BAB III

TATA KERJA

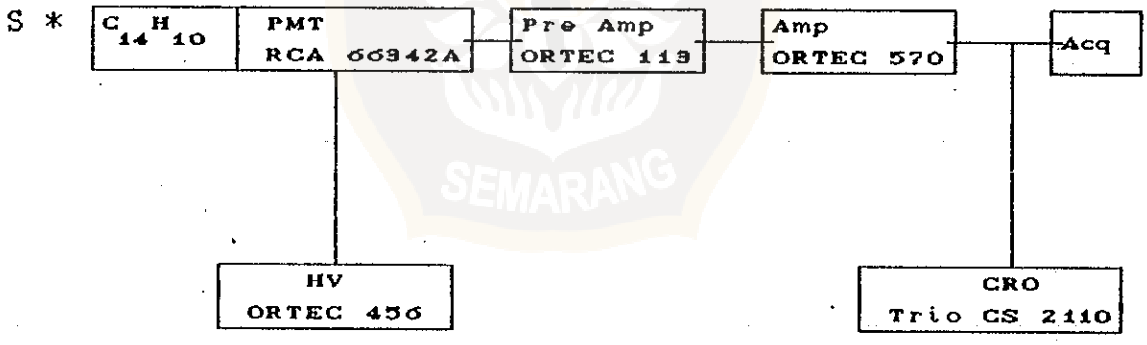
III.1 Peralatan dan Bahan

Penelitian ini dilaksanakan di PPNY BATAN Yogyakarta, baik sumber radioaktif maupun peralatannya semua tersedia di PPNY. Peralatan yang digunakan terdiri dari peralatan utama, yaitu:

a. Bahan pembuat sintilator yaitu Antrasen ($C_{14}H_{10}$).

b. Modil-modul buatan ORTEC Amerika Serikat.

Untuk lebih jelasnya, blok diagram dari rangkaian peralatan dan spesifikasinya seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 : Blok diagram peralatan uji detektor

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

III.1.1 Photo Multiplier Tube (PMT)

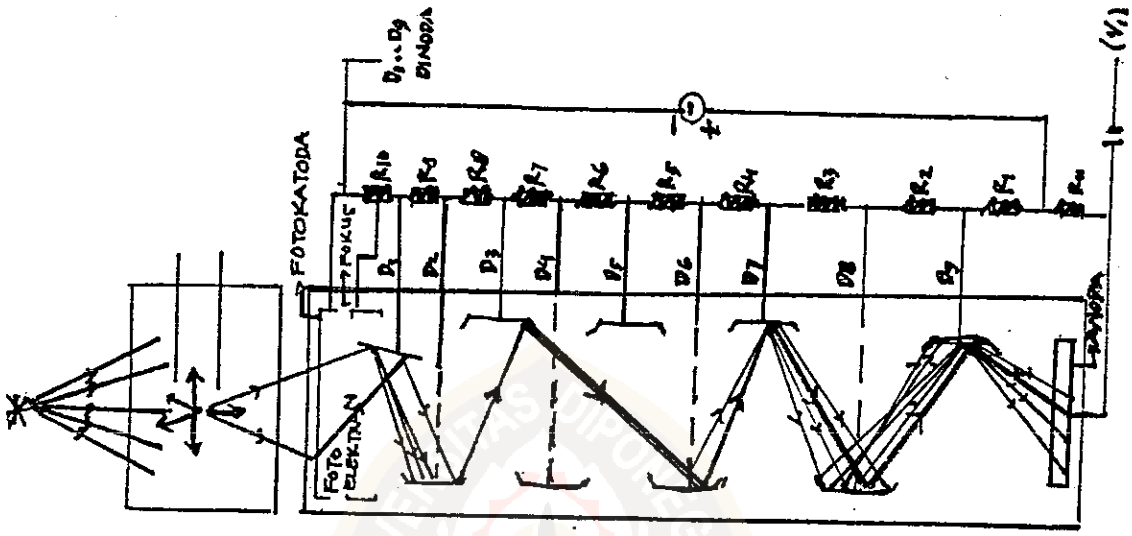
PMT berfungsi sebagai pengubah cahaya foton menjadi pulsa-pulsa listrik. Ini terjadi akibat adanya tumbukan foton cahaya dari sintilator dengan foto katoda pada PMT, sehingga menghasilkan fotoelektron. Elektron sekunder yang dihasilkan akan dilipatgandakan oleh dinoda-dinoda yang terdapat pada PMT sampai ditangkap anoda.

