



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

# **PENGUKURAN AKTIVITAS RADIASI ALFA ( $\alpha$ ), BETA ( $\beta$ ) DAN GAMMA ( $\gamma$ ) PADA MATERIAL BANGUNAN BERBAHAN CAMPURAN GRANIT**

## **SKRIPSI**



**SHIPNY ERLIEN NOFHY**  
**07 135 056**

**JURUSAN FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS ANDALAS**  
**PADANG 2011**

SKRIPSI

PENGUKURAN AKTIVITAS RADIASI ALFA ( $\alpha$ ), BETA ( $\beta$ ) DAN  
GAMMA ( $\gamma$ ) PADA MATERIAL BANGUNAN BERBAHAN CAMPURAN  
GRANIT

Yang disusun oleh

SHIPNY ERLIEN NOFHY

07 135 056

Telah dipertahankan didepan penguji  
Pada tanggal 4 Juli 2011  
Dan dinyatakan lulus memenuhi syarat

Pembimbing I



Dian Milvita, M.Si  
NIP. 197401081999032001

Ketua Penguji



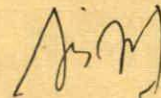
Dr. Dian Fitriyani  
NIP. 197012151999032001

Anggota Penguji I



Dwi Pujiastuti, M.Si  
NIP. 196908021994122002

Anggota Penguji II



Sri Handani, M.Si  
Nip. 196907141995122001

Padang 11 Juli 2011

Ketua Jurusan Fisika

FMIPA Universitas Andalas, Padang



Arif Budiman, M.Si

NIP. 197311141999031004

## ABSTRAK

Telah dilakukan pengukuran aktivitas radiasi alfa, beta, dan gamma pada material bangunan khususnya lantai yang berbahan campuran granit. Data diperoleh dari 5 contoh warna granit yaitu granit berwarna hitam, coklat, hijau, abu-abu dan putih. Pengukuran aktivitas radiasi alfa dan beta menggunakan detektor Geiger-Muller, sedangkan pengukuran aktivitas radiasi gamma menggunakan detektor plastik. Pengukuran dilakukan sebanyak lima kali pengulangan pada setiap contoh warna granit dengan waktu masing-masing lima menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas radiasi alfa, beta dan gamma untuk granit berwarna hitam, coklat, hijau, abu-abu dan putih adalah ( $0,118 \text{ Bq/cm}^2$ ,  $0,076 \text{ Bq/cm}^2$ ,  $0,071 \text{ Bq/cm}^2$ ,  $0,066 \text{ Bq/cm}^2$  dan  $0,057 \text{ Bq/cm}^2$ ), ( $0,525 \text{ Bq/cm}^2$ ,  $0,514 \text{ Bq/cm}^2$ ,  $0,502 \text{ Bq/cm}^2$ ,  $0,502 \text{ Bq/cm}^2$  dan  $0,437 \text{ Bq/cm}^2$ ) dan ( $0,16 \text{ } \mu\text{R/jam}$ ,  $0,135 \text{ } \mu\text{R/jam}$ ,  $0,1225 \text{ } \mu\text{R/jam}$ ,  $0,12 \text{ } \mu\text{R/jam}$  dan  $0,11 \text{ } \mu\text{R/jam}$ ).

Kata kunci: aktivitas radiasi, detektor Geiger-Muller, detektor plastik, granit, radiasi alfa, radiasi beta, radiasi gamma.

