was to determine the decay rates of the isotopes carbon-14 and uranium-238 during the first, second, and third half-lives, as well as to determine the accuracy of the experiments performed in PhET simulations. The method used is an experimental method using a virtual lab with PhET simulations. The research results obtained are that the PhET simulation has a high level of accuracy. The accuracy of the  $^{14}\text{C}$  isotope experiment is 96.47%. The accuracy of the isotope  $^{238}\text{U}$  is 94.77%. Therefore, a PhET simulationbased virtual laboratory to calculate half-lives can be used as a relevant learning media solution to explain the decay of carbon-14 and uranium238 isotopes, thus prioritizing modern abstract physics that can be analyzed and observed so that it becomes interesting to study.*

*Keywords: Decay, Half-life, PhET Simulation*

## **PENDAHULUAN**

Fisika adalah ilmu yang mempelajari materi dan gerak serta perilakunya dalam ruang dan waktu, serta konsep yang berkaitan dengan energi dan gaya. Pembelajaran fisika juga membutuhkan cara yang benar untuk mengembangkan keterampilan berpikir. Oleh karena itu, fisika tidak dapat dijelaskan dengan kata-kata, tetapi harus didukung dengan kegiatan praktik untuk mendukung proses pembelajaran. Inovasi dan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran sangat diperlukan sebagai sumber belajar yang berperan untuk memecahkan masalah. Salah satu media yang dapat digunakan untuk kegiatan praktikum virtual adalah simulasi PhET. Simulasi PhET adalah media pembelajaran yang mengubah serangkaian pengaturan eksperimental menjadi perangkat lunak interaktif berbasis multimedia yang mampu mensimulasikan kegiatan laboratorium, memungkinkan pengguna untuk menggunakan alat praktis di laboratorium nyata (Marpaung et al., 2021). Simulasi PhET ini adalah program yang dibuat untuk merepresentasikan lab virtual, memungkinkan dapat mengatasi aktivitas langsung yang tidak dapat dilakukan secara langsung di lab. PhET (Physics Education Technology) juga merupakan program aplikasi Java dan Flash yang saat ini sedang berkembang di komunitas pendidikan (Astuti & Handayani, 2018).

Kelebihan laboratorium virtual menggunakan media simulasi PhET adalah dapat menjelaskan konsep-konsep abstrak yang tidak dapat dijelaskan secara verbal. Lab virtual dapat menjadi tempat untuk menjalankan eksperimen yang tidak dapat dilakukan di lab konvensional. Simulasi PhET dapat bekerja dengan eksperimen nyata sebagai alternatif dari laboratorium nyata. Sehingga dapat membantu menjelaskan konsep fisika secara abstrak yang tidak dapat dijelaskan dengan mata telanjang dan memakan waktu. Kegiatan yang dilakukan dengan simulasi PhET menjadi lebih efisien dan cepat (Masfaratna, 2022).

Simulasi PhET terdiri dari objek-objek yang tidak dapat dilihat di dunia nyata, seperti atom, elektron, foton, dan medan listrik. (Hau, 2006). Salah satu konsep fisika yang perlu didukung oleh lab virtual Phet adalah fisika modern tentang materi waktu paruh. Waktu paruh (T) adalah waktu yang diperlukan agar jumlah inti menjadi separuh atau setengah dari jumlah inti semula (Safitriana et al., 2019). Perubahan inti menyebabkan perubahan dari satu elemen ke elemen lainnya. Peristiwa ini disebut peluruhan radioaktif. Oleh karena itu, dalam penelitian ini menggunakan media simulasi Phet untuk menghitung waktu paruh isotop karbon-14 dan uranium-238 dan menghitung konstanta peluruhan isotop karbon-14 dan uranium-238. Serta mengetahui keakuratan eksperimen yang dilakukan dalam simulasi PhET.

