

## Penentuan Efisiensi Beta Terhadap Gamma Pada Detektor Geiger Muller

M. Azam<sup>1</sup>, F. Shoufika Hilyana<sup>1</sup>, Evi Setiawati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Fisika FMIPA Universitas Diponegoro

**ABSTRAK**---Telah dilakukan penentuan nilai efisiensi pencacah beta terhadap gamma pada tiga jenis detektor Geiger Muller yang memiliki jari-jari yang berbeda. Pencacahan dilakukan dengan menggunakan Cobalt-60 sebagai sumber radiasi dan aluminium foil sebagai absorber. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi pencacah beta terhadap gamma untuk ketiga jenis detektor berbeda, detektor jenis 3 memiliki efisiensi paling besar. Adapun nilai efisiensi pencacah beta terhadap gamma untuk ketiga jenis detektor sebagai berikut: untuk detektor 1 adalah 0,40 %, detektor 2 adalah 3,31 %, dan detektor 3 adalah 0,53 %.

Kata kunci : *Sumber radiasi Cobalt-60, Detektor Geiger Muller, Aluminium foil, efisiensi pencacah beta terhadap gamma.*

### PENDAHULUAN

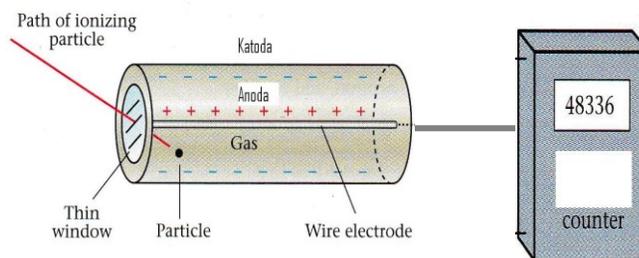
Ada sejumlah peralatan yang dapat digunakan untuk mendeteksi efek-efek pada partikel dan foton (sinar gamma) yang dipancarkan ketika inti radioaktif meluruh [1]. Untuk mengamati radioaktivitas diperlukan suatu peralatan yaitu detektor. Alat ini dapat berinteraksi cukup efisien dengan sinar radioaktif. Pada umumnya detektor radiasi dibagi dalam 3 golongan:

- Detektor Isian Gas: Geiger-Muller, Kamar pengionan, detektor proporsional
- Detektor Sintilasi: NaI(Tl), LSC, Sintasi plastik
- Detektor semikonduktor: GeLi, HPGe, SiLi

### Detektor Geiger Muller

Detektor atau pencacah untuk mendeteksi radiasi  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  diciptakan oleh Geiger-Muller, peneliti dari Jerman Barat pada tahun

1928. Detektor GM berbeda dengan detektor proporsional dalam beberapa hal. Proses penggandaan ionisasi (*avalanche*) tidak hanya terjadi di dekat anoda saja melainkan hampir di seluruh ruangan. Selain itu *avalanche* juga disebabkan oleh Efek fotolistrik akibat eksitasi atom-atom molekul isian gas. Dengan demikian penggandaan ionisasi cepat menjalar ke seluruh isi tabung detektor dan berkelanjutan. Hal ini mengakibatkan tinggi pulsa hanya dibatasi oleh pemadaman mendadak (*quenching*), misalnya karena terjadinya awan ion yang menebal sehingga kuat medan listrik turun drastis. Dengan demikian tinggi pulsa tidak lagi bergantung pada tenaga radiasi partikel pengion, sehingga cocok untuk pencacahan radiasi partikel beta ( $\beta$ ) [2]. Seperti terlihat dalam gambar 1, detektor Geiger terdiri dari sebuah silinder logam dan sebuah kawat di sepanjang sumbunya [3].

