

**Pembuatan Simulasi Eksperimen Berbasis Komputer
dengan memanfaatkan Tabung Geiger Muller dan Ratemeter
sebagai Media Pembelajaran
Praktikum Fisika Modern di SMA**

**Herwinarso
Anthony Wijaya
Elfrida
Anita Moy**

Abstrak. Teori dan eksperimen merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan pada proses pembelajaran Fisika. Banyak sekali teori yang dibangun berdasarkan hasil eksperimen, dan tidak sedikit pula teori fisika yang harus digagalkan karena ketidaksesuaian dengan hasil eksperimen. Pada proses pembelajaran Fisika di SMA, tidak sedikit terdengar keluhan dari siswa bahwa Fisika merupakan pelajaran yang penuh rumus, sulit dimengerti dan bersifat abstrak (terutama pada pokok bahasan Fisika Modern). Mengingat keterkaitan antara teori dan eksperimen, maka kegiatan eksperimen di laboratorium Fisika haruslah pula dibuat cukup menarik, mudah dan menyenangkan. Dengan demikian siswa yang telah termotivasi belajar Fisika di kelas akan lebih termotivasi lagi untuk cinta akan Fisika. Namun perlu disayangkan, pada kenyataannya banyak eksperimen yang tidak dapat dilakukan dengan baik di laboratorium karena ketersediaan alat penunjang eksperimen yang kurang memadai sehingga hasil eksperimennya kurang sesuai dengan yang diharapkan, terutama untuk topik-topik yang berkaitan dengan Radioaktivitas. Selain alat-alat yang cukup mahal juga ijin penggunaan unsur radioaktif cukup ketat.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, telah dibuat simulasi eksperimen yang memanfaatkan tabung Geiger Muller dan Ratemeter berbasis komputer dengan memanfaatkan program makro media flash, dengan maksud agar siswa dapat melakukan eksperimen secara cepat dan dengan hasil yang tepat pula. Ujicoba program simulasi dilakukan kepada siswa-siswi SMA IPIEMS Surabaya. Cara pengujian dilakukan dengan menggunakan angket. Dari data angket yang diperoleh mengidentifikasi program baik sebanyak 90%. Dengan demikian, media yang telah dibuat untuk melakukan eksperimen radioaktivitas melalui simulasi eksperimen berbasis komputer di SMA dapat dikatakan baik.

Kata kunci: Tabung Geiger Muller, Ratemeter, Media pembelajaran, Fisika Modern.

Pendahuluan

Pada matapelajaran Fisika, teori dan eksperimen merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Banyak sekali suatu teori dibangun berdasarkan hasil eksperimen. Bahkan beberapa teori bisa digagalkan karena tidak sesuai dengan hasil eksperimen. Untuk itu eksperimen merupakan bagian yang cukup berperan dalam pembelajaran Fisika. Namun perlu disayangkan, pada kenyataannya banyak eksperimen yang tidak dapat dilakukan di laboratorium karena alat yang diperlukan untuk eksperimen tersebut tidak tersedia, baik karena kesulitan dalam pengadaannya atau karena mahalnya alat eksperimen tersebut. Terutama pada eksperimen Fisika Modern pada pokok bahasan inti dan radioaktivitas, hampir setiap sekolah belum pernah melaksanakan eksperimen yang terkait dengan pokok bahasan tersebut.

Pernyataan klasik yang masih saja terdengar sampai saat ini adalah bahwa pelajaran Fisika kurang disukai oleh kebanyakan siswa sekolah menengah atas (SMA), bahkan merupakan salah satu pelajaran momok. Berbagai upaya telah dilakukan oleh guru di kelas dengan menggunakan beberapa metode pengajaran yang tepat untuk tiap-tiap sub pokok bahasan tertentu. Mengingat keterkaitan antara teori dan eksperimen, maka kegiatan eksperimen di laboratorium Fisika haruslah pula dibuat cukup menarik, mudah dan menyenangkan. Dengan demikian siswa yang telah termotivasi belajar Fisika di kelas akan lebih lebih termotivasi lagi untuk cinta akan Fisika.

