

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Radioaktivitas

Radioaktivitas adalah peristiwa disintegrasi inti atom secara spontan, dan unsur-unsur baru yang terbentuk mempunyai sifat-sifat yang berbeda dari unsur-unsur semula. Peluruhan radioaktif adalah proses ketika inti atom memancarkan partikel alpha, beta, sinar gamma atau partikel lainnya, atau ketika inti atom menangkap suatu elektron. (Krane, 1976)

2.1.1. Laju peluruhan dan Waktu paro

Laju reaksi peluruhan atau perubahan cacah inti atom induk per satuan waktu sebanding dengan cacah inti atom induk yang ada pada saat itu. Jika cacah atom induk pada saat t adalah N_t , maka dapat ditulis: (Arya, 1966)

$$\frac{dN_t}{dt} = -\lambda \cdot N_t \quad (II - 1)$$

dengan λ adalah tetapan peluruhan, tanda negatif digunakan mengingat N_t semakin berkurang terhadap waktu. Jika diintegrasikan persamaan (II - 1) menjadi :

$$N_t = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (II - 2)$$

Gejala radioaktivitas dapat dinyatakan secara kuantitatif, suatu peluruhan radioaktivitas sederhana dapat di lihat di bawah ini :



Dalam hal ini, X disebut induk dan Y adalah anak luruhnya.

Laju peluruhan suatu radionuklida biasanya dinyatakan secara karakteristik dengan suatu tetapan yang disebut *waktu paro* dan biasanya diberi lambang $t_{1/2}$ atau T. Waktu paro suatu radionuklida adalah waktu yang diperlukan agar cacah atom radionuklida tersebut menjadi setengah dari cacah semula:

$$N_t = \frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (\text{II - 3})$$

$$T = \frac{0,693}{\lambda} \quad (\text{II - 4})$$

2.1.2. Aktivitas

Aktivitas suatu radionuklida pada saat t adalah cacah disintegrasi persatuan waktu yang terjadi pada saat t tersebut. Aktivitas pada saat t biasanya dilambangkan dengan A_t , karena laju peluruhan radioaktif dN_t/dt , maka : (Susetyo, 1988)

$$A_t = \lambda N_t \quad (\text{II - 5})$$

$$A_t = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (\text{II - 6})$$

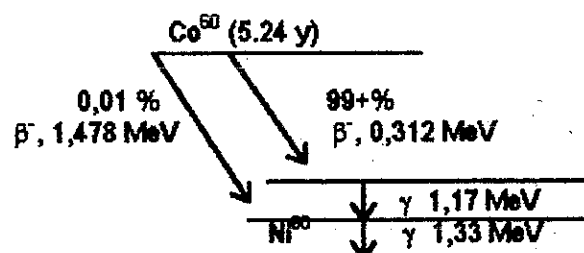
$$A_t = A_0 \cdot e^{-0,693 \cdot T} \quad (11 - 7)$$

Satuan dari aktivitas adalah becquerrel (Bq) atau curie (Ci), dengan $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$.

2.1.3. Peluruhan - γ

Pada proses peluruhan- γ inti yang teruja meluruh menuju keadaan dasar tanpa mengubah jenis inti. Inti yang teruja ini segera akan menuju ke keadaan dasar dengan jalan memancarkan radiasi elektromagnetik yang disebut sebagai sinar- γ yang juga biasa disebut foton- γ , yaitu sebagai paket-paket catu daya. Massa dan muatan suatu inti yang memancarkan sinar- γ tidak berubah atau tetap. (Krane, 1976)

Suatu radionuklida dalam peluruhannya dapat mengalami beberapa proses dan proses peluruhannya dapat dilihat dalam skema peluruhan. Dalam skema peluruhan, tingkat-tingkat tenaga inti digambarkan sebagai garis horisontal dan arah vertikal menunjukkan kenaikan tingkat tenaga. Inti induk dan anak luruhnya digambarkan dengan nomor atom yang naik dari kiri ke kanan. Kenaikan atau penurunan nomor atom dari berbagai proses peluruhan ditunjukkan dengan arah panah ke kiri atau ke kanan. (Ross, 1964).