## **METODE PENELITIAN**

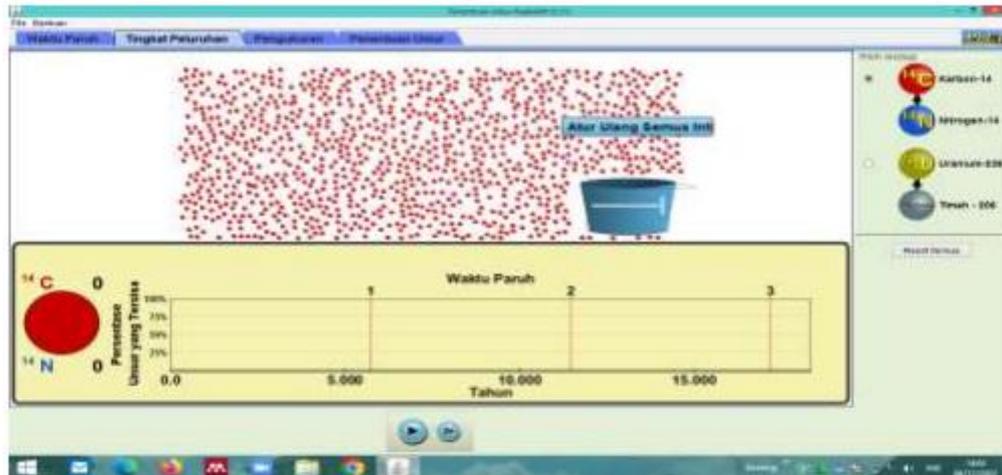
Jenis Penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimental yaitu menggunakan virtual lab dengan simulasi PhET. Waktu dan tempat penelitian dilakukan pada bulan Desember 2022 secara online. Alat dan bahan yang digunakan yaitu laptop dan jaringan internet untuk mengakses virtual lab berbasis simulasi PhET. Adapun prosedur dalam melakukan penelitian ini yaitu 1). menyiapkan laptop atau perangkat komputer yang telah terkoneksi dengan internet 2). kemudian masuk ke link PhET Simulation 3) Lalu pilih submenu "Tingkat Peluruhan" Pilih jenis isotop yang akan ditinjau (Karbon14 dan Uranium-238) 4). untuk percobaan pertama dengan karbon-14 dan percobaan kedua dengan isotop uranium-238) 5). untuk ulang semua inti yang ada pada wadah. Gunakan semua inti atom (1000 inti) untuk memudahkan proses pengamatan 6) amati jumlah inti atom  $^{14}\text{C}$  dan  $^{14}\text{N}$  pada saat mencapai waktu paruh pertama, kedua dan ketiga di ulang sebanyak tiga kali. 7). Catatlah hasil pengamatan pada tabel pengamatan 8). Ulangi langkah sampai tiga kali untuk meninjau isotop  $^{238}\text{U}$  menjadi  $^{206}\text{Pb}$  9). analisis jumlah inti yang tersisa untuk menentukan hubungan antara waktu paruh dan jumlah inti yang tersisa selama peluruhan. Untuk menentukan persentase tingkat peluruhan isotop menggunakan rumus:

$$\text{Presentase} = \frac{\sum \text{inti yang telah meluruh} \times 100\%}{\sum \text{inti mula-mula}}$$

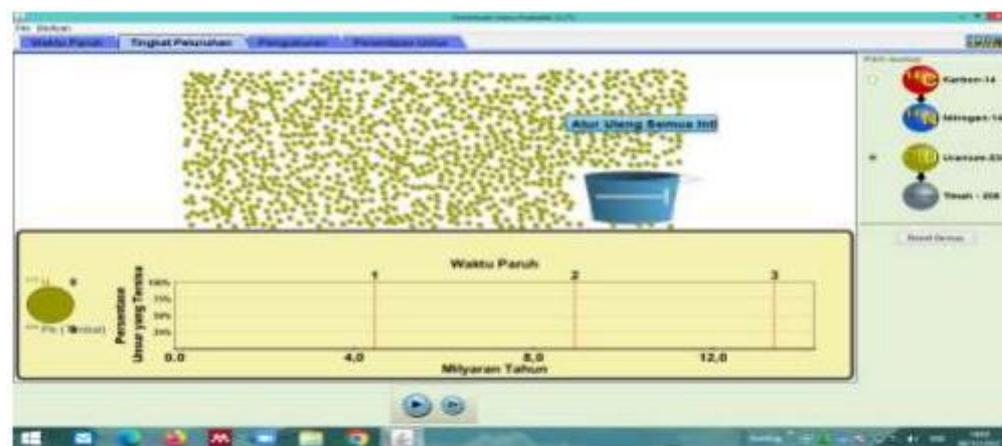
## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Percobaan ini menggunakan dua isotop yaitu karbon-14 dan uranium-238, dan inti pertama dari masing-masing isotop memiliki 1000 inti. Pada Gambar 1 dapat melihat semua inti karbon-14 sebelum peluruhan berwarna merah, sedangkan pada Gambar 2, dapat dilihat semua inti uranium-238 sebelum peluruhan berwarna hijau.