Seiring dengan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (TIK), banyak aplikasi TIK yang dimanfaatkan sebagai media pembelajaran, di antaranya adalah program simulasi eksperimen berbasis komputer yang sering dikenal pula sebagai *virtual experiment*. Namun demikian, program simulasi eksperimen tak dapat sepenuhnya menggantikan peran eksperimen nyata yang seringkali dapat memberikan kemungkinan bagi lahirnya Fisika baru.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, dipandang perlu dilakukan suatu penelitian untuk membuat berbagai jenis eksperimen Fisika Modern pada pokok bahasan Inti dan Radioaktivitas untuk siswa SMA dengan memanfaatkan Tabung Geiger Muller dan Ratemeter. Sedangkan peralatan penunjang lainnya yang diperlukan dapat dibuat secara sederhana, dan bahan radioaktifnya dapat digantikan dengan kaos lampu petromaks. Sehingga masalah pendanaan pengadaan alat eksperimen dapat ditekan, dengan harapan tiap sekolah dapat menyelenggarakan eksperimen Fisika Modern. Dengan demikian siswa akan lebih terbantu untuk memahami konsep Fisika terutama pada pokok bahasan inti dan radioaktivitas, dan termotivasi untuk cinta akan Fisika melalui kegiatan eksperimen di laboratorium.

Landasan Teori

Media Pembelajaran berbasis komputer

Dengan masuknya teknologi dalam dunia pendidikan, bukan saja pekerjaan guru menjadi dipermudah, tetapi juga siswa diberi kesempatan seluas-luasnya untuk menggali ilmu pengetahuan dari berbagai sumber dengan cara yang lebih cepat. Salah satu teknologi yang dimanfaatkan adalah penggunaan komputer sebagai media pembelajaran.

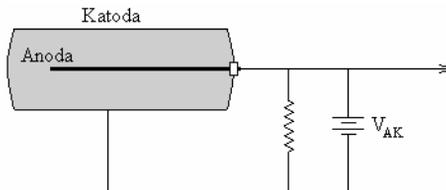
Suatu komputer dapat diprogram secara interaktif sehingga isi program dapat bermanfaat dalam membantu siswa belajar dan memberi respon yang bermanfaat bagi keperluan siswa sesuai kecepatan belajarnya masing-masing.

Macromedia Flash adalah *software* yang dipakai secara luas oleh profesional web karena kemampuannya dalam menampilkan multimedia, gabungan antara grafis, animasi dan suara, serta interaktifitas bagi pengguna internet (Wijaya & Hutasoit, 2003).

Secara umum tampilan program aplikasi Macromedia Flash dapat dibagi menjadi Toolbox, Menu, Panels, Timeline, Layer, Properties, Component, dan ActionScript.

Karakteristik Tabung Geiger Muller

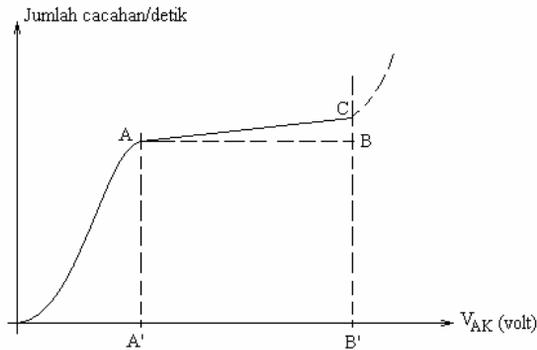
Pada dasarnya tabung Geiger Muller merupakan tabung pembangkit muatan yang terdiri atas silinder penghantar tipis (sebagai katoda) dengan sebuah kawat logam yang terpasang koaksial (sebagai anoda).