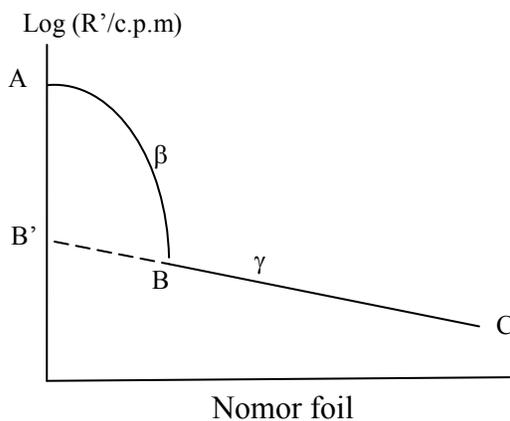


Gambar 1. Diagram skema detektor Geiger Muller. [4]

Tegangan diberikan antara anoda dan katoda diatur sesuai dengan jenis gas dan aktivitas unsur yang diukur. Tegangan ini harus lebih tinggi daripada nilai ambang, yang didasarkan pada gas dan geometri tabung [4]. Partikel-partikel radiasi akan menembus jendela tipis pada salah satu ujung detektor dan masuk ke dalamnya. Partikel radioaktif ini lalu menumbuk atom-atom gas sehingga atom-atom gas akan mengeluarkan elektron-elektron. Elektron yang terlepas saat tumbukan itu ditarik ke anoda. Karena melepaskan elektron, atom-atom gas berubah menjadi ion-ion positif. Ion-ion ini kemudian tertarik ke arah katoda. Peristiwa ini berlangsung dalam waktu singkat. Jadi bila ada radiasi yang masuk ke dalam tabung tersebut, maka terjadilah ionisasi atom-atom atau molekul-molekul gas dalam tabung itu. Ion positif akan bergerak ke katoda sedangkan ion negatif akan bergerak ke anoda [2].

Detektor Geiger Muller hanya mendeteksi partikel bermuatan, karena foton tidak bermuatan dan karena tidak menghasilkan ion di dalam gas, maka tidak dideteksi. Efisiensi detektor Geiger sebesar 99% untuk elektron (beta), tetapi kurang dari 1% untuk sinar X atau sinar gamma [5]. Bagaimanapun, efisiensi untuk mendeteksi sinar X dan gamma rendah [4].

**Efisiensi Relatif Pencacah β/γ Pada Detektor**



Gambar 2. Nilai hubungan Log R' terhadap Nomor foil untuk partikel β dan foton γ [6]

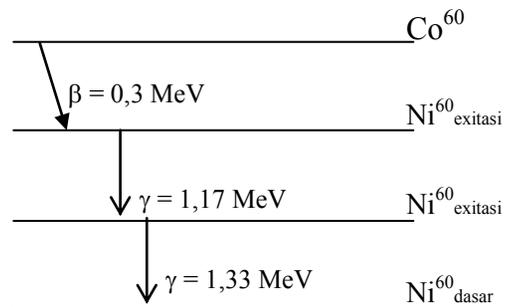
Dari nilai Log R' terhadap A, nilai cacahan R'A untuk partikel β, dan foton γ dapat diperoleh dari perhitungan pada grafik BC untuk B', nilai cacahan RB' untuk foton γ dapat ditemukan. Jadi, nilai cacahan untuk partikel β sendiri adalah R'A - R'B.

Dari pola disintegrasi pada Co-60 (yang ditunjukkan dalam gambar 3, dengan melepaskan energi) dapat dilihat bahwa untuk masing-masing partikel β yang dipancarkan ada 2 foton γ. Faktor angka 2 ini harus diperhitungkan di dalam cacahan ketika memperoleh efisiensi relatif pencacah beta terhadap gamma (β/γ) pada detektor, sehingga diperoleh perbandingan:

$$\frac{\beta}{\gamma} = \frac{2(R'A - R'B)}{R'B} 100\% \quad (1)$$

Dengan β/γ menyatakan nilai efisiensi relatif pencacah beta terhadap gamma, R'A menyatakan nilai Logaritmik cacah pulsa pada A (mula-mula), dan R'B menyatakan nilai Logaritmik cacah pulsa hasil ekstrapolasi garis BC (titik B') [6].

**Pola disintegrasi Co<sup>60</sup>**



Gambar 3 Diagram tingkat energi Cobalt 60 [7]

**METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di laboratorium Fisika Nuklir Jurusan Fisika FMIPA UNDIP Semarang, pada bulan Oktober – November 2006.