Gambar 2.1. Contoh skema peluruhan ^{60}Co

2.2. Detektor Sinar- γ .

Gejala radioaktivitas tidak dapat langsung diamati dengan panca indera manusia. Spektrometer- γ adalah suatu peralatan elektronik untuk menganalisis spektrum- γ dari suatu cuplikan radioaktif yang sedang diukur. Hasil keluaran dari alat ini adalah distribusi tinggi pulsa spektrum energi yang terserap detektor, kemudian diolah pada perangkat elektronik sehingga menimbulkan pulsa-pulsa cacahan. Dari pulsa cacahan inilah dapat diketahui konsentrasi radioaktif yang terkandung dalam cuplikan.

Untuk dapat melakukan pengukuran radioaktivitas diperlukan detektor yang dapat berinteraksi secara cukup efisien dengan sinar radioaktif yang diselidiki. Detektor yang digunakan adalah detektor semikonduktor. Semikonduktor merupakan suatu substansi yang memiliki sifat penghantar listrik yang berada di tengah-tengah antara 'konduktor yang baik' dan 'isolator'. Bahan semikonduktor yang sering digunakan adalah silikon dan germanium. Unsur-unsur ini memiliki empat elektron valensi membentuk kristal-kristal yang terdiri dari kisi-kisi atom yang digabungkan satu sama lain oleh ikatan-ikatan kovalen.

Penyerapan energi oleh kristal tersebut menimbulkan kekacauan pada ikatan-ikatan itu yang kemudian menghasilkan suatu elektron bebas serta sebuah lowong (*hole*) dalam posisi yang semula ditempati oleh elektron valensi tersebut. Elektron bebas ini dapat dengan mudah bergerak di sekeliling

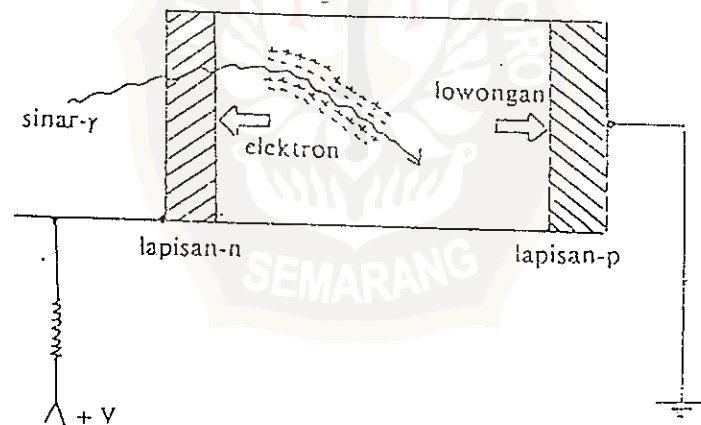
kristal, demikian pula dengan lowong (*hole*). Sebuah elektron yang berdekatan dengan lowong akan dapat mengisi lowong itu, sehingga meninggalkan suatu lowong baru lainnya. Dengan menghubungkan semikonduktor dalam sebuah rangkaian listrik tertutup akan menghasilkan suatu arus melalui semikonduktor setelah elektron-elektron tersebut mengalir ke arah ujung positif dan lowong-lowong tersebut bergerak ke arah ujung-ujung negatif.

Operasi sebuah detektor radiasi semikonduktor tergantung pada apakah detektor tersebut memiliki kelebihan elektron atau memiliki kelebihan lowong elektron. Semikonduktor memiliki kelebihan elektron disebut semikonduktor tipe-n. Sedangkan semikonduktor yang memiliki kelebihan lowong-lowong elektron disebut semikonduktor tipe-p.

Germanium dan silikon keduanya berada dalam Golongan IV dalam sistem periodik unsur. Jika atom-atom dari salah satu unsur dalam Golongan V, seperti misalnya fosfor atau arsenik yang masing-masing memiliki elektron valensi sebanyak lima, ditambahkan pada silikon atau germanium murni, maka empat dari lima elektron dalam masing-masing atom yang ditambahkan bersama-sama dengan atom-atom silikon dan germanium akan membentuk suatu ikatan kovalen. Dengan demikian, elektron kelima dari impuritas tersebut merupakan elektron lebih, dan bebas untuk bergerak di sekitar kristal tersebut dan untuk berperan serta dalam aliran arus listrik. Pada kondisi ini, kristal tersebut bertipe-p. Pada kristal germanium, tiap-tiap pasangan elektron dan

lowong (hole) yang dihasilkan kira-kira hanya memerlukan $E_y = 3 \text{ eV}$. Karena germanium memiliki energi gap yang relatif rendah, maka detektor ini harus didinginkan untuk mengurangi arus bocor termal yang akan menimbulkan derau. Untuk itu detektor harus didinginkan sampai suhu 77°K dalam suatu dewar yang berisi nitrogen cair.

