

## Menentukan Waktu Paroh dan Konstanta Analogi Disintegrasi Radioaktif dengan Alat Peraga Pembelajaran Analogi Disintegrasi Radioaktif dari Botol Plastik

Suparjo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SMA Negeri 1 Wonogiri. Jl. Perwakilan 24 Wonogiri

### Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi upaya untuk mencari model pembelajaran peluruhan radioaktif yang mudah dipahami dan menarik serta dapat diamati, yakni Alat Peraga Pembelajaran Analogi Disintegrasi Dari Botol Plastik (Model Tabung *Torricelli*). Tujuan penelitian mengetahui apakah alat peraga pembelajaran disintegrasi radioaktif dari botol plastik dapat menggambarkan *karakteristik analogi disintegrasi radioaktif* (waktu paroh dan konstanta disintegrasi). Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen. Dari hasil percobaan dengan alat peraga analogi disintegrasi radioaktif dari botol plastik ini diperoleh : (a) Waktu paroh  $T$  masing – masing botol  $T_A = 16$  s,  $T_B = 13,15$  s, dan  $T_C = 16,8$  s (b) Konstanta disintegrasi  $\lambda$  masing – masing botol  $\lambda_A = 0,0433$  s<sup>-1</sup>,  $\lambda_B = 0,0527$  s<sup>-1</sup>, dan  $\lambda_C = 0,0413$  s<sup>-1</sup>. Sehingga alat peraga pembelajaran analogi disintegrasi radioaktif dari botol plastik dapat menggambarkan karakteristik disintegrasi radioaktif (waktu paroh dan konstanta disintegrasi)

**Kata kunci :** alat peraga, radioaktif, waktu paroh, konstanta disintegrasi

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Mata pelajaran Fisika di SMA dikembangkan dengan mengacu pada pengembangan Fisika yang ditujukan untuk mendidik siswa agar mampu mengembangkan observasi dan eksperimentasi serta berpikir taat asas. Hal ini didasari oleh tujuan Fisika, yakni mengamati, memahami, dan memanfaatkan gejala – gejala alam yang melibatkan zat (materi) dan energi. Kemampuan observasi dan eksperimentasi ini lebih ditekankan pada melatih kemampuan berpikir eksperimental yang mencakup tata laksana percobaan dengan mengenal peralatan yang digunakan dalam pengukuran baik di dalam laboratorium maupun di alam sekitar kehidupan siswa (Depdiknas, 2004 : 2)

Memang kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa terdapat konsep - konsep fisika tidak mungkin dapat dipahami siswa hanya dengan membaca buku dan menghafal rumus – rumus, bahkan metode belajar yang salah dapat mengakibatkan salah konsep (*miskonsepsi*). Agar tidak terjadi miskonsepsi siswa harus dibawa sedekat mungkin dengan proses alam, dalam hal ini diperlukan metode mengajar yang *konstruktivistis* misalnya dengan metode *inquiry*. Namun, tidak semua kompetensi dasar fisika dapat dan mudah untuk dipraktekkan di sekolah, antara lain karena disebabkan terbatasnya peralatan laboratorium dan banyaknya standar kompetensi di SMA.

Sebagai contoh, guru dan siswa sedang membicarakan *disintegrasi* (peluruhan) radioaktif, sementara guru dan siswa tidak pernah melihat, mengamati, mengukur besar peluruhan radioaktif, maka yang terjadi adalah guru hanya mencotoh dan mencatatkan apa yang dibacanya dari literatur. Jelas ini dapat berakibat terjadinya miskonsepsi, baik konsep fisika yang dikuasai guru sendiri maupun konsep fisika yang diterima oleh siswa.

Sebagai guru fisika, penulis merasa terpanggil untuk mencari model pembelajaran peluruhan radioaktif yang mudah dipahami dan menarik serta dapat diamati, yakni Alat Peraga Pembelajaran Disintegrasi Dari Botol Plastik (Model Tabung *Torricelli*).