*Penggunaan Laboratorium Virtual ... (Venny Marlina) hal:214-221*

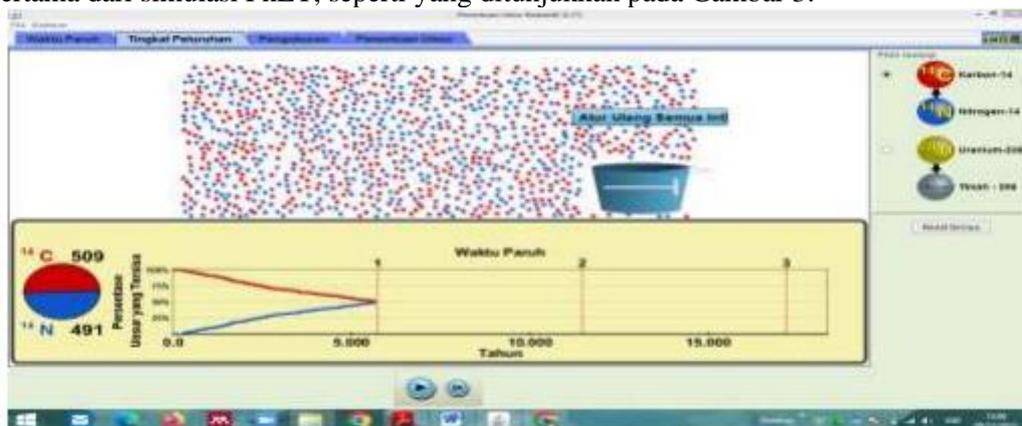


Gambar 1. Jumlah inti mula-mula Karbon-14



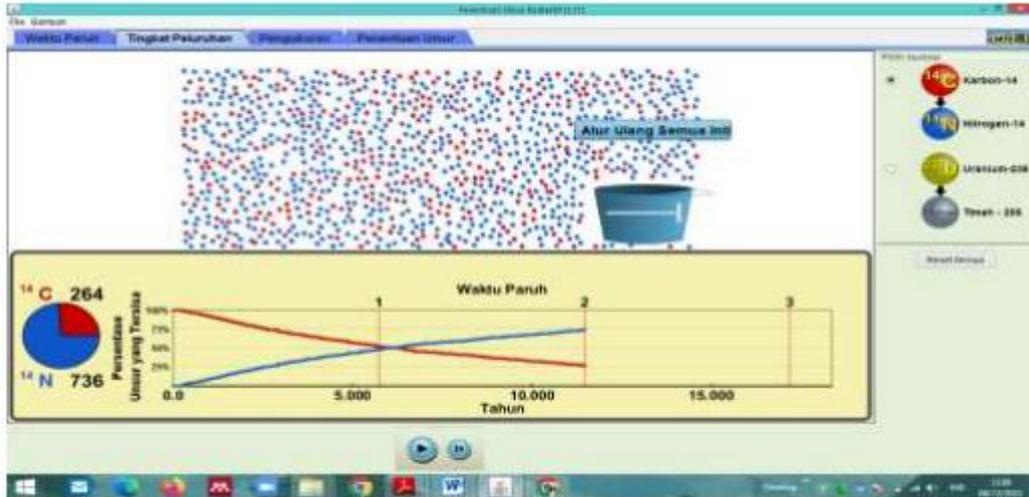
Gambar 2. Jumlah inti mula-mula Uranium-238

Dalam percobaan dengan karbon-14, diamati jumlah inti atom  $^{14}\text{C}$  dan  $^{14}\text{N}$ , Tingkat peluruhan paruh pertama dari simulasi PhET, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