Gambar 1. Skema tabung Geiger Muller

Tabung diisi dengan gas mulia (seperti argon) dan ditambah dengan gas halogen atau uap organik untuk meredam proses pembangkit muatan yang terus menerus.

Jika digunakan beda potensial (V_{AK}) yang sesuai antara kedua elektrodanya, maka apabila ada sebuah partikel (α atau β atau γ) masuk ke dalam tabung, akan mengalami peristiwa ionisasi yang menghasilkan sebuah pulsa atau beda potensial pada sebuah resistor yang terpasang di luar antara kedua elektroda. Besar tegangan pulsa tersebut dapat diketahui dengan menggunakan alat seperti ratemeter, elektroskop pulsa, dan lain-lain. Pada penelitian ini akan digunakan ratemeter.



Gambar 2 Grafik karakteristik tabung Geiger Muller

Untuk beda potensial (V_{AK}) yang sangat rendah akan menghasilkan arus ionisasi yang sangat kecil pada peristiwa ionisasi, sehingga untuk mendeteksi diperlukan amplifier. Sedangkan pada beda potensial (V_{AK}) yang tinggi akan menyebabkan electron tertarik ke anoda, dan ion positif tertarik ke katoda. Dalam perjalanannya menuju ke anoda, electron-elektron tersebut akan mendapatkan energi tambahan dari medan listrik. Sehingga dengan energi yang cukup kuat, elektron tersebut mampu mengionisasi atom-atom netral dari gas. Elektron-elektron yang dihasilkan dengan tumbukan-tumbukan tersebut dapat menyebabkan proses ionisasi lebih lanjut pada gas, sehingga jumlah elektron yang terdapat pada anoda bertambah banyak. Peristiwa terjadinya ionisasi yang terus menerus ini disebut **Avalanche**.

Adapun ion-ion positif yang timbul akibat adanya peristiwa ionisasi akan membentuk selubung disekitar anoda, sehingga menyebabkan kuat medan listrik disekitar anoda mengalami penurunan. Akibatnya elektron yang masih bergerak ke anoda tidak mampu lagi mengadakan Avalanche. Hal tersebut terjadi sampai batas V_{AK} tertentu, seperti yang ditunjukkan oleh daerah yang hamper mendatar (AC) pada Gambar 2.1, dan daerah tersebut dinamakan dengan **Plateau Geiger**. Penambahan V_{AK} di luar titik C (lihat Gambar 2) akan mengawali suatu proses pembangkitan muatan kontinu yang mengakibatkan kerusakan pada tabung.

Plateau pada tabung Geiger Muller tidak pernah sangat mendatar. Penyimpangan dari keadaan ideal diukur sebagai suatu pertambahan/peningkatan prosentase dalam tegangan pulsa tiap perubahan tegangan V_{AK} .

$$\text{Karakteristik Plateau} = \frac{BC}{AA'} \times 100\% / A'B' \dots\dots\dots (1)$$

Untuk tabung yang dirancang dengan baik harga tersebut harus kurang dari 0.1 %, tetapi harga itu akan bertambah dengan bertambahnya umur tabung (frekuensi pemakaian tabung).

Sumber radioaktif Co^{60} akan memancarkan sinar β dan γ . Jika sumber radioaktif tersebut dihalangi oleh suatu plat yang mempunyai ketebalan tertentu maka yang keluar dari plat tersebut lebih banyak sinar γ , karena sinar γ mempunyai daya tembus yang lebih besar dibandingkan sinar β . Apabila jumlah plat ditambah terus hingga pada suatu ketebalan tertentu maka pada akhirnya yang keluar hanya tinggal sinar γ , karena sinar β sudah terserap (terabsorpsi) seluruhnya pada plat-plat tersebut. Misalkan tabung Geiger-Muller mempunyai luas jendela $A \text{ cm}^2$ diletakkan pada jarak d dari sumber, maka jumlah partikel β yang memasuki tabung Geiger-Muller dalam selang waktu 1 detik seharusnya adalah:

$$\frac{A}{2\pi d^2} \times \text{jumlah cacahan / detik}$$

dari sumber. Dengan $1 \mu\text{Ci} = 37 \times 10^4 \text{ rad/s}$.

