BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Alat Dan Bahan

Alat : Pencacah spektrometer gamma dan perlengkapannya, pengolah data program Maestro, serta peralatan penunjang yang meliputi peralatan gelas, hot plate, oven, muffle furnice, centrifuge, pompa vakum, vial.

Bahan : Sayur-sayuran (kol, buncis, kacang panjang, bayam, lombok).

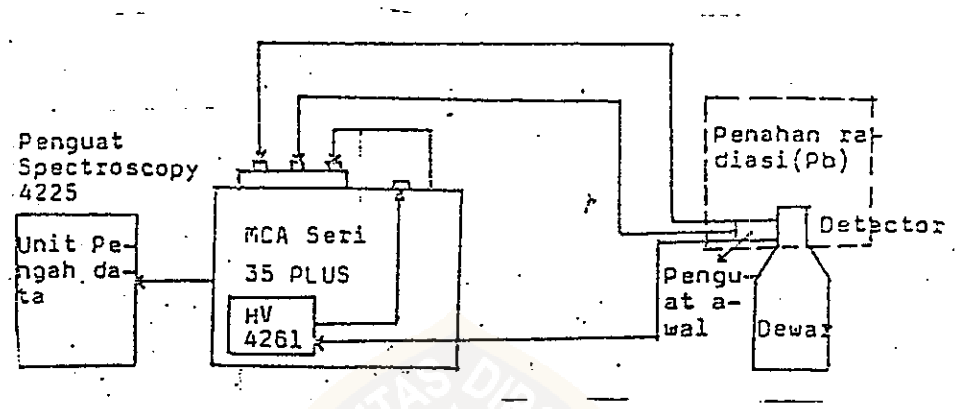
Bahan kimia meliputi $CsNO_3$, $Sr(NO_3)_2$, HNO_3 65%, HCl, AMP, NaOH, H_3PO_4, standart Cs-137, standart Th 232.

III.2. Diskripsi Peralatan Pencacah

Sistim perangkat spektrometer gamma buatan CANBERRA terdiri atas sumber tegangan tinggi model 4261, penguat awal model 2001 c, detektor semikonduktor Germanium dengan kemurnian tinggi (Hp-Ge), penganalisis salur ganda (MCA) model portable seri 35 PLUS, dan piranti-piranti lain seperti Analog to Digital Converter (ADC), Single Channel Analyzer (SCA) dan sebagainya, yang tergabung di dalam suatu sistim MCA. Perangkat spektrometer gamma tersebut dilengkapi dengan penahan radiasi yang melindungi detektor untuk mengurangi cacah latar belakang dan pengolah data yang terdiri atas printer integral data sistim Canberra model 5501-2 dan plotter Hawlett - Packard model 7470A.

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)

Detektor didinginkan dengan nitrogen cair, nitrogen cair tersebut tersimpan di dalam wadah yang tahan dingin atau dewar. Diagram perangkat gamma tersebut dapat diperlihatkan pada gambar 9. (Operation Manual, 1985).



Gambar 9. Diagram perangkat spektrometer gamma.

Spektrometer tersebut memiliki laju cacah latar belakang sangat rendah (≤ 0,0034 cps) dan efisiensi pencacahan 2,006% untuk Cs-137. Kemampuan alat ini sangat baik karena memiliki batas terendah deteksi sangat rendah (0,0054 Bq) untuk selang kepercayaan 68%.

III.3. Cara Kerja

III.3.1. Prinsip Kerja Spektrometer Gamma

Sebelum perangkat spektrometer gamma dioperasikan, peralatan disetting pada keadaan kerja optimum, dengan mengatur sumber tegangan tinggi, ADC, dan sebagainya, sesuai dengan petunjuk operasional yang digunakan. Selama

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)

peralatan tersebut beroperasi, detektor harus didinginkan, karena tegangan operasi yang digunakan tinggi.

Detektor pada spektrometer gamma dapat dianggap sebagai sebuah kapasitor. Apabila suatu contoh radioaktif pemancar gamma didekatkan pada detektor maka akan terjadi interaksi sinar gamma dengan detektor dan menimbulkan tiga proses utama, yaitu efek fotolistrik, hamburan Compton, dan pembentukan pasangan (hanya untuk tenaga sinar gamma < 1022 keV).