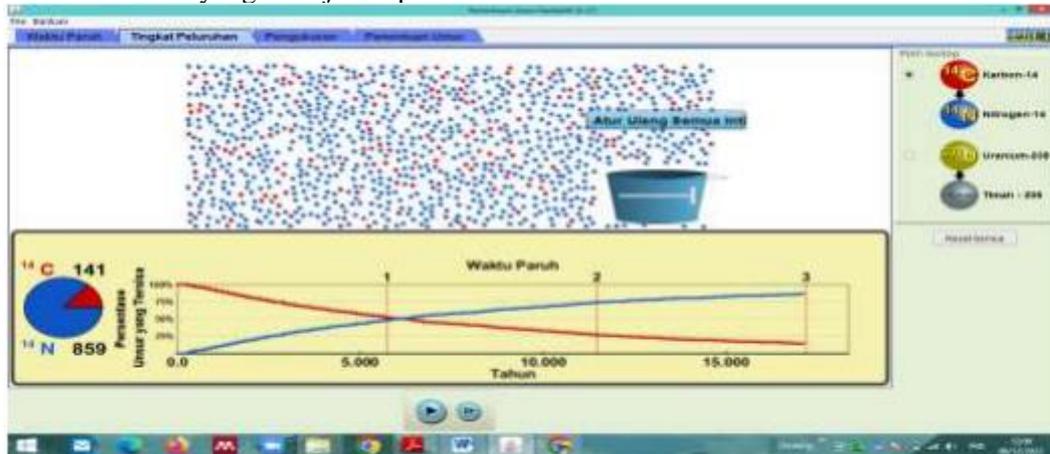
Gambar 3. Tingkat peluruhan dari  $^{14}\text{C}$  menjadi  $^{14}\text{N}$  pada waktu paruh pertama

Edufisika: Jurnal Pendidikan Fisika Penggunaan Laboratorium Virtual 4 Selanjutnya amati tingkat peluruhan  $^{14}\text{C}$  ke  $^{14}\text{N}$  pada waktu paruh kedua dalam simulasi PhET yang ditunjukkan pada Gambar 4.



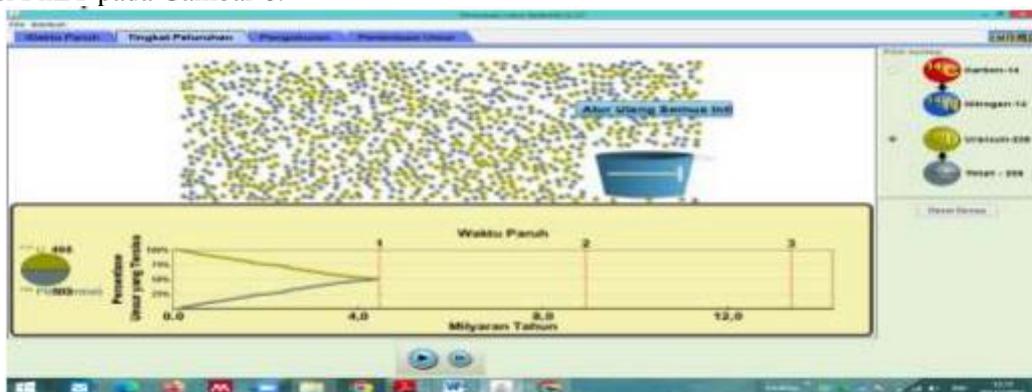
Gambar 4. Tingkat Peluruhan dari  $^{14}\text{C}$  menjadi  $^{14}\text{N}$  pada waktu paruh kedua

Selanjutnya, amati tingkat peluruhan atom  $^{14}\text{C}$  hingga akhir  $^{14}\text{N}$  pada waktu paruh ketiga dengan simulasi PhET yang ditunjukkan pada Gambar 5.