### 1.2. Rumusan Masalah

Apakah alat peraga pembelajaran disintegrasi radioaktif dari botol plastik dapat menggambarkan karakteristik analogi disintegrasi radioaktif (waktu paruh dan konstanta disintegrasi) ?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Mengetahui apakah alat peraga pembelajaran disintegrasi radioaktif dari botol plastik dapat menggambarkan karakteristik analogi disintegrasi radioaktif (waktu paruh dan konstanta disintegrasi)

### 1.4. Manfaat Penelitian

Dengan menggunakan alat peraga pembelajaran analogi disintegrasi radioaktif dari botol plastik ini diharapkan:

Secara teoritis, menambah pengetahuan penulis dan pembaca tentang perlunya alat peraga analogi

disintegrasi radioaktif dalam pembelajaran kompetensi / konsep disintegrasi radioaktif.

Manfaat secara praktis; Bagi guru : (i) Memberi masukan dan menambah wawasan bagi guru Fisika dalam melaksanakan proses pembelajaran di sekolah. (ii) Dapat memudahkan guru dalam menyampaikan materi pembelajaran kompetensi / konsep disintegrasi radioaktif.

Bagi siswa : (i) Dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep fisika, terutama konsep disintegrasi radioaktif. (ii) Dapat memiliki menggambarkan karakteristik analogi disintegrasi radioaktif (waktu paruh dan konstanta disintegrasi). (iii) Dapat meningkatkan minat siswa dalam belajar konsep disintegrasi radioaktif. (iv) Dapat meningkatkan daya serap siswa pada kompetensi dasar disintegrasi radioaktif. (v) Dapat memotivasi siswa aktif dalam kerja kelompok.

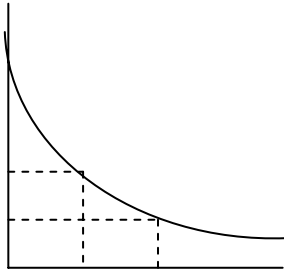
## II. DASAR TEORI

### Disintegrasi Radioaktif

- (1) Aktivitas Radioaktif. Aktivitas ( $A$ ) bahan radioaktif besarnya tergantung dari banyaknya zat radioaktif ( $N$ ). Secara matematis ditulis :  $A = \lambda N$ , dengan  $\lambda$  = tetapan peluruhan. Aktivitas juga menunjukkan laju peluruhan bahan radioaktif, maka dapat dituliskan :  $A = -\frac{dN}{dt}$ , tanda (-) menunjukkan  $N$  berkurang terhadap waktu. Dan diperoleh :  $N = N_0 e^{-\lambda t}$ . Dengan mengalikan  $\lambda$  pada masing-masing ruas didapatkan :  $A = A_0 e^{-\lambda t}$
- (2) Waktu paruh ( $T$ ). Adalah waktu yang dibutuhkan agar banyaknya inti tinggal separoh atau setengah dari inti mula-mula. Setelah meluruh selama  $t = T$  maka aktivitasnya  $A =$

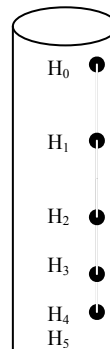
$$\frac{1}{2}A_0 \text{ atau } A = A_0 \left[ \frac{1}{2} \right]^{\frac{t}{T}} \quad \text{diperoleh}$$

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$



### 2.1. Kerangka Berpikir

Analogi disintegrasi radioaktif dari botol plastik (Model tabung Torricelli)



Jika luas penampang tabung relatif sama  $A$  dan terdapat lubang kebocoran vertikal dengan relatif luas sama  $a$  pada  $H_0, H_1, H_2, H_3, H_4$ , dst dengan :

$$H_0 = 16h ; V_0 = 16hA = H_0A$$

$$H_1 = 8h ; V_1 = 8hA ; Q_1$$

$$H_2 = 4h ; V_2 = 4hA ; Q_2$$

$$H_3 = 2h ; V_3 = 2hA ; Q_3$$

$$H_4 = h ; V_4 = hA ; Q$$

Gambar 1. Model Tabung Torricelli

Keterangan :

$H_n$  = lubang kebocoran = tinggi air yang tersisa setelah waktu  $t_n$  = analog jumlah inti yang tinggal setelah waktu  $t_n$ .  $h$  = besar pengali.  $V_n$  = volume air yang tersisa setelah waktu  $t_n$ .  $A$  = luas penampang tabung (botol bekas).  $Q_n$  = debit pancuran air dari lubang kebocoran

