

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju (PPPTM) Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN) Yogyakarta dengan bahan dan peralatan yang telah tersedia di Laboratorium Pelatihan Ahli Tenaga Nuklir (PATN).

3.2. Bahan

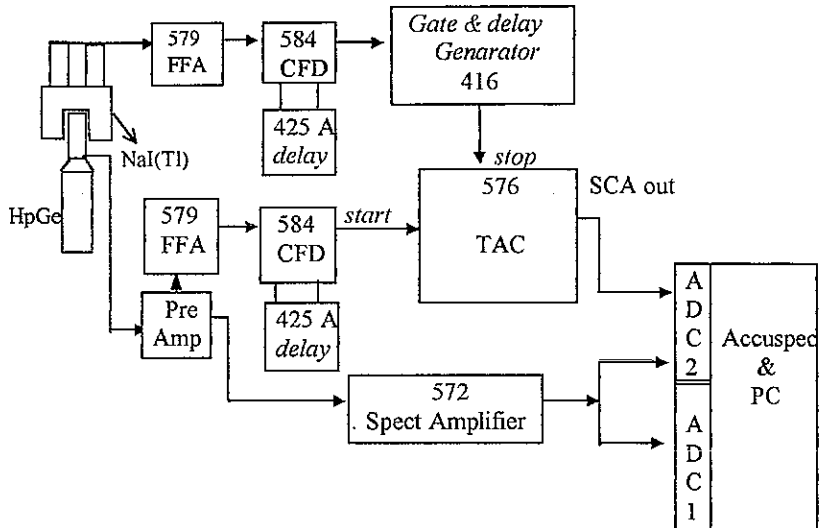
- a. Cobalt-60 (Co^{60}) standard, sebagai sumber pemancar radiasi γ .
- b. Cesium-137 (Cs^{137}) standard, sebagai sumber pemancar radiasi γ .
- c. Nitrogen cair (Liquid Nitrogen / LN_2) bersuhu 77°K .

Bahan ini berfungsi sebagai pendingin pada detektor HpGe untuk menghindari arus bocor thermal.

3.3. Alat

Peralatan yang dipergunakan pada spektroskopi γ dengan metode **Anti Compton** ini pada dasarnya dapat dikelompokkan dalam dua bagian yaitu detektor dan peralatan elektronik pembantu. Dalam rangkuman alat elektronik pembantu bidang nuklir, telah disepakati standardisasi yang disebut standard NIM (*Nuclear Instrument Module*). Dalam standard NIM ini terdapat unit-unit peralatan elektronik dengan pemakaian sumber tegangan yang telah disesuaikan

penggunaannya. Secara skematis peralatan yang digunakan pada sistem ORTEC adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1. Susunan Anti Compton ORTEC

Secara lebih lengkap peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

a. Sumber tegangan

Sumber tegangan dalam ruang lingkup alat elektronik pembantu bidang nuklir dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama adalah sumber tegangan yang diperlukan alat-alat elektronik biasa disebut *power supply* (sumber daya), sedang sumber tegangan untuk detektor disebut *high voltage bias supply* (sumber tegangan tinggi). Ketentuan standard NIM sumber daya adalah tegangan +6V, -6V, +12V, -12V, +24V, -24V dengan kemampuan arus sesuai dengan kebutuhan.

Sumber tegangan tinggi yang dipakai pada penelitian ini untuk HpGe adalah 0,9 KV dan untuk NaI(Tl) adalah 2,4 KV.

b. Detektor *High Pure Germanium* (HpGe)

Detektor HpGe adalah detektor utama yang dipergunakan dalam spektroskopi γ ini. Detektor ini adalah detektor semikonduktor Germanium murni tipe *Coaxial* produksi EG&G ORTEC model GEM-30185. Effisiensi relatif detektor 30%, resolusi *full width half maximum* (FWHM) pada tenaga 1332,52 KeV berkisar antara 1,7-2,4; nilai P/C berkisar antara 42:1-60:1 serta di dalamnya telah dilengkapi dengan *preamplifier* model 237 ℓ . Untuk menempatkan detektor ini dalam NaI(Tl) maka detektor ini ditempatkan pada tempat yang dapat diatur tingginya dengan dongkrak.

c. Detektor NaI(Tl).