Jika sumber radioaktif yang digunakan mempunyai ukuran $n \mu\text{Ci}$ maka partikel β yang memasuki tabung Geiger-Muller dalam tiap detik adalah:

$$\frac{A}{2\pi d^2} \times n \cdot 37 \times 10^4 \text{ rad/s} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Pada kenyataannya, jumlah partikel β yang masuk ke tabung Geiger-Muller tidak sebesar pada Persamaan (1), yang mana salah satu penyebabnya adalah adanya waktu mati dari tabung. Jika jumlah partikel dalam tiap detik yang memasuki tabung Geiger-Muller adalah N , maka efisiensi tabung Geiger-Muller untuk sinar β adalah:

$$\eta = \frac{N}{\frac{A}{2\pi d^2} \times n \cdot 37 \times 10^4} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

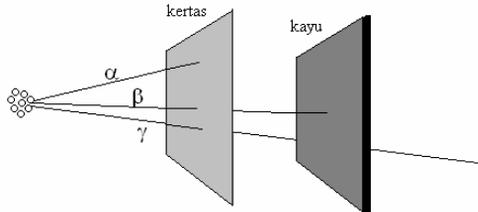
Koefisien Absorpsi

Peluruhan (disintegrasi) adalah peristiwa perubahan suatu inti atom menjadi inti atom yang baru karena memancarkan sinar radioaktif. Ada 3 macam sinar radioaktif, yaitu:

- Sinar alfa (α)
Terdiri atas partikel-partikel bermuatan positif, dan massa tiap partikel sekitar 4 x massa atom hidrogen.

- Sinar beta (β)
Terdiri atas partikel-partikel bermuatan negatif (elektron berenergi tinggi), dan massa tiap partikel sama dengan massa elektron.
- Sinar gamma (γ)
Terdiri dari foton-foton berenergi tinggi (gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang lebih kecil dari panjang gelombang sinar X).

Daya tembus ketiga sinar radioaktif dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Daya tembus sinar radioaktif.

Suatu inti radioaktif yang dibiarkan begitu saja makin lama akan semakin stabil. Laju berkurangnya suatu sampel radioaktif sebanding dengan dengan banyaknya inti radioaktif yang ada.

$$\begin{aligned}
 -\frac{dN}{dt} &\propto N \\
 -\frac{dN}{dt} &= \lambda N \\
 \int \frac{dN}{N} &= -\int \lambda dt \\
 N &= N_0 e^{-\lambda t} \quad \dots\dots\dots (4)
 \end{aligned}$$

λ merupakan tetapan peluruhan, besaran N_0 menyatakan jumlah inti radioaktif mula-mula-mula pada $t = 0$, dan N menyatakan jumlah inti radioaktif setelah meluruh selama waktu t .

Aktivitas radiasi (R) dari suatu zat radioaktif dinyatakan sebagai banyaknya disintegrasi inti atau peluruhan per detik. Secara matematis dituliskan:

$$R = \left| -\frac{dN}{dt} \right| = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = R_0 e^{-\lambda t} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Waktu paruh ($T_{1/2}$) adalah waktu yang diperlukan agar jumlah inti radioaktif meluruh menjadi separuhnya.

$$N = \frac{1}{2} N_o$$

Berdasarkan Persamaan 4, diperoleh:

$$\frac{1}{2} N_o = N_o e^{-\lambda T_{1/2}}$$

$$T_{1/2} = \frac{0,693}{\lambda} \dots\dots\dots(6)$$

Jika di depan suatu sumber radioaktif diletakkan plat yang mempunyai ketebalan x maka intensitas sinar β yang keluar dari plat akan mengalami pengurangan. Secara matematis, berkurangnya intensitas terhadap ketebalan plat dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$I = I_o e^{-\mu x} \dots\dots\dots (7)$$

dimana μ adalah koefisien absorpsi sinar β .