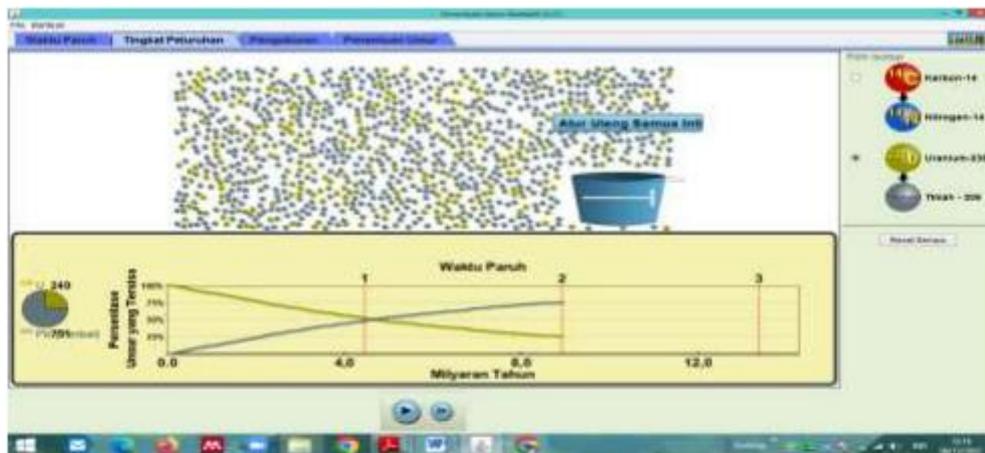
Gambar 5. Tingkat peluruhan atom  $^{14}\text{C}$  menjadi  $^{14}\text{N}$  pada waktu paruh ketiga

Untuk percobaan uranium-238, untuk mengamati tingkat peluruhan waktu paruh pertama simulasi PhET pada Gambar 6.



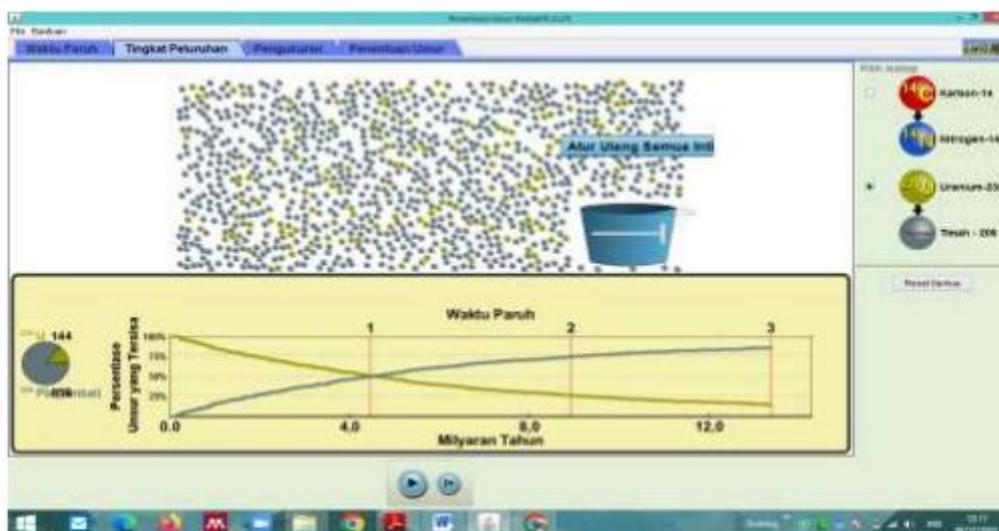
Gambar 6. Tingkat peluruhan atom  $^{238}\text{U}$  menjadi  $^{206}\text{Pb}$  pada waktu paruh pertama

Selanjutnya, untuk menganalisis laju peluruhan atom Uranium-238 pada waktu paruh kedua dengan menggunakan simulasi PhET pada gambar 7.