Dalam selang waktu  $t$ , sisa air dalam tabung = air yang keluar lewat lubang kebocoran, dan dapat dituliskan dalam persamaan berikut :

$$t_0 = 0 \quad \rightarrow \quad \Delta V_0 = V_0 = 16hA$$

$$t_1 = t ; \Delta t = t_1 - t_0 = t \quad \rightarrow \quad \Delta V_1 = V_0 - V_1 = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) t = 8hA$$

$$t_2 = 2t ; \Delta t = t_2 - t_1 = t \quad \rightarrow \quad \Delta V_2 = V_1 - V_2 = (Q_2 + Q_3 + Q_4) t = 4hA$$

$$t_3 = 3t ; \Delta t = t_3 - t_2 = t \quad \rightarrow \quad \Delta V_3 = V_2 - V_3 = (Q_3 + Q_4) t = 2hA$$

$$t_4 = 4t ; \Delta t = t_4 - t_3 = t \quad \rightarrow \quad \Delta V_4 = V_3 - V_4 = (Q_4) t = hA$$

Persamaan-persamaan di atas, jika dikaitkan volume awal  $V_0 = 16hA = H_0A$ , didapat :

$$t_0 = 0 \quad \rightarrow \quad \Delta V_0 = 16hA = 16hA \left( \frac{1}{2} \right)^0 \approx H_0 \left( \frac{1}{2} \right)^0$$

$$t_1 = t \quad \rightarrow \quad \Delta V_1 = 8hA = 16hA \left( \frac{1}{2} \right)^1 \approx H_0 \left( \frac{1}{2} \right)^1$$

$$t_2 = 2t \quad \rightarrow \quad \Delta V_2 = 4hA = 16hA \left( \frac{1}{2} \right)^2 \approx H_0 \left( \frac{1}{2} \right)^2$$

$$t_3 = 3t \quad \rightarrow \quad \Delta V_3 = 2hA = 16hA \left( \frac{1}{2} \right)^3 \approx H_0 \left( \frac{1}{2} \right)^3$$

$$t_4 = 4t \quad \rightarrow \quad \Delta V_4 = hA = 16hA \left( \frac{1}{2} \right)^4 \approx H_0 \left( \frac{1}{2} \right)^4$$

Diperoleh :  $H = H_0 \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T}}$ , analog dengan

persamaan disintegrasi :  $A = A_0 \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T}}$

Sehingga Model Tabung Torricelli ini dapat dipakai untuk analogi disintegrasi radioaktif.

### 2.2 Perumusan Hipotesis

Alat peraga pembelajaran disintegrasi radioaktif dari botol plastik dapat menggambarkan karakteristik analogi disintegrasi radioaktif (waktu paruh dan konstanta disintegrasi)

### III. METODE

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika SMA Negeri 1 Wonogiri Jl. Perwakilan 24 Wonogiri pada bulan Pebruari 2012.

#### 3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode percobaan, untuk menentukan waktu paroh dan konstanta disintegrasi dari analogi disintegrasi radioaktif

#### 3.3 Alat dan bahan yang digunakan :

(1) Botol bekas wadah bola tenis (model tabung Torricelli), (2) Air secukupnya.(3) Stopwatch. (4) Alat tulis. (5) Penggaris