Sebelum digunakan untuk mencacah terlebih dahulu ditentukan tegangan operasional dari detektor GM. Tegangan operasional yang didapatkan akan digunakan

Pada gambar 2 terlihat kurva yang terdiri dari dua b

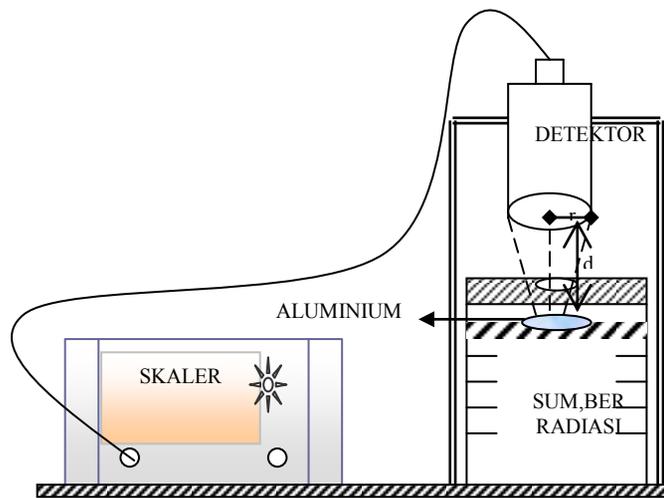
sebagai tegangan untuk menentukan nilai efisiensi pencacah beta terhadap gamma pada detektor Geiger Muller. .

Pada jarak yang di tentukan yaitu 5cm dan menaruh aluminium foil diatas sumber radiasi yang terletak dibawah detektor, dan dengan memvariasi ketebalannya. Maka akan diperoleh efisiensi relatif pencacah beta terhadap gamma ( $\beta/\gamma$ ) pada detektor. Efisiensi untuk mendeteksi sinar gamma dapat diketahui dengan proses disintegrasi dari pada  $Co^{60}$  yang

pada masing-masing partikel beta ( $\beta$ ) ada 2 foton gamma ( $\gamma$ ) yang dipancarkan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

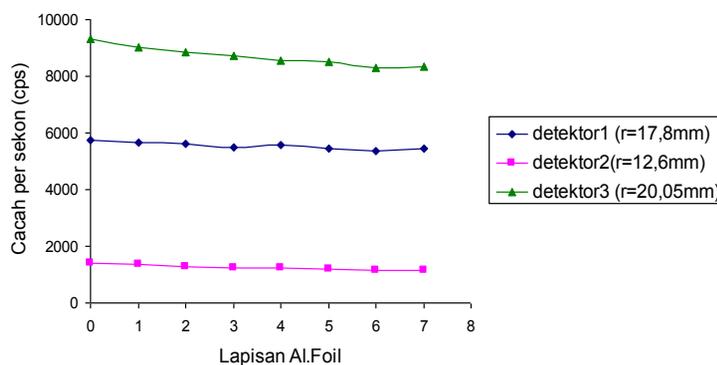
Dalam penelitian ini digunakan tiga jenis detektor yang berbeda jari-jari *end window*-nya, yaitu detektor 1 dengan jari-jari  $17,80 \pm 0,03$  mm, detektor 2 dengan jari-jari  $12,60 \pm 0,03$  mm, dan detektor 3 dengan jari-jari  $20,05 \pm 0,03$  mm.



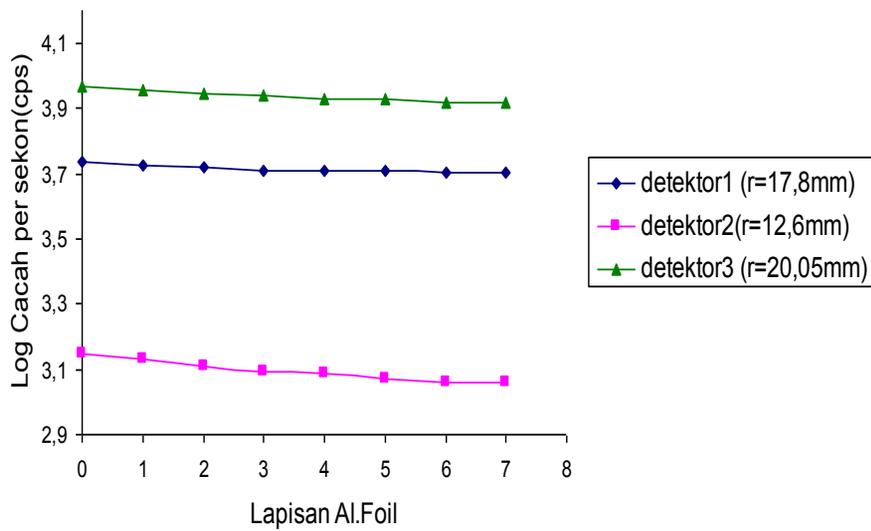
Gambar 4. susunan eksperimental untuk menentukan pengaruh hubungan antara jarak sumber ke detektor terhadap hasil pencacahannya dan pengukuran efisiensi pencacah beta terhadap gamma pada tabung Geiger Muller