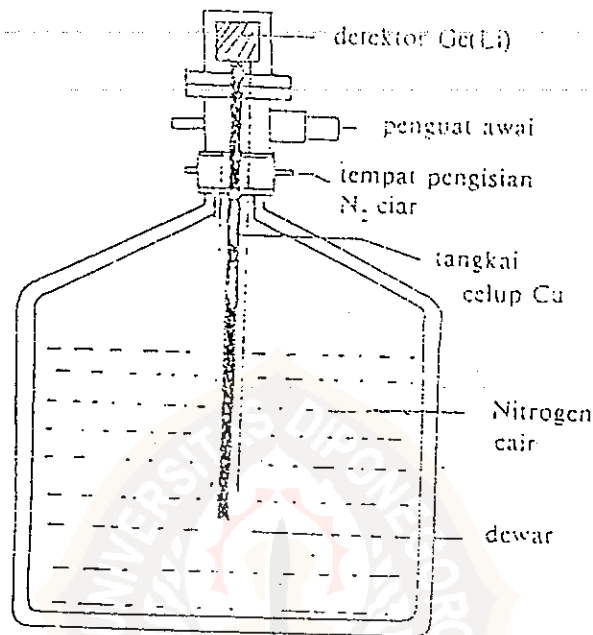
Detektor yang dipakai dalam penelitian ini adalah detektor Ge(Li). Apabila suatu sinar- γ mengenai detektor Ge(Li) maka dalam interaksi yang terjadi terbentuk pasangan elektron-lowong pada daerah intrinsik dalam detektor. Oleh karena pengaruh medan listrik yang dikenakan, elektron bergerak menuju lapisan-p.



Gambar 2.2. Skema detektor Ge(Li). (Susetyo, 1988)

Detektor Ge(Li) harus dioperasikan pada suhu yang sangat rendah agar tidak menimbulkan derau dan merusakkan daya pisah detektor. Nitrogen cair yang memiliki suhu 77°K adalah medium pendingin yang biasa dipakai untuk

mendinginkan detektor Ge(Li). Oleh karena itu detektor Ge(Li) biasanya dimasukkan dalam wadah hampa didalam dewar nitrogen cair. Sistem ini disebut *cryostat*.



Gambar 2.3. Sistem cryostat detektor Ge(Li). (Susetyo, 1988)

2.3. Interaksi Sinar- γ dengan Materi

Pada proses tumbukan antara partikel dengan atom dalam materi (bahan), perpindahan tenaga alfa dan beta terjadi terutama karena ionisasi yang merupakan ion primer. Pada perpindahan tenaga γ , ionisasi yang terjadi karena proses sekunder. Interaksi foton sinar- γ dengan bahan ada 3 cara, yaitu :

2.3.1. Efek Fotolistrik

Adalah interaksi antara foton- γ dengan sebuah elektron yang terikat kuat dalam atom yaitu elektron pada kulit bagian dalam suatu atom. Pada tumbukan foton dengan elektron, semua tenaga foton diserap elektron, sebagai akibatnya elektron akan dipancarkan keluar dari atom dengan tenaga gerak sebesar selisih tenaga foton- γ dan tenaga ikat elektron :

$$E_0 = E_\gamma - W \quad (II - 8)$$

E_0 = tenaga kinetik elektron

E_γ = tenaga foton- γ

W = tenaga ikat elektron.

2.3.2. Hamburan Compton

Terjadi antara foton- γ dan sebuah elektron bebas atau yang terikat lemah (elektron yang berada pada kulit terluar suatu atom). Foton - γ hanya akan menyerahkan sebagian tenaganya kepada elektron dan kemudian terhambur menurut sudut θ terhadap arah gerak foton- γ mula-mula. Tenaga sinar- γ yang terhambur setelah tumbukan merupakan fungsi tenaga- γ mula-mula dan sudut hamburan :

$$E_\gamma = \frac{E_0}{1 + (E_0/m_0c^2)(1 - \cos \theta)} \quad (II - 9)$$

dengan :

E_γ = tenaga sinar- γ terhambur

E_0 = tenaga sinar- γ mula-mula

m_0 = massa diam elektron

c = laju cahaya dalam hampa

θ = sudut hamburan.