#### 3.4 Teknik Penelitian

- (1) Persiapan Percobaan : Pastikan bahwa model tabung Torricelli telah siap : (a) Telah diberi tanda pada masing-masing botol pada ketinggian  $H$  : 16h ; 8h ; 4h ; 2h ; h ; 0,5h ; 0,25h ; 0 dengan  $h$  = faktor kelipatan yang disesuaikan dengan tinggi botol. Misalnya tinggi botol 26 cm, maka dapat dibuat dengan : (i) Botol A :  $h = 1,25\text{cm}$  , sehingga tinggi tanda : 20cm ; 10cm ; 5cm ; 2,5cm ; 1,25cm ; 0,63 cm ; 0,31cm ; 0. (ii) Botol B :  $h = 1,375\text{cm}$  , sehingga tinggi tanda : 22cm ; 11cm ; 5,5cm ; 2,75cm ; 1,37cm ; 0,68cm ; 0,34cm ; 0. (iii) Botol C :  $h = 1,5\text{cm}$  , sehingga tinggi tanda : 24cm ; 12cm ; 6cm ; 3cm ; 1,5cm ; 0,75 cm ; 0,38cm ; 0. (b) Telah diberi lubang masing-masing botol pada tempat-tempat yang diberi tanda (botol point 1 diatas), dari tanda kedua ke bawah yakni pada ketinggian  $H$  : 8h ; 4h ; 2h ; h ; 0,5h ; 0,25h ; 0, yakni : (i) Botol A :  $H = 10\text{cm}$  ; 5cm ; 2,5cm ; 1,25cm ; 0,63 cm ; 0,31cm ; 0. (2) Botol B :  $H = 11\text{cm}$  ; 5,5cm ; 2,75cm ; 1,37cm ; 0,68cm ; 0,34cm ; 0. (iii) Botol C :  $H = 12\text{cm}$  ; 6cm ; 3cm ; 1,5cm ; 0,75 cm ; 0,38cm ; 0.
- (2) Langkah – langkah Percobaan : (a) Siapkan alat dan bahan yang diperlukan (b) Isilah penuh botol dengan air, (c) Amati pergerakan turun permukaan air dalam botol (d) Ketika permukaan air sampai pada tanda pertama, mulailah pengukuran waktu ( $t = 0$ ) dan seterusnya setiap permukaan air sampai pada tiap-tiap lubang (tanda), catatlah waktunya. (e) Lakukan pengamatan ini sampai lima kali. (f) Catat hasil pengukuran waktu dan tinggi permukaan air pada botol dalam tabel berikut :

Botol : .....

No	Tinggi permukaan air $H$ (cm)	Waktu $t$ (sekon)						Rata-rata waktu $t$ (sekon)	Selang waktu $\Delta t$
1	$H_0 = 16h = \dots$	0	0	0	0	0	0	$t_0 = 0$	–
2	$H_1 = 8h = \dots$							$t_1 = \dots$	$\Delta t_1 = t_1$
3	$H_2 = 4h = \dots$							$t_2 = \dots$	$\Delta t_2 = t_2 - t_1$
4	$H_3 = 2h = \dots$							$t_3 = \dots$	$\Delta t_3 = t_3 - t_2$
5	$H_4 = 1h = \dots$							$t_4 = \dots$	$\Delta t_4 = t_4 - t_3$

Kemudian dari data hasil percobaan tersebut tentukan *waktu paro* dan *konstanta disintegrasi* inti radioaktif analog : (i) waktu paro  $T$  diperoleh dari rata-rata selang waktu  $\Delta t$  kolom terakhir. (ii) konstanta disintegrasi dihitung

$$\text{dengan rumus : } \lambda = \frac{0,693}{T} \quad (\text{g) Ulangi}$$

langkah : 1 s.d 5 menggunakan botol lain, yang berbeda : tinggi dan luas lubang kebocoran.( h) Buatlah suatu kesimpulan dari hasil percobaan ini !

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini data hasil percobaan salah satu kelompok dengan memakai model tabung Torricelli :

1. Botol A : tinggi lubang = 10cm ; 5cm ; 2,5cm ; 1,25cm ; 0,63 cm ; 0,31cm ; 0.

No	Tinggi permukaan air $H$ (cm)	Waktu $t$ (sekon)						Rata-rata waktu $t$ (sekon)	$\Delta t$
1	$H_0 = 20$	0	0	0	0	0	0	0	–
2	$H_1 = 10$	18	18	17	17	17	17,4	17,4	17,4
3	$H_2 = 5$	34	34	34	33	33	33,6	16,2	16,2
4	$H_3 = 2,5$	50	48	47	47	47	47,8	14,2	14,2
5	$H_4 = 1,25$	67	65	63	63	62	64	16,2	16,2

- (3) Dari kolom terakhir diperoleh waktu paro  $T = \frac{17,4 + 16,2 + 14,2 + 16,2}{4} = 16 \text{ s}$