Detektor ini adalah detektor sintilator berbentuk sumur atau *well detector*. Bentuk sumur tersebut diperlukan agar dapat menutup detektor HpGe. PMT yang digunakan ada lima buah yaitu PMT RCA 6342A.

d. Dewar

Berfungsi sebagai tempat nitrogen cair yang dipergunakan sebagai pendingin pada HpGe.

e. *Fast Filter Amplifier* (FFA) EG&G ORTEC model 579.

Amplifier ini sebagai penguat pulsa yang dihasilkan oleh *preamplifier* mampu memperkuat pulsa dari 0,9 kali sampai 500 kali. FFA ini sesuai bila dipasangkan dengan *Constant Fraction Discriminator* buatan EG&G ORTEC.

f. *Constant Fraction Discriminator* (CFD) EG&G ORTEC model 584.

Unit ini menerima pulsa-pulsa masukan dalam jangkauan tegangan 0 sampai 5V dan akan membangkitkan keluaran *fast negative* dan sebuah keluaran *slow positive* yang sesuai dengan teknik *Constant Fraction*.

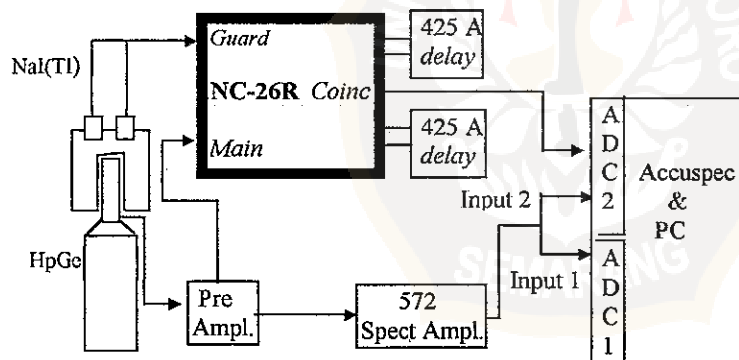
- g. *Cathode Ray oscilloscope* (CRO) merk Tektronix Cs-1022 No. seri 5100115.
Frekuensi maksimum yang mampu dicatat oleh CRO ini adalah 100 MHz.
CRO ini dipergunakan untuk mengamati serta mendapatkan pembentukan pulsa pewaktu yang diinginkan.
- h. Kamera dan film
Dipergunakan untuk mengambil gambar terbaik yang dihasilkan oleh CRO.
- i. Unit penunda (*delay*) EG&G ORTEC model 425A.
- j. *Time to Amplitude Converter* (TAC) model 576 buatan EG&G ORTEC.
- k. Penguat spektroskopi (*Spectroscopy Amplifier*) model 572 buatan EG&G ORTEC, untuk memperkuat keluaran HpGe pada pengukuran tanpa penekanan Compton.
- l. *Gate & delay Generator* model 416, untuk membangkitkan *delay*.
- m. MCA (*Accuspec*) & PC adalah alat yang dipakai untuk menampilkan spektrum tenaga yang dihasilkan pada pencacahan.

Cara kerja sistem Anti Compton ORTEC dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pulsa keluaran dari masing-masing detektor akan mengalami penguatan oleh *fast filter amplifier* (579).

2. Pulsa yang telah diperkuat selanjutnya masuk ke unit *timing*, dalam hal ini unit *timing* yang dipergunakan adalah *True Constant Fraction* untuk pulsa dari detektor NaI(Tl) dan *Amplitude and Rise time Compensated* untuk pulsa dari detektor HpGe. Masing-masing unit *timing* akan menghasilkan pulsa *logic*.
3. Pulsa *logic* dari detektor HpGe dikoinvidenkan dengan pulsa *logic* detektor NaI(Tl) oleh TAC (576) sehingga dikeluarkan spektrum standard koinviden.
4. Keluaran koinviden TAC selanjutnya akan mengalami proses anti koinviden dengan pulsa keluaran langsung dari HpGe yang telah diperkuat oleh penguat spektroskopi (572).
5. Pulsa-pulsa tersebut selanjutnya akan menjadi informasi bagi ADC 2 dan selanjutnya MCA akan menampilkan spektrum tenaga yang dihasilkan.
6. Keluaran dari sistem normal dapat dilihat langsung pada ADC 1.