Berdasarkan hukum kekekalan tenaga E_θ adalah selisih antara tenaga sinar- γ mula-mula dan tenaga sinar γ terhambur :

$$E_\theta = E_0 - E_\gamma \quad (\text{II-10})$$

2.3.3. Pembentukan Pasangan

Dalam proses ini foton berinteraksi dengan inti, menyerahkan semua tenaganya dan membentuk dua partikel elektron dan positron. Proses pembentukan pasangan terjadi di dekat inti atom, dengan tenaga foton lebih besar dari 1,02 MeV. Tenaga foton ini adalah syarat untuk pembentukan pasangan yang diperoleh dari $2 \times 0,115$ MeV. Karena massa elektron dan positron masing-masing setara dengan tenaga 0,115 MeV, yang dapat dihitung melalui rumus kesetaraan massa dan tenaga :

$$E = m c^2 \quad (\text{II-11})$$

2.4. FLUKS NEUTRON

2.4.1. Reaktor Nuklir

Reaktor atom terdiri dari teras reaktor dengan bahan bakar reaktor, pemperlambat neutron dan bahan pendingin. Pada umumnya bahan bakar

reaktor adalah U^{235} . Inti U^{235} akan mengalami pembelahan menjadi dua inti baru sambil melepaskan 2 atau 3 neutron.

Neutron yang dihasilkan berasal dari pembelahan uranium atau dari interaksi sinar gamma dengan materi. Fluks neutron maksimum yang dihasilkan pada reaktor nuklir mendekati 10^{12} neutron/cm².det. Pada reaktor nuklir, bahan yang digunakan sebagai pelambat adalah bahan dengan berat atom ringan, seperti air, air berat, berillium dan grafit. (Dyer, 1964).

2.4.2. Pengukuran Fluks Neutron

Untuk mengetahui jumlah radioaktivitas yang terbentuk pada suatu reaksi, maka harus diketahui nilai fluks neutronnya. Fluks neutron didefinisikan sebagai jumlah neutron tiap cm² tiap detik (Dyer, 1964).

Biasanya pengukuran fluks neutron dari aktivitas keping. Aktivitas mutlak, A_γ , pada keping tipis yang diselubungi kadmiun adalah :

$$A_\gamma = N \cdot \phi_\gamma \cdot I_0 (1 - e^{-\lambda t}) \quad (II-12)$$

dengan N = jumlah atom nuklida pada keping stabil

ϕ_γ = fluks neutron resonansi

I_0 =ampang lintang aktivitas neutron resonansi

$1 - e^{-\lambda t}$ = faktor saturasi

Aktivitas A_γ pada persamaan diatas adalah aktivitas yang diukur pada saat iradiasi selesai. Fluks neutron resonansi ditentukan dari pengukuran aktivitas

dengan monitor yang diselubungi kadmium. Aktivitas A merupakan jumlah dari aktivitas neutron termal dan neutron resonansi, ditulis dalam persamaan :

$$A = N \phi_{th} \sigma_{th} S + N \phi_r I_0 S \quad (II-13)$$

dengan ϕ_{th} dan σ_{th} masing-masing adalah fluks neutron termal dan tampang lintang aktivasi neutron termal, S adalah faktor saturasi. Dengan membagi aktivitas A dan A_r dengan jumlah atom dan faktor saturasi yang ada, maka akan diperoleh aktivitas saturasi tiap atom untuk aktivitas terbuka dan aktivitas tertutup.

Fluks neutron termal dapat dihitung dengan persamaan :

$$\phi_{th} = \left(\frac{A}{NS} - \frac{A_r}{N_c S_c} \right) \frac{1}{\sigma_{th}} \quad (II-14)$$

dengan indeks c adalah monitor pada pembungkus kadmium dan S adalah faktor saturasi.