Pada PMT dipasang beberapa dinoda. Setiap dinoda diberi tegangan yang berbeda satu dengan yang lain, semakin jauh dari photokatoda tegangannya semakin besar, akibatnya fotoelektron dari setiap dinoda selalu dipercepat ke dinoda berikutnya. Banyaknya elektron sekunder tersebut akan digandakan dari satu dinoda ke dinoda yang lain. Jika pada PMT mengandung n dinoda dan setiap dinoda menimbulkan penggandaan M kali, maka banyaknya elektron akan menjadi M^n kali.

Akhirnya total elktron dengan total muatan Q terkumpul di dinoda dan cukup mampu untuk menimbulkan pulsa listrik yang berorde mV. Tinggi pulsa listrik yang ditimbulkan ini sebanding dengan elektron yang digandakan, dimana elektron yang timbul sebanding dengan banyaknya foton pendaran dan juga sebanding dengan energi zarah radiasi yang

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

datang. Agar tinggi pulsa sebanding dengan energi radiasi, maka penguatannya harus linier. Skema PMT tampak pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.2 : Tabung pengganda elektron (PMT)

PMT yang digunakan dalam percobaan ini mempunyai karakteristik sebagai berikut:

* PMT buatan RCA seri 6342 A/Vi
* Diamater : 51 mm (2 inch)
* Jangkau Spektrum : 300 - 660 nm
* Jumlah dinoda : 10
* Sensitivitas Katoda : 70 μA/lumen
* Ukuran maksimum :

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

* Tegangan dari katoda ke anoda : 1500 V
* Arus rata-rata anoda : 200 μA

III.1.2 Sumber Tegangan (HV)

Sumber tegangan tinggi (HV) digunakan untuk memberikan tegangan tinggi yang diperlukan untuk pengoperasian detektor. Tegangan tinggi ini diperlukan untuk mempercepat laju elektron yang dihasilkan dinoda sehingga elektron tersebut dapat menumbuk dinoda berikutnya. Proses tersebut akan menghasilkan elektron sekunder yang semakin berlipat. Dalam percobaan ini digunakan HV ORTEC 456.

III.1.3 Penguat Awal (Pre Amplifier)

Penguat awal berfungsi untuk menyesuaikan impedansi antara penguat dengan detektor. Pulsa yang dihasilkan oleh detektor masih sangat lemah yaitu dalam orde mV.

Ada dua tipe dasar preamplifier, yaitu:

III.1.3.1 Pre Amplifier peka muatan

Pre amplifier peka muatan sering digunakan untuk kopling

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

antara detektor semikonduktor dengan amplifiernya, dimana kepekaannya (gain) adalah perbandingan antara tegangan keluaran pre amplifier (V) dengan energi partikel (E).

III.1.3.3 Pre Amplifier peka arus

Pre amplifier peka arus digunakan untuk mengkonversikan pulsa arus yang diproduksi PMT ke dalam bentuk pulsa tegangan. Kepekaannya adalah perbandingan antara tegangan dengan arus.

Pada umumnya detektor radiasi nuklir adalah sumber muatan, karena itu yang paling cocok untuk digunakan adalah penguat yang mempunyai sifat dapat mengintegrasikan muatan sehingga menimbulkan pulsa dalam detektor.

Penguat awal yang digunakan dalam percobaan ini adalah pre amp ORTEC 113.

III.1.4 Penguat Utama (Amplifier)

Penguat utama digunakan untuk memperbesar sinyal yang berasal dari penguat awal. Penguat utama selalu dilengkapi dengan pengatur penguatan kasar dan halus serta dilengkapi pula dengan pemilih polaritas sinyal. Hal ini digunakan agar sinyal dapat disesuaikan dengan alat berikutnya.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Penguat yang dipakai adalah jenis penguat peka tegangan yang disebut juga sebagai penguat linier. Dalam hal ini pulsa diperkuat sampai mencapai amplitudo yang dapat dianalisa dengan alat penganalisa tinggi pulsa.

Dalam percobaan ini digunakan amplifier ORTEC 570.

III.1.5 Penganalisa Pulsa dengan Acquspec

Acquspec merupakan MCA generasi ketiga yang dikemas dalam suatu board yang dapat dipasang dalam komputer. Seluruh pengoperasian dan setting MCA menggunakan key board komputer. Keuntungan yang didapat dengan menggunakan komputer ini selain faktor ekonomis, juga dalam bidang penanganan data hasil pengukuran dan dapat disimpan dalam disket maupun hard disk dan dapat diolah dengan komputer lain. Prinsip kerja acquspec sama dengan prinsip kerja MCA.

Pada Acquspec, seluruh pulsa yang terjadi dapat dianalisa. Bagian yang terpenting dari Acquspec adalah sistem ADC (Analog to Digital Converter) yang berfungsi sebagai pengubah amplitudo pulsa ke dalam nomor kanal. Jumlah pulsa yang terjadi direkam tempat terjadinya dan diidentifikasikan sebagai jumlah cacah pada kanal.