Melalui ketiga proses tersebut, sinar gamma akan menyerahkan sebagian atau seluruh tenaganya pada detektor dan sebagai hasilnya dilepaskan elektron-elektron bebas. Akibat dari adanya tegangan tinggi yang diberikan, elektron-elektron tersebut akan bergerak menuju katoda dan di situ menyebabkan terjadinya penurunan tegangan. Penurunan tegangan tersebut dapat diamati secara elektronik sebagai signal pulsa. Tinggi pulsa yang dihasilkan akan sebanding dengan sinar gamma yang menyebabkannya.

Pulsa yang dihasilkan oleh detektor akan diperkuat dan dibentuk di dalam penguat awal model 2001 C dan penguat, kemudian dikirim menuju penganalisa saluran ganda (MCA seri 35 Plus) Di dalam MCA tersebut, pulsa-pulsa dipilah-pilah menurut tingginya. MCA tersebut mempunyai banyak memori yang dinyatakan dalam cacah saluran yang dimilikinya. Pulsa dengan tinggi tertentu akan dicatat

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)

cacahnya dalam saluran yang diberi nomor tertentu. Tinggi pulsa yang dihasilkan detektor akan sebanding dengan tenaga sinar gamma yang terdeteksi.

Data numerik hasil pencacahan tersebut setiap saat diakumulasi dalam saluran, sampai waktu pencacahan selesai. Sebagai hasilnya secara analog dapat dilihat spektrum gammanya pada layar MCA. Hasil spektrum gamma juga dapat dibuat plot, antara cacah versus nomor salur (tenaga) melalui plotter. Data numerik dapat pula dikeluarkan melalui printer berupa angka-angka yang menunjukkan cacah salur. Sistem pembentukan semacam ini disebut analisis tinggi pulsa.

III.3.2. Pembuatan Sampel

Masing-masing sayuran dikeringkan pada suhu 105° C selama 1 hingga 2 jam untuk menghilangkan kandungan airnya. Kemudian dibakar dan diabukan pada suhu 400° C hingga berwarna putih (agar dapat terbebas dari karbon yang dapat mengganggu selama analisis). Setelah didinginkan pada suhu kamar, abu digerus dan disaring pada porositas 0,125 mm untuk memperoleh butiran yang seragam.

III.3.3. Prosedur Analisis Th-232

Abu yang siap dianalisis dimasukkan ke dalam vial sedemikian rupa hingga volumenya sama dengan volume standar. Kemudian ditutup rapat dan disimpan sekitar 4