Gambar 7. Tingkat peluruhan atom  $^{238}\text{U}$  menjadi  $^{206}\text{Pb}$  pada waktu paruh kedua

Amati tingkat peluruhan atom dari uranium-238 menjadi timah-206 pada waktu paruh ketiga dengan simulasi PhET ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tingkat peluruhan atom  $^{238}\text{U}$  menjadi  $^{206}\text{Pb}$  pada waktu paruh ketiga

Data pengamatan yang diperoleh setelah analisis di laboratorium simulasi virtual PhET ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2

Tabel 1. Analisis Tingkat Peluruhan atom Karbon-14 menjadi Nitrogen-14

Waktu Paruh	Inti Karbon-14	Inti Nitrogen-14
1	509	491
2	264	736
3	141	859

Tabel 2. Analisis Tingkat Peluruhan atom Uranium-238 menjadi Timah-206

Waktu Paruh	Inti Uranium-238	Inti Timah-206
1	498	502
2	249	751
3	144	856

Waktu paruh adalah waktu yang dibutuhkan inti untuk meluruh menjadi setengah dari inti aslinya. Konsep ini diilustrasikan dengan tingkat peluruhan karbon-14 menggunakan PhET pada Tabel 1. Di sini, 1000 inti karbon-14 meluruh menjadi dua dan sisa inti menjadi 509 inti. 491 inti lainnya

*Penggunaan Laboratorium Virtual ... (Venny Marlina) hal.:214-221*

meluruh menjadi nitrogen-14. Pada waktu paruh kedua, inti meluruh menjadi hampir seperempat dari jumlah aslinya, menyisakan 264 inti karbon-14 dan sisanya 736 meluruh menjadi inti nitrogen-14. Pada paruh ketiga, lebih dari seperdelapan dari jumlah awal inti meluruh, meninggalkan 141 inti karbon-14 dan 859 meluruh menjadi inti nitrogen-14.

Pada tingkat peluruhan atom uranium-238 pada Tabel 2, inti yang digunakan sebanyak 1000 inti, Uranium-238 meluruh menjadi setengah sehingga sisa inti pada paruh pertama adalah 498 inti uranium-238. 502 inti yang tersisa meluruh menjadi timah-206. Pada waktu paruh kedua, inti meluruh menjadi seperempat dari jumlah inti semula, menyisakan 249 inti uranium-238 yang tidak terurai. Sementara itu, 751 inti sisanya meluruh menjadi timah-206. Dan pada waktu paruh ketiga inti meluruh menjadi seperdelapan dari nomor atom aslinya, sehingga sisa 144 inti uranium-238 meluruh dan 856 meluruh menjadi inti timah-206.

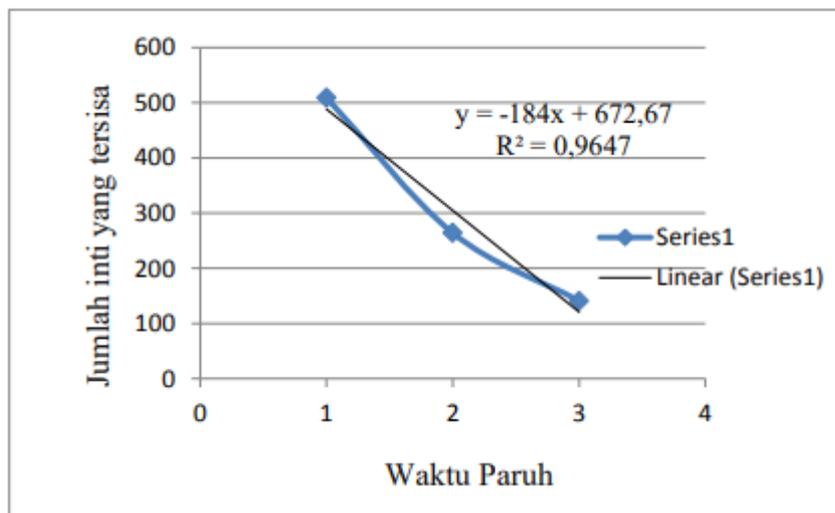
Persentase tingkat peluruhan karbon-14 dan uranium-238 dihitung dengan rumus dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3

$$\text{Presentase} = \frac{\sum \text{inti yang telah meluruh} \times 100\%}{\sum \text{inti mula-mula}}$$

Tabel 3. Presentase Tingkat Peluruhan Karbon-14 dan Uranium-238 menggunakan PhET Simulation.

