

PENENTUAN JENIS DAN TEBAL BAHAN PERISAI MENGGUNAKAN SUMBER GAMMA Cs-137

Tukiman
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir - BATAN

ABSTRAK

PENENTUAN JENIS DAN TEBAL BAHAN PER/SA/ MENGGUNAKAN SUMBER GAMMA Cs-137. Telah dilakukan penentuan jenis bahan perisai radiasi dengan menggunakan sumber gamma Cs-137 aktivitas 74 GBq. Pemilihan bahan perisai radiasi diperlukan untuk mendapatkan bahan yang tepat, karena setiap bahan mempunyai tebal paruh yang berbeda. Tebal paruh merupakan tebal bahan yang dapat menyerap setengah intensitas paparan radiasi sehingga paparan yang tersisa menjadi setengah dari intensitas awalnya. Sampel yang digunakan untuk pengujian adalah beton, kayu dan timbal dengan ketebalan bervariasi. Dari data percobaan dan hasil perhitungan didapatkan kesimpulan, bahwa jenis bahan perisai dari timbal mempunyai daya serap radiasi dan nilai HVT yang tepat untuk perisai radiasi gamma : tebal paruh timbal 0.732 cm. Dibandingkan dengan bahan dari kayu dengan tebal paruh: 11.0 cm dan beton 3.164 cm.

Kata kunci: Jenis bahan, tebal paruh, bahan perisai.

ABSTRACT

DETERMINATION OF MATERIAL AND ITS THICKNESS FOR Cs-137 GAMMA SOURCE SHIELDING. Its has been determined the shielding material and its thickness necessarily conducted due to every material will have different half-thickness characteristics, and by the selection a suitable material and its thickness will be obtained. Half-thickness of any material is the ability of the material at a certain thickness to absorb any radiation intensity so that the intensity becomes half of its source. Sample materials to be used are concrete, wood, and lead with their thickness varied. From experiment data and theoretical computation can be concluded that lead is the suitable material for shielding with the value of HVT for gamma radiation 0.732 cm. For wood and concrete will give half-thickness of 11.0 cm and 3.164 cm respectively.

Keywords: shielding material, half-thickness, shielding

PENDAHULUAN

Penurunan intensitas radiasi terhadap tebal bahan yang dilalui berdasarkan teori atenuasi. Interaksi sinar γ dengan materi bisa terjadi melalui bermacam-macam proses. Dari berbagai proses itu hanya ada tiga proses yang penting untuk diperhatikan, diantaranya adalah :

- Efek foto listrik
- Hamburan Compton
- Pembentukan pasangan

ketiga proses itu, menghasilkan pembebasan elektron dari atom-atom materi yang berinteraksi dengan dengan sinar γ . Efek foto listrik terjadi

pada kisaran tenaga di bawah 1 MeV; Hamburan Compton terjadi pada kisaran tenaga untuk daerah jangkauan tenaga yang sangat lebar; sedang pembentukan pasangan terjadi pada kisaran tenaga $> 1,022$ MeV^[1].

Penentuan jenis bahan dan tebal perisai radiasi serta menghitung HVT bahan perisai bisa dilakukan dengan cara membaca tabel atenuasi dan pengukuran dengan percobaan menggunakan sumber gamma, dalam tulisan ini dibatasi, sumber yang digunakan adalah sumber gamma energi tunggal Cs-137. dan beberapa sampel uji.

METODOLOGI

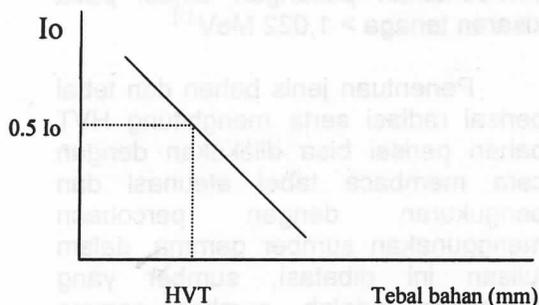
Radiasi gamma (γ) merupakan jenis radiasi yang mempunyai daya tembus yang sangat besar, dan tidak dapat dihentikan sepenuhnya. Setiap pancaran radiasi gamma yang mengenai suatu benda/bahan akan berinteraksi dengan bahan tersebut sehingga sebagian intensitasnya akan terserap dan sebagian yang lain akan diteruskan^[3]. Perbandingan intensitas paparan yang datang dengan intensitas yang diteruskan tergantung pada tebal dan jenis bahan serta energi radiasi gamma. Intensitas paparan radiasi gamma setelah melewati bahan perisai memenuhi persamaan 1. berikut ini :