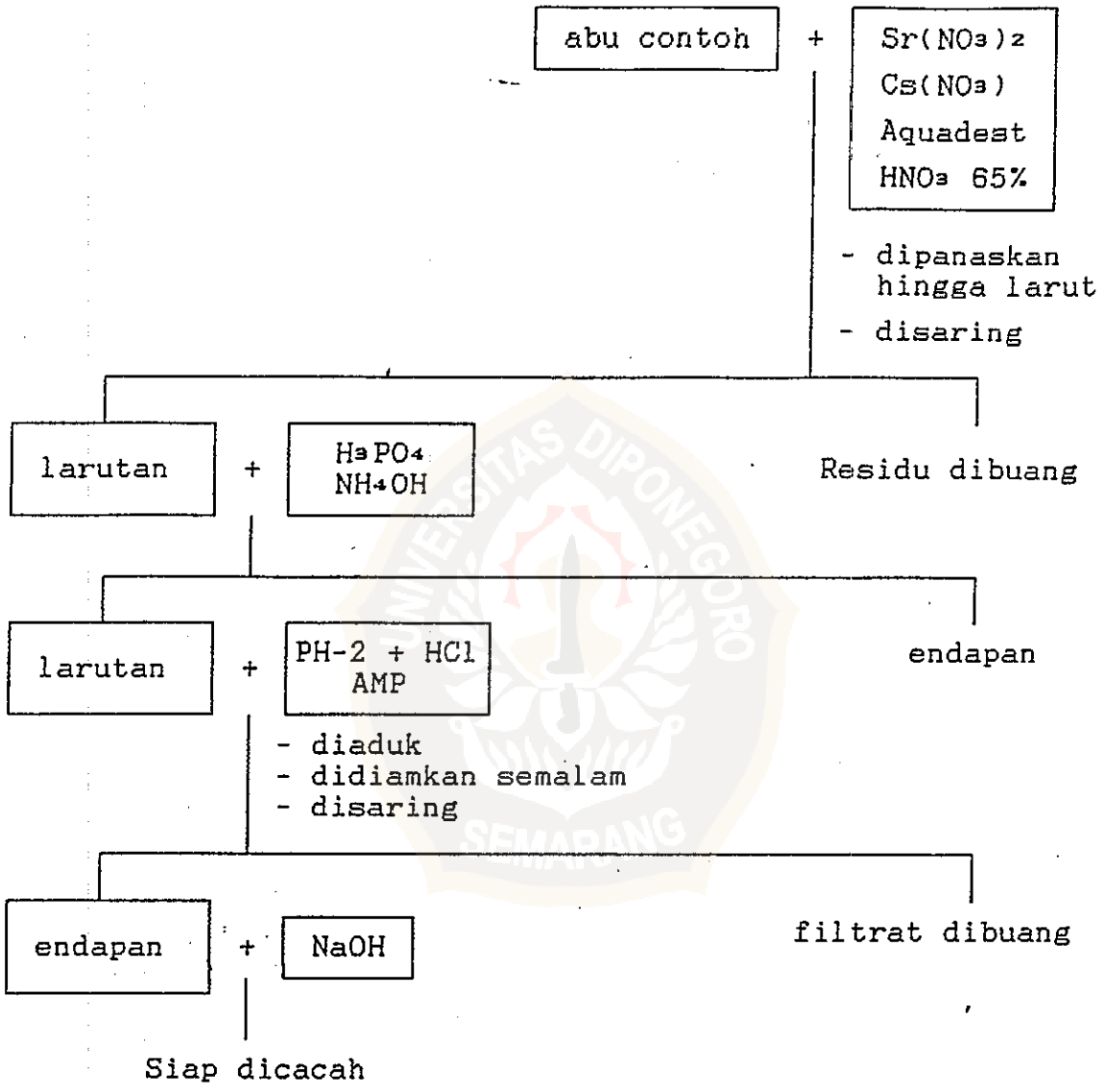
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep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

minggu agar hasil anak luruh Th-232 tumbuh dan mencapai keseimbangan radioaktif dengan induknya. Sekitar 4 minggu dianggap Th-232 meluruh semua menjadi Pb-212 pada deret Th-232. Penentuan kosentrasi Th-232 (waktu paro 1,39 × 10^{10} tahun dan energi 2614 keV) ditentukan dari anak luruhnya yang memancarkan radiasi γ, yaitu Pb-212 yang mempunyai waktu paro 10,64 jam dan energi 238 keV. Siap dicacah dengan spektrometer γ.

III.3.4. Prosedur Analisis Cs-137

Abu contoh ditimbang ± 50 gr, kemudian ditambahkan 50 ml larutan $Sr(NO_3)_2$, 100 ml HNO_3 65% dan 100 ml aquadest. Dipanaskan selama 20 menit hingga terjadi pelarutan sempurna. Setelah didinginkan kemudian disaring. Ekstrasinya diulang kembali dengan menambahkan HNO_3 65%. Larutan yang didapat ditambahkan dengan 1 ml H_3PO_4 pekat dan dinetralkan dengan NH_4OH pekat sampai berbau amonia dan terjadi pengendapan sempurna. Kemudian disentrifuge untuk memisahkan larutan dan endapannya. Larutan yang diperoleh dijadikan PH_2 dengan menambahkan HCl 1N. Ditambahkan AMP dan diaduk ± 1 jam. Setelah itu didiamkan selama 1 malam. Endapannya dicuci dengan HNO_3 1%, kemudian dilarutkan dengan 10 ml NaOH 6N dan dimasukkan dalam vial. Volume larutan dijadikan 150 ml agar sama dengan volume standar dengan menambahkan aquadest. Siap dicacah dengan spektrometer gamma. (IAEA, 1988) (PSPKR - BATAN, 1988).

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)



Gambar 10. Prosedur analisis Cs-137

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.4. Metode Pengukuran

III.4.1. Kalibrasi Tenaga

Spektrometri gamma adalah suatu metoda pengukuran pemancar gamma yang bersifat relatif, sehingga sebelum suatu perangkat spektrometri gamma dipakai untuk pengukuran suatu contoh yang belum diketahui jenis radionuklida yang terkandung di dalam contoh, peralatan ini perlu dikalibrasi dulu dengan sumber standar pemancar gamma yang sudah diketahui tenaga dan aktivitasnya.