Karena intensitas sinar β sebanding dengan jumlah cacahan tiap detik maka Persamaan 2.5 dapat diubah menjadi:

$$R = R_o e^{-\mu x} \dots\dots\dots (8)$$

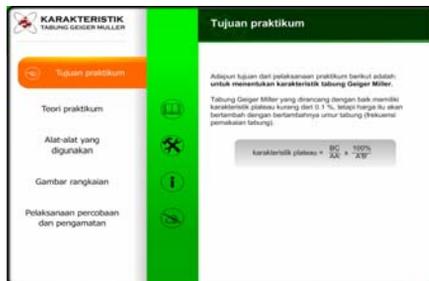
Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian berupa CD yang berisikan program simulasi eksperimen yang merekomendasikan eksperimen radioaktif (karakteristik tabung Geiger Muller dan koefisien absorpsi sinar β).

Secara garis besar isi program yang terdapat dalam CD meliputi:

1. Teori, berisikan materi radioaktivitas yang berkaitan dengan eksperimen karakteristik tabung Geiger Muller dan koefisien absorpsi sinar β
2. Petunjuk eksperimen untuk masing-masing percobaan.
3. Simulasi percobaan karakteristik tabung Geiger Muller dan koefisien absorpsi sinar β

Untuk memberikan gambaran secara umum tentang apa yang terdapat dalam CD, *print out* dari beberapa halaman yang ditampilkan pada layar monitor, terlihat seperti gambar-gambar di bawah ini.



KARAKTERISTIK
TABUNG GEIGER MULLER

Tujuan praktikum

Teori praktikum

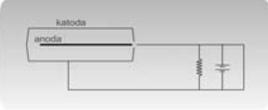
Alat-alat yang digunakan

Gambar rangkaian

Pelaksanaan percobaan dan pengamatan

Teori praktikum

Pada dasarnya tabung Geiger Muller merupakan tabung pembangkit muatan yang terdiri atas silinder penghantar tipis (sebagai katoda) dengan sebuah kawat logam yang terpasang koaksial (sebagai anoda).



Gambar 1. Skema tabung Geiger Muller

| 1 | 2 | 3 | 4 | Page14

KARAKTERISTIK
TABUNG GEIGER MULLER

Tujuan praktikum

Teori praktikum

Alat-alat yang digunakan

Gambar rangkaian

Pelaksanaan percobaan dan pengamatan

Pelaksanaan percobaan dan pengamatan

Menentukan jumlah cacah/leak mula-mula (RO)

Menu utama



pengukuran	1	2	3
R ₀ (cacah/rentan)	0	0	0

KOEFISIEN ABSORPSI

Tujuan praktikum

Teori praktikum

Alat-alat yang digunakan

Gambar rangkaian

Pelaksanaan percobaan dan pengamatan

Tujuan praktikum

Adapun tujuan dari pelaksanaan praktikum berikut adalah: untuk Menentukan koefisien absorpsi dan energi maksimum dari sinar β.

Sinar beta (β)
Terdiri atas partikel-partikel bermuatan negatif (elektron berenergi tinggi), dan massa tiap partikel sama dengan massa elektron.



- sinar α
- sinar β
- sinar γ



Ujicoba program simulasi dilakukan kepada siswa-siswi SMA IPIEMS Surabaya. Cara pengujian dilakukan dengan menggunakan angket. Data yang diperoleh dari angket dirangkum, kemudian diolah menjadi bentuk persentase (%) dan dirangkum menjadi dua kolom pilihan (SS + S dan TS + STS).