Sedangkan susunan peralatan NC-26 R adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2. Sistem Anti Compton NC-26R

Sistem Anti Compton NC-26R lebih sederhana dibandingkan dengan sistem Anti Compton ORTEC. Dalam sistem Anti Compton NC-26R tersebut unit-unit elektronik seperti *fast filter amplifier*, unit *timing* dan TAC telah

terintegrasi menjadi satu modul. Cara kerja dari sistem ini sama dengan cara kerja sistem ORTEC, perbedaan yang ada terletak pada penggunaan metode *Amplitude and Rise Time Compensated* dalam metode *time pick off* pada detektor NaI(Tl).

3.4. Tata Cara Penelitian

A. Modul ORTEC

Persiapan percobaan dilakukan dengan mengamati pulsa keluaran setiap peralatan elektronik (*fast filter amplifier*, *constant fraction discriminator* dan TAC) menggunakan *pulser* untuk memprediksi bentuk keluaran yang akan dihasilkan oleh detektor sesungguhnya. Selain itu dilakukan pengisian nitrogen cair yaitu pendingin detektor HpGe ke dalam dewar.

Setelah persiapan peralatan usai dan peralatan telah dirangkai langkah selanjutnya adalah menguji respon kelima PMT pada NaI(Tl) dengan melakukan pencacahan dengan Co^{60} standard selama 15 menit. Setelah kondisi NaI(Tl) dipandang layak dan sistem Anti Compton ORTEC telah dirangkai maka dilakukan pengaturan terhadap *fast filter amplifier*, *constant fraction discriminator* dan TAC dan pencacahan dengan Cs^{137} selama 5 menit. Pencacahan tersebut dilakukan setelah diperoleh gambar yang diharapkan pada CRO sehingga diperoleh penekanan dataran Compton yang maksimal pada MCA. Efek penekanan diamati dengan menghitung *peak to compton ratio* daerah *backscatter* pada 180-190 keV, daerah *valley* pada 358-382 keV dan daerah *edge* pada 459-472 keV. *Setting* pengaturan waktu terbaik selama percobaan yang ditunjukkan

pada penekanan dataran Compton yang maksimal diabadikan dengan kamera untuk bahan perbandingan dengan pengaturan waktu yang dihasilkan oleh modul NC-26R.

B. Modul NC-26R

Urutan kerja yang dilakukan pada sistem **Anti Compton** NC-26R pada dasarnya sama dengan persiapan yang dilakukan pada sistem Compton ORTEC. Dengan menggunakan peralatan yang sudah dirangkai maka pengaturan terhadap modul NC-26R dapat langsung dilakukan dengan mengatur keluaran pada *fast filter amplifier*, *constant fraction discriminator* dan TAC. Pencacahan dilakukan dengan Cs^{137} standard selama 5 menit dan efek penekanan dataran Compton terbaik yang dihasilkan diamati pada daerah yang sama seperti pada sistem ORTEC yaitu daerah *backscatter* 180 –190 keV, daerah *valley* 358 –382 keV dan daerah *edge* 459 – 472 keV. *Setting* terbaik pada *fast filter amplifier*, *constant fraction discriminator* dan TAC yang ditunjukkan oleh penekanan maksimum yang diperoleh selama percobaan diabadikan dengan kamera.

Besarnya penekanan Compton NC-26R dibandingkan dengan penekanan Compton oleh modul ORTEC. Sistem yang memiliki faktor supresi yang lebih besar pada daerah *edge*, *backscatter* dan *valley* menunjukkan bahwa sistem tersebut memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menekan dataran Compton.