Kalibrasi tenaga diperlukan untuk tujuan analisa kualitatif spektrometri gamma. Ini dilakukan dengan jalan mencacah beberapa sumber standar radioaktif dari yang bertenaga rendah sampai tenaga tinggi atau dapat juga dipakai sumber standar multi gamma Eu-152., karena mempunyai tenaga dari 121,78 keV - 1408,03 keV. Spektrum gamma yang diperoleh menggambarkan hubungan antara nomor saluran dan tenaga.

Apabila dibuat plot antara tenaga sinar gamma dan nomor saluran puncak serapan total masing-masing, maka akan diperoleh suatu garis lurus yang disebut kurva kalibrasi tenaga.

Secara matematis, kurva kalibrasi tenaga tersebut dapat dinyatakan secara linier sebagai berikut :

$$Y = aX + b \quad \text{.....(III.17)}$$

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)

Jika absis X menyatakan nomor saluran dan ordinat Y menyatakan tenaga, maka pada setiap pengukuran puncak serapan total gamma sumber standar akan diperoleh pasangan harga, yaitu (X_i, Y_i) dapat dilihat pada gambar 11. Untuk pengukuran puncak gamma maka dapat ditentukan harga slope a dan titik potong b secara regresi linier yang dinyatakan sebagai berikut :

$$a = \frac{\Sigma X_i Y_i - \Sigma \frac{(X_i)(Y_i)}{n}}{\Sigma X_i^2 - \Sigma (X_i)^2/n} \quad \text{.....(III.18)}$$

dan

$$b = \Sigma Y_i/n - a \Sigma X_i/n \quad \text{.....(III.19)}$$

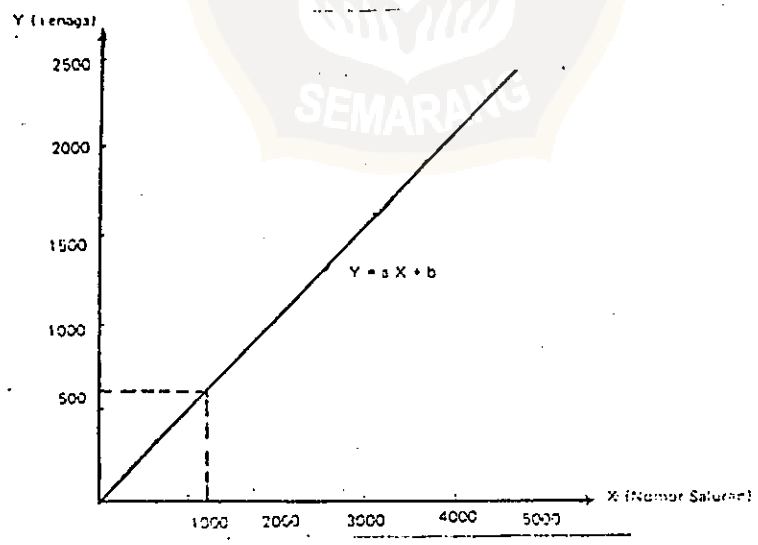
Hubungan linier antara pengubah acak X dan Y dinyatakan dengan koefisien korelasi yang dinyatakan dalam persamaan

$$r = \frac{\Sigma X_i Y_i - \frac{(\Sigma X_i)(\Sigma Y_i)}{n}}{\sqrt{[X_i^2 - (X_i^2)/n][Y_i - (Y_i^2)/n]}} \quad \text{..(III.20)}$$

Harga r terletak diantara -1 dan 0, atau diantara 0 dan +1. Jika harga r diperoleh mendekati atau sama dengan -1 atau +1, maka persamaan regresi merupakan garis lurus.