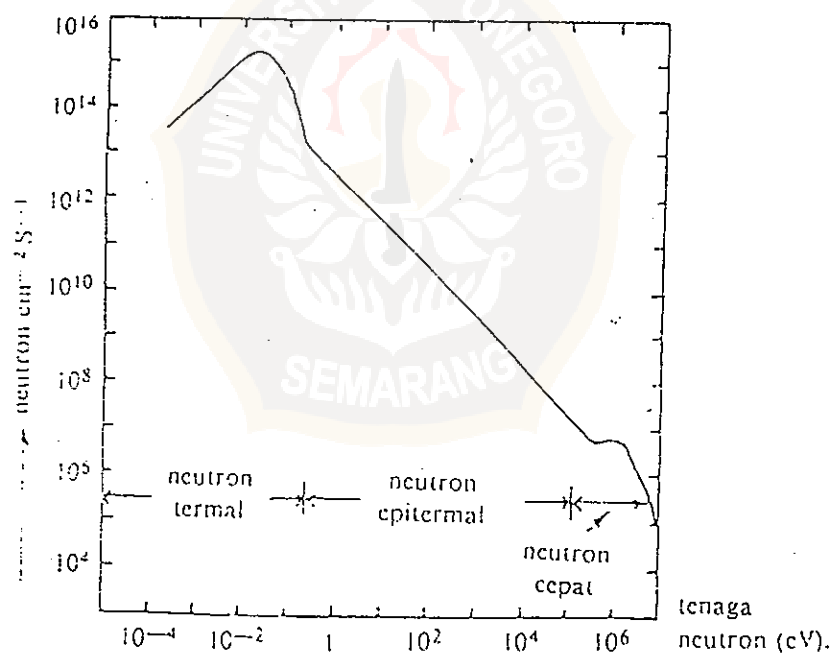
Jika fluks neutron sebesar 10^{12} neutron/cm².det maka daya reaktor yang bekerja sebesar 100 kW, jika fluks neutron sebesar 10^{13} neutron/cm².det maka daya reaktor yang bekerja 1 MW dan jika fluks neutron sebesar 10^{14} neutron/cm².det maka daya reaktor 10 MW (Guinn & Hoste, 1997).

2.4.3. Spektrum Energi Neutron

Pembelahan U^{235} akan menghasilkan neutron yang mempunyai energi antara 0,1 - 20 MeV. Spektrum energi neutron itu disebut spektrum energi neutron pembelahan. Besar energi neutron rata-ratanya 1,5 MeV. Fluks

neutron yang besarnya diatas 0,1 MeV adalah 99 % dari fluks neutron pembelahan total, sedangkan fluks neutron yang besarnya antara 0,5 dan 3 MeV adalah 66 %. Diatas 3 MeV, fluks neutron akan turun secara exponential dengan adanya penurunan energi (Dyer, 1964).

Energi neutron meliputi tiga bagian, yaitu neutron cepat ($E > 0,1 \text{ MeV}$), neutron epitermal (memiliki energi 0,2 eV - 0,1 MeV), dan neutron termal ($E < 0,2 \text{ eV}$) (Dyer, 1964).



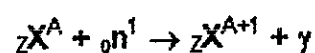
Gambar 2.4. Spektrum energi neutron (Dyer, 1964)

2.5. ANALISIS PENGAKTIFAN NEUTRON

2.5.1. Prinsip Dasar dari Teknis Analisis

Dalam Susetyo (1988), pada teknik APN cuplikan yang akan dianalisis diiradiasi terlebih dulu dengan neutron dalam suatu reaktor nuklir sehingga inti atom unsur-unsur yang berada dalam cuplikan tersebut akan menangkap neutron dan menjadi radioaktif. Setelah terpapar neutron, cuplikan menjadi radioaktif. Sinar- γ yang dipancarkan berbagai unsur dalam cuplikan dapat dianalisis secara spektrometri- γ . Analisis kualitatif dilakukan menggunakan kalibrasi tenaga untuk identifikasi unsur dan analisis secara kuantitatif menggunakan kalibrasi efisiensi untuk menentukan kandungan unsur dalam sampel.

