

## BAB III

### METODA YANG DIGUNAKAN

#### 3.1. Alat dan Bahan

##### *a. Alat*

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### 1. Spektrometer- $\gamma$ dengan komponen utama sebagai berikut:

##### a. Sumber Tegangan Tinggi (*High Voltage Power Supply*):

- 1. Buatan : CANBERRRA
- 2. Model : 3106D

##### b. Detektor Germanium Kemurnian Tinggi (*HPGe*)

- 1. Jenis : HPGe (*High Purity Germanium*)
- 2. Tipe : Koaksial
- 3. Buatan : EG & G ORTEC
- 4. Model : GEM-30185
- 5. No. Seri : 34-P11063A

##### c. Penguat Awal dan Penguat Akhir

###### c.1. Masukan (*Input*):

- 1. Buatan : ORTEC, USA
- 2. Model : 138
- 3. No. Seri : 7973

###### c.2. Keluaran (*Output*):

- 1. Buatan : ORTEC, USA
- 2. Model : 237P
- 3. No. Seri : 913

d. Penganalisis Salur Ganda (*Multi Channel Analyser*)

1. Buatan : Nuclear Data (ND), USA
2. Jumlah salur : 8192

e. Piranti keluaran (*output*), berupa pencetak (*printer*).

2. Perisai pasif,

- a. Buatan : Oxford Instrument Inc., Nuclear Measurements Group, USA
- b. Merk : Oxford
- c. Bahan : timbal (Pb)

Perisai pasif ini digunakan untuk mengisolasi detektor utama (detektor HPGe) dari radiasi luar.

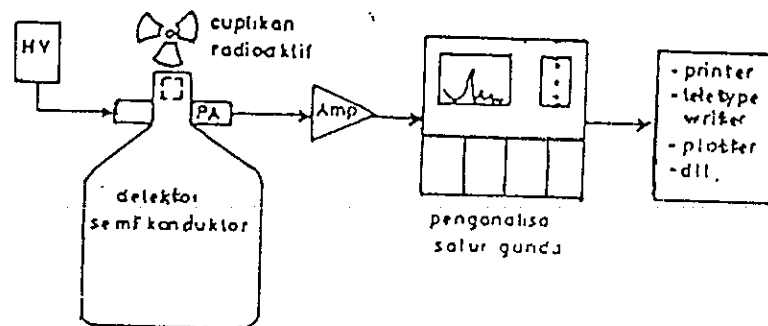
3. Timbangan Massa

- a. Merk : SARTORIUS AG GÖTTINGEN, GERMANY
- b. Model : BP 210 D
- c. No. Seri : 50405462
- d. Pengukuran Max. : 210 gram
- e. Ketelitian :  $1 \cdot 10^{-5}$  gram

Skema konfigurasi spektrometer- $\gamma$  dapat dilihat pada gambar 3.1.

**a. Sumber tegangan**

Sumber tegangan dalam spektrometer- $\gamma$  dibagi dalam dua bagian: sumber tegangan untuk perangkat elektronik dan sumber tegangan untuk detektor. Sumber tegangan untuk alat-alat elektronik disebut sumber daya (*power supply*) dan sumber tegangan untuk detektor disebut *High Voltage Bias Supply*.

Gambar 3.1. Konfigurasi spektrometer- $\gamma$ 

Sumber: Sutarman (1993)

### b. Detektor Germanium Kemurnian Tinggi (HPGe)

Detektor HPGe adalah detektor semikonduktor yang mempunyai struktur p-i-n, dengan daerah intrinsik (*i*) yang peka terhadap radiasi pengion (foton- $\gamma$ ). Dalam keadaan bias balik (*reverse bias*), foton- $\gamma$  berinteraksi dengan detektor dan menghasilkan pembawa muatan. Selanjutnya pembawa muatan tersebut akan dibawa ke masing-masing elektroda. Besarnya muatan yang terjadi sebanding dengan energi foton- $\gamma$  yang masuk ke detektor HPGe. Karena kristal germanium mempunyai energi gap yang rendah, maka detektor HPGe harus didinginkan untuk mengurangi arus bocor termal yang dapat menimbulkan derau. Untuk itulah detektor HPGe ini harus didinginkan sampai suhu  $77^{\circ}\text{K}$  dengan suatu dewar berisi nitrogen cair.

### c. Penguat awal dan penguat akhir

Penguat awal berfungsi untuk mengubah muatan-muatan yang dihasilkan

detektor menjadi pulsa-pulsa listrik dan memperkuat pulsa-pulsa listrik tersebut.

Pulsa yang dihasilkan oleh penguat awal ini masih terlalu lemah untuk dianalisis oleh Penganalisis Salur Ganda (*Multi Channel Analyser*) atau MCA. Penguat akhir berfungsi untuk memperkuat pulsa yang dihasilkan oleh penguat awal sehingga dapat dianalisis oleh MCA.

#### **d. Penganalisis Salur Ganda (MCA)**

Penganalisis salur ganda atau *Multi Channel Analyser* (MCA) digunakan untuk menganalisis pulsa menurut tinggi-rendah pulsa tersebut. Pulsa dengan tinggi tertentu akan dicatat menurut nomor salur tertentu. Data numerik hasil pencacahan tersebut akan diakumulasikan pada masing-masing salur dan hasilnya berupa spektrum- $\gamma$  yang ditampilkan pada layar MCA.