Pada prinsipnya MCA atau acquspec adalah merupakan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

SCA (Single Channel Analyzer) yang dipasang secara paralel dengan masing-masing lebar window yang sama. Untuk mewujudkan SCA yang paralel tersebut digunakan ADC.

Seandainya V_i adalah amplitudo masukan, dimana V_i tersebut adalah sinyal analog yang mempunyai batas bawah V_{min} dan batas atas V_{max} yang merupakan jangkau dari ADC tersebut. Konversi tegangan masukan sebesar $V_{max} - V_{min}$ dibagi dalam N bagian yang sama yang disebut kanal, yang akan memisahkan amplitudo masukan yang sesuai. Dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$e = \frac{Vmax - V\ min}{N} \qquad N = 2^K \qquad (3.1.1)$$

dengan:

e = lebar saluran

N = kapasitas MCA

K = jumlah bit ADC.

Misal ADC 10 bit, maka K = 10 dan jumlah saluran/kanal adalah 2^{10} = 1024. Seandainya jangkauan masukan ADC = 10 Volt, maka lebar setiap kanal adalah:

$$e = \frac{10\ Volt}{1024} = 10\ mV$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Dengan demikian spesifikasi MCA yang dipakai adalah:

Rentangan tegangan masukan : 10 Volt

Jumlah kanal : 1024 (1K)

Lebar setaip kanal : 10 mV

Dari spesifikasi ini dapat dilihat bahwa MCA tersebut mampu memisahkan pulsa masukan setinggi 10 mV. Sebagai gambaran pulsa dari tegangan sebesar 0 - 10 mV akan masuk kanal nomor 1, sedangkan tegangan 11 - 12 mV akan masuk kanal nomomr 2. Misalnya pulsa masukan sebesar 8 mV akan masuk kanal nomor 1, pulsa masukan sebesar 10,1 mV akan masuk kanal nomor 2 dan seterusnya.

III.1.6 Sumber Radioaktif

Sumber radioaktif yang digunakan dalam penelitian ini ada dua macam, yaitu:

III.1.6.1 Sumber Sr^{90}

Aktivitas sumber : 100 μCi pada tanggal 1-6-1981

Tenaga sinar β : 0,564 MeV

III.1.6.2 Sumber Cs^{137}

Aktivitas sumber : 10 μCi pada tanggal 18-6-1981

Tenaga sinar β : 0,662 MeV

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Prinsip kerja sistem pada gambar 3.1 dapat dijelaskan secara garis besar sebagai berikut:

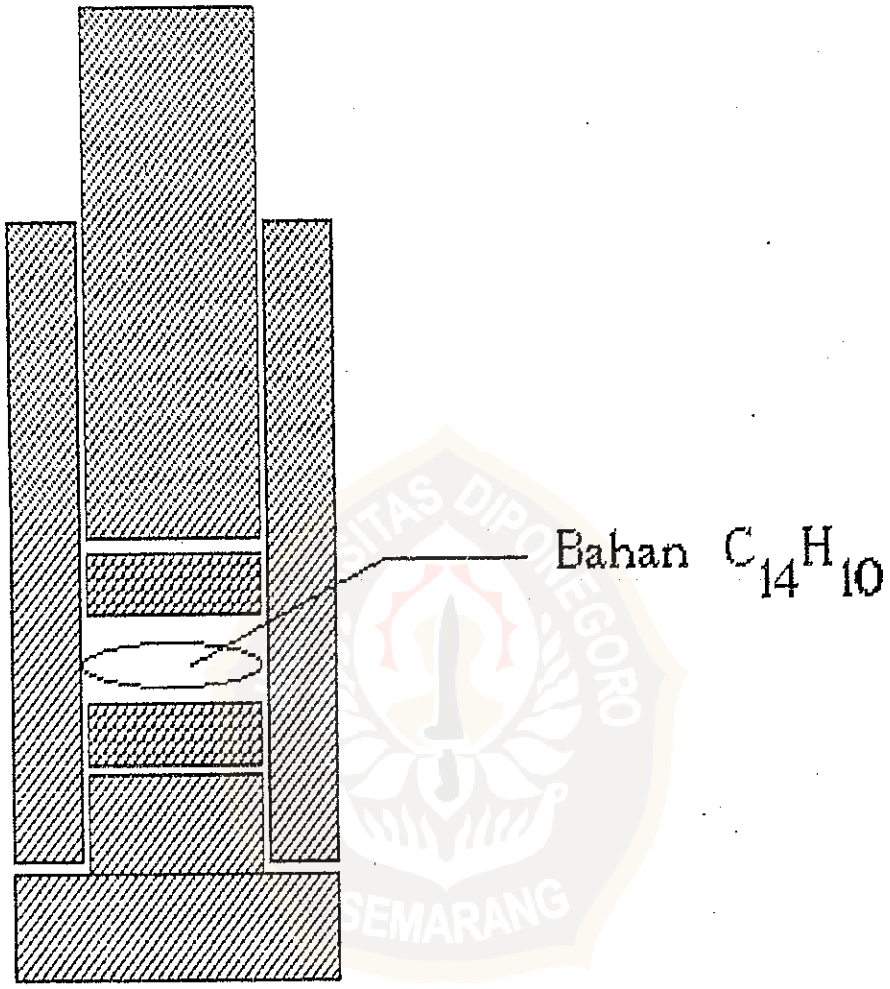
1. Dengan adanya interaksi radiasi dengan bahan atau medium aktif detektor akan menimbulkan gejala listrik yang keluarannya berupa pulsa atau sinyal-sinyal listrik.
2. Sinyal atau pulsa tersebut agar dapat diukur perlu dilakukan pengolahan, penyesuaian, penguatan dan pembentukan pada bagian pemroses sinyal (pada penguat awal dan penguat utama).
3. Keluaran sinyal dari penguat dianalisa pada unit MCA. MCA dapat dihubungkan dengan perangkat keras komputer dan untuk penganalisaan dipergunakan perangkat lunak komputer.
4. Unit komputer ini dipergunakan untuk mengontrol, menganalisa, menampilkan dan merekam data hasil sistem pendeteksian nuklir.