Waktu Paruh	Presentasi (%)	
	Untuk Isotop $^{14}\text{C}$ menjadi $^{14}\text{N}$	Untuk Isotop $^{238}\text{U}$ menjadi $^{206}\text{N}$
1	49,1%	50,2%
2	73,6%	75,1%
3	85,9%	85,6%

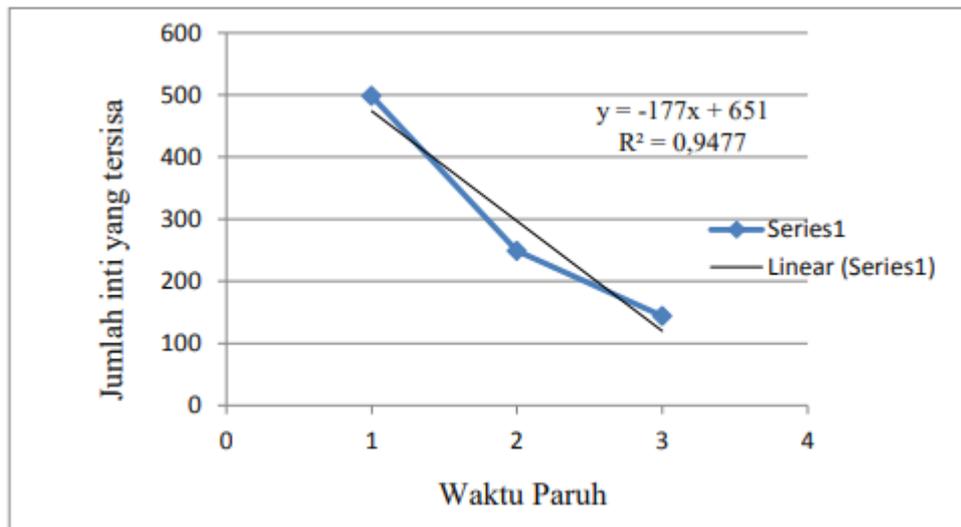
Tabel 3 menunjukkan persentase paruh pertama penguraian karbon-14 menjadi nitrogen-14 sebesar 49,1%. Oleh karena itu, inti hampir meluruh sepenuhnya. Tingkat peluruhan waktu paruh kedua adalah 73,6%. Dan waktu paruh ketiga memiliki tingkat peluruhan 85,9%. Untuk Uranium-238 hingga Timah-206, waktu paruh pertama adalah 50,2%, waktu paruh kedua adalah 75,1%, dan waktu paruh ketiga adalah 85,6%.



Gambar 9. Grafik hubungan antara jumlah inti sisa terhadap waktu paruh isotop Karbon-14

Gambar 9 menunjukkan grafik hubungan antara jumlah inti yang tersisa (N) dan waktu paruh (T) isotop karbon-14. Hasil analisis eksperimen yang dilakukan dengan simulasi PhET dibandingkan dengan rumus menunjukkan bahwa bentuk kurva mengecil secara eksponensial. Berdasarkan data yang diperoleh dari grafik, grafik (R<sup>2</sup>) memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi, dengan nilai mendekati 1. Rasio akurasi dari paruh pertama hingga paruh ketiga percobaan karbon-14 menjadi nitrogen-14 dengan simulasi PhET adalah 96,47%.

Perbandingan antara jumlah sisa inti isotop uranium-238 dan timah-206 yang meluruh untuk pertama, kedua dan ketiga kalinya pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik hubungan antara jumlah inti yang tersisa terhadap waktu paruh isotop Uranium238

Pada gambar 10. Memperlihatkan grafik hubungan jumlah inti yang tersisa ( $N$ ) menggunakan waktu paruh ( $T$ ) pada isotop uranium-238. Hasil analisis eksperimen menggunakan simulasi PhET menunjukkan bahwa bentuk kurva mengecil secara eksponensial. Berdasarkan data yang diperoleh menurut grafik tersebut, nilai pada grafik ( $R^2$ ) mendekati 1, sehingga tingkat akurasi sangat tinggi. Akurasi percobaan peluruhan U-238 hingga Timah-206 selama paruh pertama, kedua, dan ketiga memakai simulasi PhET adalah 94,77%.