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)

Dalam percobaan ini, diberikan contoh kalibrasi tenaga dengan menggunakan sumber Eu-152 dalam bentuk padat (point source). Sumber standar Eu-152 diletakkan 30 cm di atas detektor HP-Ge, kemudian dilakukan pencacahan selama 1.800 sekon. Pada layar MCA tampak beberapa puncak spektrum gamma dari tenaga rendah sampai tinggi, seperti diperlihatkan pada tabel (III-1). Dengan menggunakan persamaan (III.18, III.19, dan III.20) diperoleh persamaam garis lurus Y = 1,00 X + 2,23 dengan koefisien korelasi = 0,99 (harga r mendekati 1), berarti penyetelan (setting) perangkat spektrometer gamma sudah baik dan siap dipakai untuk keperluan analisis kualitatif atau untuk identifikasi radionuklida yang belum diketahui jenis radionuklida yang terkandung di dalam contoh. (Sutarman, Achmad Chaerudin, 1987).



Gambar 11. Kurva garis regresi linier tenaga versus nomor salur.

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)

Tabel (III-1). Data kalibrasi tenaga menggunakan sumber standar multi gamma Eu-152 dari Bureau National de Metrologi LMRI.

No.Urut	No.Salur (Xi)	Tenaga (keV) (Yi)	Keterangan
1.	120	121,78	
2.	243	244,69	
3.	343	344,28	
4.	367	367,76	Setting alat menggunakan ketentuan 1 salur = 1 keV
5.	410	411,76	
6.	443	443,98	
7.	779	778,90	
8.	868	867,38	
9.	965	964,05	
10.	1087	1089,72	
11.	1113	1112,08	
12.	1300	1299,13	
13.	1411	1408,03	

Kalibrasi tenaga dapat pula dilakukan secara langsung, yaitu memakai operasi tombol cursor pada MCA, sebagai berikut : Diperlukan 3 buah sumber standar radioaktif, misalnya Ca-57 bertenaga 122,06 keV (sebagai tenaga terendah dan 136,42 keV ; Cs-137 bertenaga 661,66 keV ; Co-60 bertenaga 1173,23 keV dan 1332,48 keV (sebagai tenaga tertinggi). Ketiga sumber tersebut dicacah secara serentak dengan waktu cacah 10 menit. Setelah pencacahan

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)

akan tampak spektrum gamma pada layar MCA dengan puncak gamma dari tenaga terendah sampai tenaga tertinggi. Cursor diletakkan pada saluran puncak gamma bertenaga terendah kemudian tekan tombol E_1 (untuk menyatakan tenaga terendah) dan masukkan tenaga 122,06 keV. Kemudian kursor dilektakkan pada saluran tenaga tertinggi, ditekan tombol E_n (untuk tenaga tertinggi) dan dimasukkan tenaga 1332,48 keV. Untuk memperoleh hasil kalibrasi yang baik diperlukan kalibrasi berulang-ulang dengan menggunakan standar-standar yang lain. Bila sudah didapatkan hasil yang mantap, barulah pengukuran contoh dilakukan.

Puncak-puncak dalam spektrum contoh dicatat nomor salurnya, misalnya X. Dengan menggunakan persamaan garis kalibrasi $Y = aX + b$, maka dapat diperoleh harga tenaga puncak gamma yaitu Y yang bersesuaian.
Kemudian tenaga sinar gamma contoh dicocokkan dengan tabel isotop.

III.4.2. Kalibrasi Efisiensi

Kalibrasi efisiensi diperlukan untuk analisis kuantitatif spektrometri gamma. Ini dilakukan dengan mencacah sumber radioaktif campuran yang bertenaga rendah sampai tinggi (100 - 1500 keV) yang sudah diketahui aktivitasnya.

Jika puncak serapan total yang dipakai untuk menentukan efisiensi pencacahan sebesar E (%) dan

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)

pelimpahannya p (%) maka diperoleh persamaan :

$$E\ (\%) = \frac{Cn}{Ast\ .\ P\gamma}\ .\ 100\%$$

dimana Cn laju cacah bersih (cps) dan Ast adalah aktivitas sumber standar (Bq).