III.2 Metode Pembuatan

Sintilator dibuat dari bahan organik Antrasen ($C_{14}H_{10}$) dengan jalan menekan serbuk Antrasen tersebut dengan kekuatan 150 kN/cm^2 dalam tempat yang terbuat dari

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Stailees Steel. Alat penekan serbuk Antrasen tersebut adalah seperti pada gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5: Gambar alat penekan serbuk Antrasen

Dari hasil penekanan tersebut didapatkan Antrasen padat dengan diameter 50 mm yaitu sesuai dengan diameter bagian dalam Stailees Steel.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Dari berbagai massa Antrasen didapatkan bermacam-macam ketebalan untuk mendapatkan tebal optimumnya, tebal optimium yaitu suatu tebal yang memberikan effisiensi terbesar.

Tebal Antrasen ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\rho = m / v \qquad (3.2.1)$$

dengan:

ρ = Rapat massa Antrasen yaitu: 1.25 gram/cm^3

m = Massa Antrasen (gram)

v = Volume padatan Antrasen yang terbentuk

Karena Antrasen tersebut berbentuk Silinder, maka volumenya adalah:

$$v = \pi r^2 t \qquad (3.2.2)$$

dengan:

r = Jari-jari dari padatan Antrasen :25mm

t = Tebal padatan yang terbentuk

Gabungan dari rumus (3.2.1) dan (3.2.2) didapatkan tebal antrasen yang diinginkan:

$$\rho = m / \pi r^2 t$$

$$t = m / \rho \pi r^2 \qquad (3.2.3)$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Karena ρ teori dan ρ dalam kenyataan ada selisih, maka tebal yang didapatkan tidak sesuai dengan perhitungan, dan oleh karena itu perhitungan tebal selanjutnya menggunakan tebal density (t_d) atau masa persatuan luas:

$$t_d = m / \pi r^2 \qquad (3.2.4)$$

III.3 Metode Pengujian

Langkah pertama adalah merangkai alat-alat seperti pada gambar 3.1 dengan kondisi sebagai berikut:

1. Tegangan yang dipakai adalah 1000 V
2. Coarse gain pada Amplifier : 200
3. Volt/div pada CRO : 1
4. Shaping time : 0,5 μs.

Langkah selanjutnya adalah menguji detektor tanpa menggunakan sumber radiasi β sehingga diperoleh cacah latar.

Sebagai sumber partikel β digunakan dua macam sumber radionuklida, yaitu: Sr^{90} dan Cs^{137}.

Sr^{90} dengan tenaga 0,564 MeV dan aktivitas awal pada tanggal 1-6-1981 adalah sebesar 100 μCi.Cs^{137} dengan tenaga 0,662 MeV dan Aktivitas awal pada tanggal 1-6-1981 adalah

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

sebesar 10 μCi (1 Ci = 3,7 .10^{10} dps)

Waktu pencacahan kedua sumber untuk masing-masing ketebalan sama yaitu selama 3 menit. Jarak sumber Cs^{137} dengan detektor adalah 1,115 mm dan jarak antara sumber Sr^{90} dengan detektor adalah 85 mm.

Hasil pengujian detektor sintilator untuk kedua sumber disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang ada dalam lampiran A dan B.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)