Kedua grafik menunjukkan bahwa semakin usang ketika waktu paruh, maka semakin sedikit inti yang tersisa dari peluruhan. Oleh karena itu, eksperimen menggunakan simulasi PhET lebih akurat dibandingkan dengan hasil yang dihitung menggunakan rumus. Oleh karena itu, dapat dilakukan eksperimen waktu paruh menggunakan lab simulasi virtual PhET.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan di SMA Negeri 6 Berau pada kelas XI MIPA 1, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan penerapan model *problem based learning* terjadi peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa secara signifikan dengan nilai Sig.(2-tailed) sebesar 0,000 selain itu, rata-rata nilai tes diperoleh sebesar 20,45 pada *pretest* menjadi 76,74 pada *posttest*.

## REFERENSI

- Alfares, N. (2021). The Effect of Problem Based Learning on Students Problem Solving Self Efficacy Through Blackboard System in Higher Education. *International Journal of Education and Practice*, 9(1), 185–200. <https://doi.org/10.18488/journal.61.2021.91.185.200>
- Badu, T. K., & Iqbal, M. S. (2020). Differences in Students Understanding of Physics Concepts Through the Problem Based Learning Model and Concept Based Interactive Learning. *UJES (Uniqbu Journal of Exact Sciences)*, 1(2), 40–45.
- Budhi, W., & Suwarni, S. (2019). Effect of Problem Based Learning on Critical Thinking Ability on Science. *Journal of Physics: Conference Series*, 1175(1), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1175/1/012135>
- Ericson, J. D. (2021). Mapping the Relationship Between Critical Thinking and Design Thinking. *Journal of the Knowledge Economy*, 19(1), 1–24. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00733-w>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. N. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education* (8th ed.). New York : Mc Graw Hill.
- Hasanah, T. A. N., Huda, C., & Kurniawati, M. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika

- Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Gelombang Bunyi Untuk Siswa SMA Kelas XII. *Momentum: Physics Education Journal*, 1(1), 56–65.
- Hursen, C. (2021). The Effect of Problem-Based Learning Method Supported by Web 2.0 Tools on Academic Achievement and Critical Thinking Skills in Teacher Education. *Technology, Knowledge and Learning*, 26(3), 515–533. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09458-2>
- Khudriyah. (2021). *Metodologi Penelitian dan Statistik Pendidikan* (1st ed.). Malang: Madani.
- Koroh, T. R., Ly, P., & Email, C. A. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning dalam Pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Kependidikan, Universitas Nusa Cendana*, 6(1), 126–132.
- Lasmana, A., Qadar, R., & Syam, M. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran OIDDE Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Di SMAN 2 Berau Pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, 1(01), 11–18. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v1i01.73>
- Mahanal, S. (2019). RICOSRE : A Learning Model to Develop Critical Thinking Skills for Students with Different Academic Abilities. *International Journal of Instruction*, 12(2), 417–434.
- Oktaviani, M. A., & Notobroto, H. B. (2014). Perbandingan Tingkat Konsistensi Normalitas Distribusi Metode Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, Shapiro-Wilk, dan Skewness-Kurtosis. *Jurnal Biometrika Dan Kependudukan*, 3(2), 127–135.
- Syahidi, K., Hizbi, T., Hidayanti, A., & Fartina. (2020). The Effect of PBL Model Based Local Wisdom Towards Students Learning Achievements on Critical Thinking Skills. *Kasuari: Physics Education Journal ( KPEJ ) Universitas Papua*, 3(1), 61–68.
- Thadsaniyom, C., & Sangpradit, T. (2019). The Effects of Science Learning Unit Using Problem Based Learning About Local Sugarcane on 9th Grade Students Critical Thinking Ability. *AIP Conference Proceedings*, 2081(3), 1–7. <https://doi.org/10.1063/1.5094008>
- Widiawati, L., Joyoatmojo, S., & Sudiyanto. (2018). Higher Order Thinking Skills As Effect of Problem Based Learning in The 21st Century Learning. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 5(3), 96–105. <https://ijmmu.com/index.php/ijmmu/article/view/223>
- Yolanda, F. (2019). The Effect of Problem Based Learning on Mathematical Critical Thinking Skills of Junior High School Students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1397(2), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012082>
- Zaidah, A., Sukarmin, & Sunarno, W. (2018). The Effect of Physics Based Scientific Learning on the Improvement of the Students Critical Thinking Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1006(1), 1–5.