Sebelum sumber radioaktif standar dipakai untuk menghitung efisiensi, terlebih dahulu dihitung aktivitas pada saat dilakukan kalibrasi dengan menggunakan rumus :

$$A = A_o\ .\ e^{-\lambda t}$$

Setelah harga Ast . Pγ diketahui maka hanya diperlukan harga cps yang diperoleh dari pengukuran contoh. Dalam hal ini yang diukur adalah luas puncak, yaitu jumlah cacah dalam semua saluran yang tercakup di bawah puncak tersebut.

$$cps = \frac{\text{Luas puncak}}{\text{waktu pencacahan (sekon)}}$$

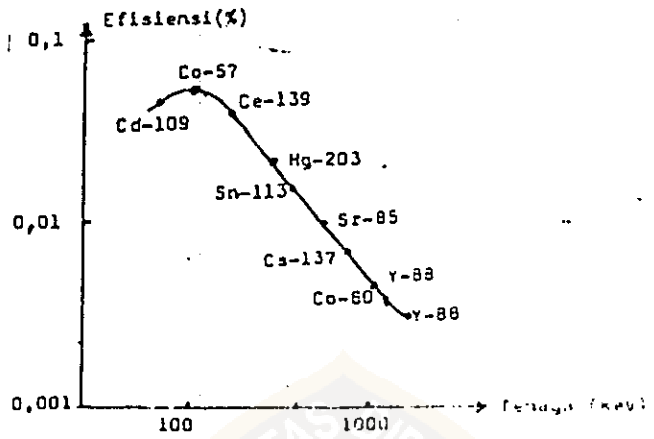
ROI (Region of Interest) dapat digunakan juga untuk menandai secara langsung daerah yang dikehendaki dalam penentuan luas puncak.

Dari harga cps dan dps dapat dihitung efisiensi pencacahan E.

Kemudian hasil-hasil yang diperoleh dapat diplot harga

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)

efisiensi (%) sebagai fungsi tenaga (keV), dapat dilihat pada gambar 12 di bawah.



Gambar 12. Kalibrasi efisiensi sebagai fungsi dari tenaga.

Pada umumnya harga efisiensi akan turun dengan naiknya tenaga kecuali untuk tenaga 100 keV. Juga dapat diamati, ternyata untuk tenaga 300 keV ke atas kurva kalibrasi efisiensi berbentuk linier.

Setelah diperoleh kurva efisiensi sebagai fungsi dari tenaga, selanjutnya dapat dilakukan analisa kuantitatif secara langsung, yaitu dengan menggunakan kurva efisiensi tersebut. Perhitungan aktivitas dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Aktivitas} = \frac{\text{Laju cacah contoh (cps)}}{\text{Efisiensi pencacahan (\%)}} \quad ..(III.21)$$

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)

Efisiensi pencacahan diperoleh dari kurva kalibrasi efisiensi. (Wisnu Susetyo, 1983).

III.4.3. Perhitungan Aktivitas Th-232

Perhitungan aktivitas suatu contoh yang mengandung zat radioaktif dapat ditentukan dengan cara relatif atau cara kalibrasi efisiensi. Penentuan aktivitas contoh cara relatif dengan membandingkan laju cacah contoh dengan laju cacah standar sumber radioaktif. Sedang penentuan aktivitas menggunakan kalibrasi efisiensi dengan membandingkan laju cacah contoh dengan efisiensi pencacahannya.

Untuk perhitungan aktivitas Th-232 dilakukan dengan cara relatif sebagai berikut :

$$A_{Th-232} = \frac{Cn}{Cst \cdot W} \times Ast \quad .....(III-22)$$

Untuk menentukan simpangan baku dari aktivitas dilakukan dengan distribusi Poisson. Karena setiap atom radioaktif meluruh mempunyai kebolehjadian tertentu, yaitu random proses. Kesalahan pengukuran radioaktivitas suatu contoh dinyatakan dalam bentuk simpangan baku sebagai berikut :

$$S_{Th-232} = 1,65 \cdot Sd \quad .....(III.23)$$

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)

Dalam hal ini $$Sd = \left[\frac{Ct + Cb}{T} \right]^{1/2}$$

$$A_{Th-232} = \frac{Cn \pm \left(\frac{Ct + Cb}{T} \right)^{1/2} . K}{Cst . W} \times Ast \quad ...(III.24)$$

K = 1,65 menyatakan konstanta tingkat kepercayaan (untuk tingkat kepercayaan 68%), A_{Th-232} menyatakan aktivitas Th-232 (Bq/kg), Cn menyatakan laju cacah contoh, yaitu laju cacah total dikurangi laju cacah latar belakang (cps), Cst menyatakan laju cacah sumber standar (cps), W menyatakan berat contoh yang diukur (kg), Ast menyatakan aktivitas standar (Bq), Ct menyatakan laju cacah total (cps), tt menyatakan waktu cacah total (sekon), Cb menyatakan laju latar belakang (cps), dan tb menyatakan waktu cacah latar belakang (sekon).