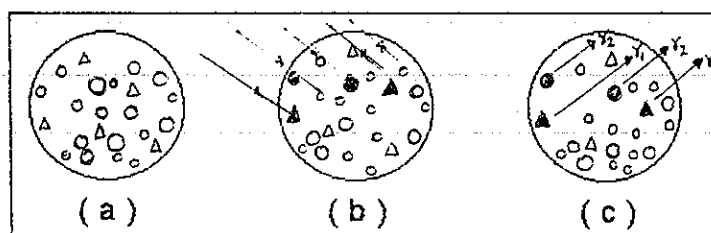
Analisis pengaktifan neutron adalah suatu analisis unsur yang didasarkan pada pengukuran keradioaktifan limbas suatu cuplikan yang disinari neutron. Cuplikan yang diiradiasi dengan neutron akan mengalami beberapa kemungkinan reaksi inti yang terjadi. Reaksi yang paling banyak terjadi dan yang paling banyak digunakan dalam analisis adalah reaksi neutron-gamma (n,γ). Secara umum reaksinya dapat dituliskan :



dengan A = nomor massa unsur X

Z = nomor atom unsur X

Prinsip dasar APN yang telah dijelaskan diatas dapat digambarkan secara skematik, sebagai berikut :



Gambar 2. 5. Prinsip dasar Analisis Pengaktifan Neutron. (Susetyo, 1988)

- (a) Cuplikan terdiri atas bahan dasar (\circ) dan unsur kelumit (Δ)
- (b) Cuplikan diradiasi dengan neutron dan membuat beberapa atom menjadi radioaktif (\circ dan \blacktriangle)
- (c) Sinar- γ yang dipancarkan oleh cuplikan menyingkapkan data kualitatif dan kuantitatif unsur-unsur dalam cuplikan.

Sinar- γ yang dipancarkan oleh berbagai unsur dalam cuplikan dapat dianalisis secara spektrometri- γ . Analisis kualitatif dilakukan berdasarkan penentuan tenaga sinar- γ , analisis kuantitatif dilakukan dengan menentukan intensitasnya.

2.5.2. Penyediaan Cuplikan

Teknik analisis pengaktifan neutron dapat dipakai untuk menganalisis kadar unsur-unsur dalam cuplikan tanpa merusak cuplikan tersebut. Sehingga untuk penentuan kadar unsur-unsur kelumit, cuplikan cukup ditimbang sejumlah tertentu dimasukkan dalam botol polietilen atau ampul kuarsa. Biasanya jumlah cuplikan padat yang diiradiasi kurang dari 1 gram. Penanganan cuplikan perlu dilakukan dengan hati-hati karena sentuhan tangan misalnya, dapat

memberikan cukup 'kotoran' yang dapat mengganggu interpretasi spektrum cuplikan. Cuplikan yang mempunyai kadar unsur-unsur sangat rendah perlu dipisahkan lebih dahulu.

2.5.3. Iradiasi Cuplikan

Setelah cuplikan ditimbang dan disiapkan dengan baik dalam botol polietilen, maka cuplikan tersebut dapat diiradiasi menggunakan sumber neutron yang sesuai. Setelah diiradiasi selama t maka besarnya radioaktivitas nuklida tertentu dalam cuplikan dapat dihitung dengan persamaan : (Ross, 1964)

$$A = N \sigma \phi (1 - e^{-0,693 \cdot t/T}) \quad (II-15)$$

dengan A = aktivitas pada saat iradiasi selesai

N = cacah butir atom nuklida

σ =ampang lintang (cm^2)

ϕ = fluks iradiasi ($\text{neutron}/\text{cm}^2 \cdot \text{dt}$)

t = waktu iradiasi

T = waktu paro

Harga ' N ' persamaan (II - 15) dapat dihitung, jika berat unsur dalam cuplikan diketahui menggunakan persamaan :

$$N = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \cdot W \cdot a}{BA} \quad (II-16)$$

dengan N = cacah atom isotop dalam cuplikan

W = berat unsur isotop (gram)

BA = berat atom isotop

a = kelimpahan isotop

2.5.4. Pencacahan

Pencacahan dilakukan dengan menggunakan perangkat spektrometri- γ yang telah dikalibrasi. Jika tidak ada unsur-unsur yang mudah menguap dalam cuplikan hasil iradiasi maka sebaiknya cuplikan dikeluarkan dari wadahnya dan diganti dengan wadah yang baru. Hal ini diperlukan mengingat adanya kemungkinan unsur-unsur kelumit dalam wadah lama ikut teraktifkan sehingga mengganggu analisis cuplikan.

Jangka waktu pencacahan diatur sedemikian hingga puncak-puncak spektrum nuklida yang diperhatikan telah mempunyai jumlah cacah yang cukup. Setelah pencacahan dihentikan dicatat nomor salur puncak dan luas puncak nuklida-nuklida yang diinginkan.