#### **e. Piranti Keluaran**

Piranti keluaran dapat berupa printer, teletype writer, plotter dan lain-lain. Piranti ini digunakan untuk mencetak spektrum- $\gamma$  dan hasil analisis spektrum tersebut.

#### **b. Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan adalah :

1. *Sumber titik*, yaitu beberapa sumber standar untuk kalibrasi energi.

Sumber-sumber tersebut diberikan pada tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1. Puncak-puncak energi foton- $\gamma$  dari beberapa sumber radioisotop untuk kalibrasi energi

No.	Energi (KeV)	Isotop Sumber
1.	302,84	$^{133}\text{Ba}$
2.	356,00	$^{133}\text{Ba}$
3.	383,85	$^{133}\text{Ba}$
4.	661,60	$^{137}\text{Cs}$
5.	1173,10	$^{60}\text{Co}$
6.	1274,50	$^{22}\text{Na}$
7.	1332,40	$^{60}\text{Co}$

2. *Matriks*, yaitu sumber standar yang telah dikalibrasi dari IAEA (*International Atomic Energy Agency*), yang materinya berupa:

1. Tanah (*soil*) Sandi: IAEA - 375
2. Rumput (*grass*) Sandi: IAEA - 373
3. Susu bubuk (*milk powder*) Sandi: IAEA - 152

Material berupa matriks ini dikemas dalam wadah yang dianggap berbentuk silinder, dengan data geometri sebagai berikut:

- a. Diameter : 5,15 cm
- b. Tinggi : 4,5 cm

### 3.2. Metoda Pencacahan

#### 3.2.1. Kalibrasi Energi

Kalibrasi energi ini dilakukan dengan cara:

1. Mencacah sumber-sumber titik sebagaimana diberikan pada tabel 3.1.
2. Memberikan data berupa besar energi puncak fotolistrik pada posisi kanal yang menunjukkan puncak spektrum- $\gamma$

#### 3.2.2. Pencacahan

Pencacahan dilakukan dengan mencacah material standar (*reference material*) yang berupa matriks selama 24 jam. Besaran-besaran yang diukur adalah cacah per detik (*cpd*) dan nilai puncak energi ( $E$ ). Pencacahan dilakukan terhadap material standar dengan ketebalan 4,5 cm dan 1,0 cm. Perbedaan ketebalan ini dimaksudkan untuk menyelidiki pengaruh ketebalan terhadap efisiensi pencacahan.

### 3.3. Metoda Analisis Data

Analisis data bertujuan untuk menghitung besarnya nilai efisiensi fotolistrik pada tingkat energi tertentu. Besarnya nilai cacah per detik (*cpd*) pada tingkat energi tertentu diperoleh dari pencacahan. Nilai *cpd* ini dikoreksi terhadap nilai cacah latar. Nilai kelimpahan mutlak (*yield*) diperoleh dari tabel yang diberikan pada lampiran. Nilai aktivitas radioisotop pemancarnya dihitung berdasarkan nilai aktivitas yang tercantum pada sertifikat IAEA, menurut persamaan:

$$A_t = A_0 e^{-0.693t/\tau} \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan:

$A_t$  : aktivitas yang terkoreksi

$A_0$  : aktivitas pada saat direkomendasi oleh IAEA

$t$  : selang waktu antara saat pencacahan dimulai dengan saat sumber dikalibrasi oleh IAEA

$\tau$  : Waktu paruh radioisotop yang memancarkan foton- $\gamma$ .

Efisiensi fotolistrik pencacahan dihitung dengan persamaan (2.20) dengan ketentuan bahwa nilai cacah per detik (*cpd*) dihitung per satuan massa yang dicacah.

Oleh karena itu persamaan (2.20) diubah menjadi:

$$\varepsilon = \frac{cpd \frac{1000}{m}}{A Y} \cdot 100\% = \frac{cpd}{A \frac{m}{1000} Y} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\varepsilon = \frac{cpd}{A_{mt} Y} \dots\dots\dots(3.3)$$

di mana:

$$A_{mt} = A \frac{1000}{m} \dots\dots\dots(3.4)$$

dengan:

$\varepsilon$  : efisiensi fotolistrik pencacahan

$Y$  : *yield* atau kelimpahan mutlak foton- $\gamma$

$m$  : massa material yang dicacah (gram)

$A$  : aktivitas tercacah per satuan massa (Bq/kg)

$A_{mt}$  : aktivitas mutlak tercacah (Bq)

Selanjutnya dibuat kurva kalibrasi efisiensi fotolistrik versus energi foton- $\gamma$ . Kurva kalibrasi tersebut dapat dibuat dengan dua cara, yaitu secara logaritmis dan non-logaritmis. Kurva kalibrasi efisiensi fotolistrik logaritmis dibuat dengan mengeplot nilai  $\ln(\text{efisiensi fotolistrik})$  terhadap nilai  $\ln(\text{energi foton-}\gamma)$ , sedangkan kurva kalibrasi non-logaritmis dibuat dengan mengeplot nilai efisiensi fotolistrik terhadap nilai energi foton- $\gamma$ .