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x} \dots\dots\dots (1.)$$

Dimana :

- I_0 = Intensitas paparan radiasi yang datang dari sumber gamma (mR/Jam)
- I = Intensitas paparan radiasi yang diteruskan (mR/Jam)
- μ = Koefisien serap linier bahan pada energi tertentu (mm^{-1})
- x = Tebal bahan (mm)

Grafik intensitas radiasi gamma terhadap perbedaan tebal bahan digambarkan pada kertas *semi-log*, akan sesuai dengan gambar 1. berikut ini :



Gambar 1. Grafik intensitas vs tebal bahan^[1]

Tebal paruh (HVT) merupakan tebal bahan yang dapat menyerap setengah intensitas paparan radiasi yang datang sehingga intensitas paparan radiasi yang diteruskan tinggal setengah intensitas mula-mula^[2]. Atau dapat ditulis persamaan matematisnya sebagai berikut :

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu HVT} = \frac{1}{2} \dots\dots\dots (2)$$

$$\ln(1/2) = -\mu HVT \dots\dots\dots (3)$$

$$HVT = \frac{0,693}{\mu} \dots\dots\dots (4)$$

Nilai HVT dapat ditentukan secara matematis dengan menggunakan persamaan 4, atau dapat ditentukan secara eksperimen dengan melakukan beberapa pengukuran dan menggambarkan pada kurva peluruhan intensitas paparan radiasi. Nilai HVT dari suatu jenis bahan sangat berguna untuk keperluan praktis/pemakaian di lapangan yaitu untuk menentukan tebal suatu bahan yang diperlukan untuk proteksi radiasi /keselamatan radiasi sebagai perisai.

PERALATAN DAN BAHAN

1. Sumber radiasi gamma
Cs -137 74 GBq
2. Kontainer kolimator sumber
3. Survey meter skala : mRem dan Cpm terkalibrasi
4. Monitor radiasi perorangan terkalibrasi
5. Lempeng sampel :
Beton : ukuran bervariasi
Kayu : ukuran bervariasi
Timbal : ukuran bervariasi
6. Jangka Sorong/penggaris
7. Tanda radiasi
8. Garis pengaman

TATA KERJA

Tahap pertama :

Perhitungan aktivitas awal (A_0)
Sumber gamma Cs-137 aktivitas 74 GBq tahun 1982, Dengan menggunakan persamaan 1.

Tahap kedua :

Mengukur paparan radiasi tanpa sampel penahan, intensitas awal (I_0). Jarak sumber dengan detector adalah 4 meter cacahnya : 21000 cpm

Setelah itu , dilakukan pengukuran paparan radiasi dengan sampel bahan perisai dari beton, kayu dan timbal dengan ukuran ketebalan bervariasi. Seperti terlihat pada tabel 1. Tabel 2. dan Tabel 3. berikut :

Tabel1. Pengukuran Sampel dari Beton ^[4].

No.	Tebal (mm)	Faktor koreksi	Intensitas (I) Cpm
1.	66	1,04	6000
2.	134	1,04	2000
3.	200	1,04	500
4.	268	1,04	70

Tabel 2. Pengukuran Sampel dari Kayu ^[4].

No.	Tebal (mm)	Faktor koreksi	Intensitas (I) Cpm
1.	57	1,04	15000
2.	114	1,04	11000
3.	171	1,04	8000
4.	228	1,04	5000

Tabel 3. Pengukuran Sampel dari Timbal ^[4].

No.	Tebal (mm)	Faktor koreksi	Intensitas (I) Cpm
1.	3	1,04	13000
2.	6	1,04	11000
3.	9	1,04	9000
4.	12	1,04	7000
5.	15	1,04	5000
6.	18	1,04	3000

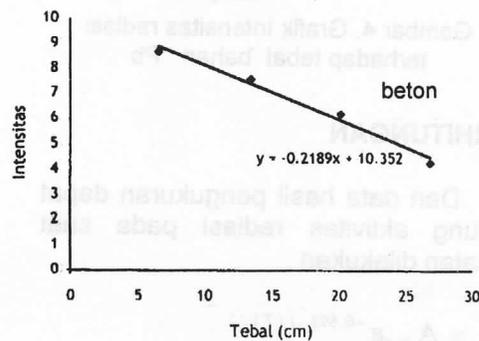
Keterangan : Tabel 1, 2, 3
Sumber referensi:

Data percobaan : Praktikum proteksi radiasi STTN BATAN Yogyakarta September 2003.