**Penentuan Efisiensi Pencacah Beta Terhadap Gamma Pada Detektor Geiger Muller**

Hasil pencacahan untuk tiga jenis detektor yang berbeda dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hubungan antara jumlah lapisan Aluminium foil terhadap hasil pencacahan (cps)



Gambar 6. hubungan antara jumlah lapisan Aluminium foil terhadap nilai Log hasil pencacahan (Cps)

Pada gambar 4 terlihat bahwa pada detektor 3 dengan jari-jari  $20,05 \pm 0,03$  mm, mempunyai hasil pencacahan lebih tinggi dibanding dengan dua detektor lainnya, hal ini dikarenakan detektor ini masih baru dan jari-jari *end window*nya paling besar. Semakin tebal lapisan aluminium maka nilai cacahannya akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan aluminium menyerap sebagian energi dari pancaran sumber radiasi cobalt-60 yang melewati detektor tersebut.

Untuk menentukan nilai efisiensi pencacah beta terhadap gamma digunakan nilai Logaritma dari nilai cacahan yang didapatkan tersebut (Gambar 6).

Dengan menggunakan nilai logaritma tersebut dapat ditentukan nilai efisiensi pencacah beta terhadap gamma dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai efisiensi pencacah beta terhadap gamma

| Jenis detektor                        | Efisiensi $\beta/\gamma$ (%) |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Detektor 1 ( $r = 17,80 \pm 0,03$ mm) | 0,40                         |
| Detektor 2 ( $r = 12,60 \pm 0,03$ mm) | 3,31                         |
| Detektor 3 ( $r = 20,05 \pm 0,03$ mm) | 0,53                         |

Dari ketiga jenis detektor tersebut banyak terdapat perbedaan-perbedaan, hal ini disebabkan karena adanya beberapa faktor, diantaranya adalah: 1) Efek kerapatan bahan detector. Kemungkinan interaksi yang terjadi pada jarak lintasan tertentu itu sebanding dengan kerapatan bahan. Karena kerapatan untuk masing-masing bahan itu berbeda, seperti zat padat dan cair mempunyai kerapatan kira-kira seribu kali lebih besar daripada kerapatan gas pada tekanan dan suhu normal. 2) Efek ukuran dari detektor

Seperti yang terlihat dalam lampiran, bahwa nilai efisiensi pencacah beta terhadap gamma berhubungan juga dengan ukuran dari detektor, yaitu luas permukaan dari *window*nya terutama pada ukuran diameternya. Semakin lebar luas permukaannya maka semakin banyak pancaran sumber radiasi yang dapat terdeteksi.

### KESIMPULAN

Hasil yang dapat diambil dari penelitian yaitu diperoleh nilai efisiensi pencacah beta terhadap gamma sebagai berikut: Detektor 1 adalah 0,40 %, detektor 2 adalah 3,31 %, dan detektor 3 adalah 0,53 %. Dan detektor 2 mempunyai nilai efisiensi pencacah beta terhadap gamma paling besar.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Cutnell, and Johnson, 1955, "Physics", volume II, John Wiley & Sons, Inc. New York
  2. Reynaldo, M.F., 2001, "Radioaktivitas", Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, ITB., Bandung, <http://Radioaktivitas.pdf>, 3 Oktober 2006
  3. Sears, and Zemansky, 1994, "Fisika untuk Universitas 3, Optika–Fisika Atom", Bina Cipta, Bandung
  4. Jones, E., and Childers, R., 1999, "Contemporary College Physics", Mc Graw-Hill Companies, Inc., New York
  5. Miller, F., and Schroeder, D., 1987, "College Physics", sixth edition, Harcourt Brace Jovanovich Publisher, Orlando Florida
-