III.4.4. Perhitungan Aktivitas Cs-137

Untuk perhitungan aktivitas Cs-137 dilakukan juga seperti saat menentukan aktivitas Th-232 dengan cara relatif, sebagai :

$$A_{Cs-137} = \frac{Cn}{Cst . W . R} \times Ast \quad ...(III.25)$$

dimana Cn = Ct - Cb

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)

Simpangan baku aktivitas Cs-137 untuk tingkat kepercayaan 68% adalah :

$$S_{Cs-137} = 1,65 \cdot Sd \quad \text{.....(III.26)}$$

dimana ;

$$Sd = \left[\frac{Ct + Cb}{T} \right]^{1/2}$$

Selanjutnya untuk menghitung konsentrasi Cs-137 yang terkandung dalam contoh dengan K = 1,65 dan tingkat kepercayaan 68% dinyatakan sebagai :

$$A_{Cs-137} = \frac{Cn \pm 1,65 \left(\frac{Ct + Cb}{T} \right)}{Cst \cdot W \cdot R} \times Ast \quad \text{...(III.27)}$$

R menyatakan kedapatan ulang pada saat analisis (%). (Sutarman, 1989).

Pada penelitian ini percobaan contoh hanya dilakukan masing-masing 6 jam mengingat terbatasnya alat dan penunjangnya serta keterbatasan waktu. Meskipun begitu pencacahan yang hanya 6 jam itu sudah bisa mewakili hasil yang didapat, karena peak-peak yang diinginkan sudah muncul dan bisa dianalisa. Pencacahan yang semakin lama

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)

hanya berpengaruh pada MDC atau LLD-nya, walau tidak menutup kemungkinan hasil yang didapat ketelitiannya semakin baik (karena yang diukur mempunyai aktivitas sangat rendah).

III.4.5. Perhitungan FOM (Figure Of Merit) dan MDC (Minimum Detectable Concentration)

Figure Of Merit adalah salah satu besaran untuk memperlihatkan kemampuan alat ukur radioaktivitas. Secara matematis FOM dapat pula dituliskan sebagai berikut :

$$FOM = \frac{E^2}{C_b} \quad \text{.....(III-28)}$$

C_b adalah laju cacah latar belakang (cps) dan E adalah efisiensi pencacahan (%).

Sedang Low Limit Detection atau batas deteksi terendah adalah suatu besaran yang dipakai untuk menilai kemampuan dari suatu sistem pengukuran pada kondisi tertentu. Untuk menentukan aktivitas terendah yang dapat dideteksi dengan selang kepercayaan 68 % digunakan persamaan berikut :

$$LLD = \frac{2,33 \cdot Sd}{P\gamma \cdot E} \quad \text{.....(III-29)}$$

Dimana $Sd = (C_b / T_b)^{1/2}$ adalah standar deviasi (cps);

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)

$P\gamma$ menyatakan kelimpahan gamma.

Pada pengukuran radioaktivitas lingkungan biasanya digunakan besaran konsentrasi yaitu satuan Bq/kg atau Bq/l. Oleh karena itu persamaan (III-29) kadang-kadang diasosiasikan sebagai konsentrasi terendah yang dapat terdeteksi atau minimum detectable concentration (MDC) dan di nyatakan sebagai :

$$MDC = \frac{2,33 \cdot Sd}{P\gamma \cdot E \cdot W} \quad \text{.....(III-30)}$$

W menyatakan berat atau volume atau luas contoh.

Jika konsentrasi contoh dalam pengukuran lebih kecil atau sama dengan MDC maka dikatakan " tidak terdeteksi " atau biasa ditulis ≤ MDC. (Arifin S.K. dan Sutarman, 1982)

Pada pengukuran contoh lingkungan yang aktivitasnya sangat rendah dan dalam orde mBq diperlukan datas deteksi yang rendah. Untuk mendapatkan batas deteksi yang rendah dapat dilakukan dengan cacah yang panjang dan contoh yang dianalisis banyak.

Suatu alat cacah disebut baik jika alat cacah tersebut memiliki harga FOM setinggi mungkin. Agar tercapai keduanya maka harus dipenuhi efisiensi pencacahan yang tinggi, laju cacah latar belakang yang rendah dan waktu pencacahan yang lama.

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)