Faktor koreksi alat ukur survey meter : 1,04

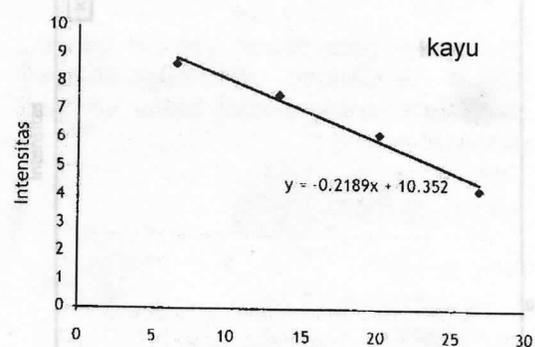
Dari tabel pengukuran bisa di buat garfik hubungan antara intensitas radiasi (cacah) terhadap ketebalan bahan seperti pada gambar 2, 3, dan 4.

grafik Intensitas (ln I) vs Tebal bahan (x)

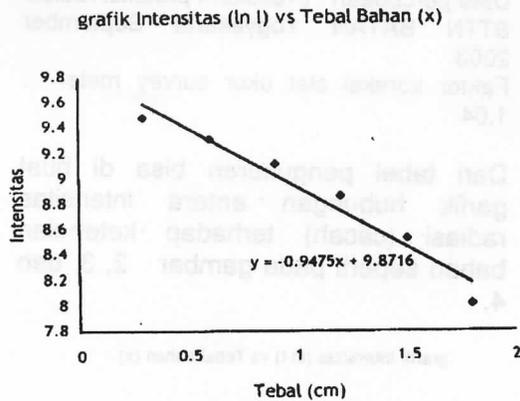


Gambar 2. Grafik Intensitas radiasi terhadap tebal bahan beton

grafik Intensitas (ln I) vs Tebal bahan (x)



Gambar 3. Grafik Intensitas radiasi terhadap tebal bahan kayu



Gambar 4. Grafik Intensitas radiasi terhadap tebal bahan Pb

PERHITUNGAN

Dari data hasil pengukuran dapat dihitung aktivitas radiasi pada saat kegiatan dilakukan :

$$A_t = A_0 \cdot e^{-0.693 \cdot t / T_{1/2}}$$

$$A_t = 74 \times 10^9 e^{-0.693 \cdot 21 / 30,2}$$

$$= 45,7 \times 10^9 \text{ Bq}$$

Keterangan :
T_{1/2} Cesium 137 = 30,2 tahun

Dari tabel pengukuran sampel bahan, dapat dihitung persamaan regresi linier dari masing-masing bahan sampel sebagai berikut :

Untuk beton :

$$Y = ax + b$$

$$= -0,219 x + 10,352$$

$$r = -0,991$$

$$r^2 = 0,982$$

Koefisien atenuasi linier beton (μ x)

$$\mu_L = -a$$

$$= -(-0,219) = 0,219 / \text{cm}$$

Tebal Paro bahan (HVT) beton
Dengan menggunakan persamaan 3.

$$HVT = 0,693 / \mu_L$$

$$= 0,693 / 0,219$$

$$= 3,164 \text{ cm}$$

Untuk kayu :

$$Y = ax + b$$

$$= -0,063 x + 10,01$$

$$r = -0,989$$

$$r^2 = 0,978$$

Koefisien atenuasi linier kayu (μ x)

$$\mu_L = -a$$

$$= -(-0,063) = 0,063 / \text{cm}$$

Tebal Paro bahan (HVT) kayu
Dengan menggunakan persamaan 3.

$$HVT = 0,693 / \mu_L$$

$$= 0,693 / 0,063$$

$$= 11 \text{ cm}$$

untuk Timbal

$$Y = ax + b$$

$$= -0,947 x + 9,872$$

$$r = -0,978$$

$$r^2 = 0,956$$

Koefisien atenuasi linier Timbal (μ x)

$$\mu_L = -a$$

$$= -(-0,947) = 0,947 / \text{cm}$$

Tebal Paro bahan (HVT) timbal
Dengan menggunakan persamaan 3.