Tabel Data Angket dari 15 Siswa dalam persen setelah dirangkum menjadi dua kolom pilihan (SS+S dan TS+STS)

No	Pernyataan	SS+S	TS+STS
1.	Tidak ada kesulitan ketika membuka program	100	-
2.	Mudah dalam mengoperasikan program	86,67	13,33
3.	Menyenangkan dengan adanya animasi	93,33	6,67
4.	Mempercepat pemahaman materinya	80	20
5.	Mudah dipahami melalui animasi	93,33	6,67
6.	Mudah diingat	80	26,67
7.	Tampilan programnya menarik	100	-
8.	Dapat dipelajari sendiri	66,67	33,33
9.	Dapat digunakan sebagai pengayaan	100	-
10.	Sebagai media pembelajaran secara mandiri	100	-

Berdasarkan tabel di atas, data yang diperoleh dari siswa yang diambil sebagai sampel, 100% menyatakan program mudah dibuka dan mudah dioperasikan, 93,33% menyatakan menyenangkan dengan adanya animasi, program ini tepat digunakan sebagai sarana pengayaan dan sebagai media pembelajaran secara mandiri 100%.

Pilihan sangat setuju (SS) atau setuju (S) pada pernyataan no.1-10 berjumlah 135, sedangkan pilihan tidak setuju (TS) atau sangat tidak setuju (STS) pada pernyataan no.1-10 berjumlah 15. Secara matematis dituliskan :

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Pernyataan no.1-10:} & \text{SS + S} & = & 135 \\
 & \text{TS + STS} & = & 15 + \\
 & \hline
 & \text{Jumlah} & & 150
 \end{array}$$

Yang mengidentifikasi program baik = $(135/150) \times 100\% = 90\%$. Dengan demikian, media yang telah dibuat untuk melakukan eksperimen radioaktivitas melalui simulasi eksperimen berbasis komputer di SMA dapat dikatakan baik.

Kesimpulan

Program simulasi eksperimen fisika modern berbasis komputer telah dibuat dan diujicobakan. Dari hasil ujicoba secara umum mengatakan bahwa program sudah cukup baik.

Media simulasi eksperimen berbasis komputer tersebut dapat memperjelas konsep dari teori radioaktivitas. Program simulasi eksperimen ini dapat dimanfaatkan oleh siswa sebagai persiapan sebelum melakukan eksperimen sesungguhnya di laboratorium sekolah, ataupun untuk memperdalam pengetahuan setelah dilakukan eksperimen di laboratorium. Program simulasi eksperimen ini dapat dimanfaatkan pula oleh guru sebagai media pengajaran di kelas.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Proyek I-MHERE UKWMS yang telah membiayai penelitian ini.

Pustaka

- Depdiknas. (2003). *Kurikulum 2004 STANDAR KOMPETENSI Mata Pelajaran Fisika Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Beiser, Srthur. (2002). *Concept of Physics Modern*. Publisher: McGraw-Hill.
- Goris Seran Daton, dkk. (2007). *Fisika Untuk SMA jilid XII* . Jakarta: Grasindo.

- Hamalik, Oemar. 1985. *Media Pendidikan*. Bandung: Penerbit Alumni.
- Kanginan, Marthen. (2007). *Fisika SMA* (jilid 3). Jakarta: Erlangga.
- Prasetyo, Hadi. 2005. *Menguasai Pembuatan Film Animasi Flash dalam Sekejap*.
- Sadiman.dkk. (1984). *Media Pendidikan*. Jakarta: PT.Raya Grafindo Perkasa.
- Tyler, Frank. (1977). *A Laboratory Manual of Physics*. London: Edward Arnold.
- Wijaya, Didik. & Andar Parulian Hutasoit. 2003. *Tip dan Trik Macromedia Flash MX dengan ActionScript*. Jakarta: elex Media Kompotindo.
- Yung, Kok. 2005. *161 Teknik Profesional Flash MX 2004*. Jakarta: Elex Media Kompotindo.