2.5.5. Analisis Data

2.5.5.1. Analisis Kualitatif

Nomor salur puncak-puncak spektrum cuplikan dipakai untuk menghitung tenaga sinar- γ puncak-puncak tersebut menggunakan persamaan

kalibrasi tenaga. Hal yang perlu diperhatikan adalah ada atau tidak adanya penimbrungan yang berasal dari nuklida lain pada puncak nuklida yang dikehendaki. Puncak dengan intensitas kuat dan tenaga lebih besar dari nuklida yang dikehendaki juga akan mengganggu analisis kuantitatif karena agihan Compton yang terlalu tinggi.

2.5.5.2. Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif dapat dilakukan apabila energi gamma dalam spektrum yang dipancarkan cuplikan aktif selesai diidentifikasi.

Analisis kuantitatif dalam APN dapat dilakukan dengan dua metoda, yaitu secara mutlak (absolut) dan nisbi (relatif).

2.5.5.2.1. Penentuan secara mutlak

Pada metoda ini, yang pertama diketahui adalah menentukan aktivitas cuplikan yang sebenarnya saat iradiasi selesai (A_t) dengan menggunakan persamaan-persamaan :

$$A_t = \frac{A_0}{I(E) \cdot \varepsilon(E)} \quad (II-17)$$

dengan A_0 = aktivitas cuplikan yang tercatat spektrometer (cps)

$I(E)$ = intensitas gamma pada energi E

$\varepsilon(E)$ = efisiensi detektor pada energi E

Massa unsur cuplikan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (II-15) dan persamaan (II-16).

2.5.5.2.2. Penentuan secara nisbi (relatif)

Pada metoda ini digunakan cuplikan standar yang mempunyai matriks kira-kira sama dengan matriks cuplikan uji dan diiradiasi bersama-sama cuplikan uji sehingga mengalami paparan radlasi neutron yang sama banyaknya. Dengan membandingkan laju cacah cuplikan dan standar dapat dihitung kadar unsur dalam cuplikan.

$$W_u = \frac{A_u}{A_s} \times W_s \quad (\text{II-18})$$

dengan W_u = kadar unsur dalam cuplikan

W_s = kadar unsur dalam standar

A_u = aktivitas unsur dalam cuplikan

A_s = aktivitas standar

2.6. LOGAM BERAT

Semua unsur kimia yang terdapat dalam susunan berkala unsur-unsur dapat dibagi atas dua golongan, yaitu golongan logam dan golongan non logam. Berdasarkan kerapatan atau densitasnya, unsur-unsur logam dapat dibagi atas dua golongan, yaitu golongan logam ringan dan golongan logam berat.

Dalam Pramesti (1996), dinyatakan bahwa unsur-unsur logam berat mempunyai densitas lebih dari 5, serta mempunyai nomor atom dari 22 sampai dengan 92.

Menurut Palar (1994), karakteristik dari kelompok logam berat adalah sebagai berikut :

1. Memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar (lebih dari 4)
2. Mempunyai nomor atom dari 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida dan aktinida
3. Mempunyai respon biokimia khas (spesifik) pada organisme hidup.

Unsur-unsur yang tergolong logam berat diantaranya adalah : Hg, Cd, Cu, Cr, Zn, Pb, Fe, Co, Al, Mn.

Berdasarkan sifatnya logam berat dibagi menjadi (Martopo, 1989)

1. Beracun
2. Tidak dapat dirombak atau dihancurkan oleh organisme hidup
3. Dapat diakumulasi dalam tubuh organisme termasuk manusia secara langsung maupun tidak langsung.

Berdasarkan sifat racunnya logam berat dibedakan (Martopo, 1989)

1. Sangat racun, yang dapat mengakibatkan kematian atau gangguan kesehatan yang tidak dapat pulih dalam waktu singkat, misalnya Pb, Cr, Hg, Cd, As, Sb, Ti, U, Be

2. **Moderat, yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan yang tidak dapat pulih dalam jangka waktu relatif lama, misalnya Be, Ba, Cu, Au, Li, Mn, Se, Te, Va, Co, Rb**
3. **Kurang racun, yaitu jika dalam jumlah besar mengakibatkan gangguan kesehatan, misalnya Bi, Co, Fe, Mg, Ni, K, Ag, Ti, Zn**
4. **Tidak beracun, yaitu tidak menimbulkan gangguan**