$$HVT = 0,693 / \mu_L$$

$$= 0,693 / 0,947$$

$$= 0,732 \text{ cm}$$

dari perhitungan dibuat tabel HVT, koefisien atenuasi linier bahan sampel perisai radiasi diperlihatkan seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Tebal paruh HVT, koefisien atenuasi linier bahan perisai radiasi

No	Bahan	HVT dalam cm	μ_L dalam cm^{-1}	Tabel HVT
1.	Beton	3,164	0,204	3,628
2.	Kayu	11,0	0,059	11,746
3.	Timbal	0,732	0,99	0,633

PEMBAHASAN

Penentuan jenis dan tebal bahan perisai radiasi bisa ditentukan dengan menghitung tebal paruh (HVT) dan koefisien serap linier (μ) bahan, ataupun percobaan dengan menggunakan sumber gamma dan sampel bahan perisai. Bahan perisai radiasi : beton, kayu, besi, aluminium, timbal dsb. Dalam tulisan ini, diambil sampel bahan dari beton, kayu dan timbal.

Ada 3 faktor dalam proteksi radiasi diantaranya : waktu, jarak dan pelindung.

Pelindung atau lebih dikenal dengan nama perisai radiasi adalah upaya mengurangi fluk radiasi sehingga radiasi yang dipancarkan dapat dikurangi dan diserap oleh bahan pelindung.

Pengurangan energi radiasi karena adanya interaksi radiasi dengan materi bahan pelindung, (efek fotolistrik, hamburan Compton, pembentukan pasangan) besarnya daya serap tergantung pada jenis bahan penyerap, tebal bahan dan besarnya energi radiasi yang dipancarkan.

Untuk mengetahui keefektifan bahan perisai maka perlu dilakukan pengukuran dan percobaan dengan sumber gamma, misal : Cesium – 137, memvariasikan jenis bahan penyerap, dan ketebalannya. Dari data yang diperoleh dapat dihitung koefisien atenuasi dari bahan tersebut yang dapat digunakan untuk menentukan dan menghitung tebal paruh (HVT) suatu bahan perisai. Dari perhitungan yang disajikan pada tabel 4. bisa terlihat jenis bahan yang bisa direkomendasikan untuk memilih bahan dan tebal perisai.

Bahan timbal mempunyai tebal paruh (HVT) paling kecil dibanding dengan beton dan kayu yang masing-masing adalah : 3,4 cm untuk beton, 11,7 cm untuk kayu dan 0,7 cm untuk timbal, sehingga bahan timbal dengan ketebalan 7 mm dapat menyerap

energi radiasi setengah dari aktivitas sumber mula-mula. Atau $A_t = \frac{1}{2} A_o$.

Dalam percobaan ini belum bisa dibuktikan hubungan antara nilai HVT dengan energi gamma, dimana untuk energi radiasi gamma yang berbeda maka nilai HVTnya juga akan berbeda.

KESIMPULAN

1. Penentuan jenis bahan perisai radiasi, tebal paruh (HVT) bisa dilakukan dengan percobaan.
2. Jenis bahan perisai yang dipilih adalah dari timbal, karena mempunyai nilai HVT paling kecil dibandingkan dengan nilai HVT beton dan kayu, yaitu : 3,164 cm untuk beton, 11,0 cm untuk kayu dan 0,732 cm untuk timbal.
3. Koefisien atenuasi linier (μ_L), bahan Beton, kayu, dan timbal: 0,204 /cm, 0,059/cm dan 0,99/cm.
4. Radiasi gamma akan berkurang setelah melewati bahan perisai dan tergantung dari jenis bahan dan ketebalannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Wisnu Susetyo :” **Spektrometri Gamma dan Penerapannya dalam Analisis Pengaktifan Neutron** “ Gajah Mada University Press Yogyakarta 1988.
- [2.] PUSDIKLAT BATAN :” **Dasar-Dasar Fisika Radiasi** “ Pusdiklat BATAN, Jakarta 1999.
- [3.] ELISABET SUPRIYATNI :” **Petunjuk Praktikum dan Keselamatan Radiasi** “ STTN-BATAN Yogyakarta 2003.
- [4.] Eko lestariningsih dkk” **Laporan Praktikum Proteksi radiasi** “STTN-BATAN Yogyakarta 2003.
- [5] Tukiman. Noor Harjono, Daniel H “**Laporan Praktikum keselamatan radiasi** “STTN-BATAN Yogyakarta 2003.