- (4) konstanta disintegrasi diperoleh  $\lambda = \frac{0,693}{16} = 0,0433 \text{ s}^{-1}$

2. Botol B : tinggi lubang = 11cm ; 5,5cm ; 2,75cm ; 1,37cm ; 0,68cm ; 0,34cm ; 0

No	Tinggi permukaan air $H$ (cm)	Waktu $t$ (sekon)						Rata-rata waktu $t$ (sekon)	Selang waktu $\Delta t$
1	$H_0 = 22$	0	0	0	0	0	0	0	–
2	$H_1 = 11$	15	15	15	14	15	14,8	14,8	14,8
3	$H_2 = 5,5$	28	28	27	28	28	28	13	13
4	$H_3 = 2,75$	40	40	40	40	40	40	12,2	12,2
5	$H_4 = 1,38$	54	52	53	52	52	52,6	12,6	12,6

- (5) Dari kolom terakhir diperoleh waktu paro  $T = \frac{14,8 + 13 + 12,2 + 12,6}{4} = 13,15 \text{ s}$

- (6) konstanta disintegrasi diperoleh  $\lambda = \frac{0,693}{13,15} = 0,0527 \text{ s}^{-1}$

3. Botol C : tinggi lubang = 12cm ; 6cm ; 3cm ; 1,5cm ; 0,75 cm ; 0,38cm ; 0.

No	Tinggi permukaan air H (cm)	Waktu t (sekon)						Rata-rata waktu t (sekon)	Selang waktu $\Delta t$
1	$H_0 = 24$	0	0	0	0	0	0	0	—
2	$H_1 = 12$	18	19	19	19	19	18,8	18,8	
3	$H_2 = 6$	36	36	36	36	36	36	17,2	
4	$H_3 = 3$	53	52	51	51	51	51,6	15,6	
5	$H_4 = 1,5$	69	68	65	67	67	67,2	15,6	

(7) Dari kolom terakhir diperoleh waktu paro  $T = \frac{18,8 + 17,2 + 15,6 + 15,6}{4} = 16,8 \text{ s}$

(8) konstanta disintegrasi diperoleh  $\lambda = \frac{0,693}{16,8} = 0,0413 \text{ s}^{-1}$ .

Dari ketiga percobaan tersebut dapat dikatakan hasilnya cukup memadai sebagai alat peraga pembelajaran disintegrasi radioaktif, dimana hasil keempat selang waktu  $\Delta t$  dari masing-masing tabung menunjukkan angka yang hampir sama meski ada perbedaan namun perbedaan itu tidak begitu jauh.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- (1) Dari hasil percobaan diperoleh : (a) Waktu paroh  $T$  masing – masing botol  $T_A = 16 \text{ s}$ ,  $T_B = 13,15 \text{ s}$ , dan  $T_C = 16,8 \text{ s}$  (b) Konstanta disintegrasi  $\lambda$  masing – masing botol  $\lambda_A = 0,0433 \text{ s}^{-1}$ ,  $\lambda_B = 0,0527 \text{ s}^{-1}$ , dan  $\lambda_C = 0,0413 \text{ s}^{-1}$
- (2) Dengan demikian alat peraga pembelajaran analogi disintegrasi radioaktif dari botol plastik dapat menggambarkan karakteristik disintegrasi radioaktif (waktu paroh dan konstanta disintegrasi)

### Saran

Dalam kegiatan eksperimen dengan tinggi lubang kebocoran : 8h ; 4h ; 2h ; h ; 0,5h ; 0,25h ; 0, maka tinggi lubang 0,5h ; 0,25h ; 0 tidak perlu diambil data waktunya (diabaikan)

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- Depdiknas, 2004. Kurikulum 2004 SMA Pedoman Khusus Pengembangan Silabus dan Penilaian. Jakarta :Ditjen Dikdasmen Depdiknas
- Holiday & Resnick. 1999. Fisika 1 Alih Bahasa P. Silaban, Erwin Sucipto. Jakarta : Erlangga

- \_\_\_\_\_. 1999. Fisika Modern Alih Bahasa P. Silaban, Erwin Sucipto. Jakarta : Erlangga
- Suparjo. 2007. Fisika 3. Surakarta : CV Buana Raya