## ABSTRACT

Measuring radiation activity of alpha, beta and gamma on the floor of the building materials in particular for a mixture of granite has been done. The Data retrieved from 5 colors sample, they are black granite, brown granite, green granite, grey granite and white granite. Measuring to activity of alpha and beta used Geiger-Muller detector, while measuring to activity of gamma radiation used plastic detector. Measurements carried out five times of repetition and wasting five minutes in each instance of granite colors. The results showed that the activity of alpha radiation, beta and gamma for granite black, brown, green, grey and white is (0,118 Bq/cm<sup>2</sup>, 0,076 Bq/cm<sup>2</sup>, 0,071 Bq/cm<sup>2</sup>, 0,066 Bq/cm<sup>2</sup> and 0,057 Bq/cm<sup>2</sup>), (0,525 Bq/cm<sup>2</sup>, 0,514 Bq/cm<sup>2</sup>, 0,502 Bq/cm<sup>2</sup>, 0,502 Bq/cm<sup>2</sup> and 0,437 Bq/cm<sup>2</sup>) and (0.16 μ R/h, 0,135 μR/h, 0,1225 μR/h, 0,12 μR/h and 0.11 μR/h).

Key words: radiation activity, detectors Geiger-Mueller, plastic detector, granite, alpha radiation, beta radiation, gamma radiation.

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim..

Puji dan syukur kehadiran ALLAH SWT, atas rahmat dan karunia-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tugas akhir. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains program S1 Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih untuk semua pihak yang telah ikut membimbing, membantu dan mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada :

1. Ibu Dian Milvita, M.Si sebagai pembimbing utama yang telah memberikan waktu, pikiran, petunjuk, saran dan bantuan selama penyelesaian skripsi serta motivasi dan nasihat.
2. Drs Bunawas APU sebagai pembimbing kedua yang telah memberi petunjuk, saran, arahan, bantuan serta kemudahan-kemudahan selama pengambilan data, pengolahan data hingga penulisan skripsi.
3. Ketua dan Koordinator *Basic Science* jurusan Fisika FMIPA UNAND, seluruh dosen dan karyawan jurusan FMIPA UNAND yang telah memberikan pendidikan dan bantuan selama di jurusan Fisika FMIPA UNAND.

4. Karyawan BATAN, khususnya di PTKMR ; Bu Helfi, Bu Dyah, Bu Yati, Bu Nunung, Pak Heru, Pak Eko, Pak Syarbaini, Pak Kusdiana, Pak Muji Mas Wahyu (CS) dan semua karyawan PTKMR BATAN, terimakasih atas sambutan yang hangat, arahan, bantuan, bimbingan dan saran yang telah diberikan selama melakukan penelitian.
5. Bu Marjo, bu Min dan Bapak (Kosan Jakarta) atas bantuan, saran serta bimbingannya. Terimakasih untuk pengalaman bersama ibu dan bapak.
6. Kedua orang tua, terimakasih untuk semua doa yang tak pernah putus, kasih sayang, semangat, bantuan dan dorongan. Paman, Bibi, Kakak, adik ku, terimakasih banyak atas motivasi, semangat dan bantuan sehingga skripsi ini dapat selesai dan berjalan lancar.
7. Untuk teman-teman BS Fisika dan Matematika 07 serta teman-teman fisika 07 atas semangat selama perkuliahan.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap, semoga apa yang terdapat dalam skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak. Amin.

Padang, Juli 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Tujuan penelitian .....	2
1.3 Manfaat penelitian .....	2
1.4 Batasan masalah.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan pustaka .....	3
2.2 Landasan teori.....	4
2.2.1 Radiasi .....	4
2.2.2 Radioaktivitas .....	7
2.2.3 Paparan radiasi.....	8
2.2.4 Peluruhan radioaktif.....	8
2.2.5 Umur paro .....	12

2.2.6 Deret radioaktif.....	12
2.2.7 Granit .....	15
2.2.8 Pemantauan radiasi .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat penelitian.....	23
3.2 Alat dan bahan .....	23
3.2.1 Alat.....	23
3.2.2 Bahan.....	24
3.3 Tata laksana penelitian.....	25
3.2.1 Pengukuran aktivitas radiasi latar .....	26
3.2.2 Pengukuran aktivitas radiasi alfa dan beta.....	27
3.2.3 Pengukuran aktivitas radiasi gamma .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Pengukuran aktivitas radiasi alfa .....	29
4.2 Pengukuran aktivitas radiasi beta .....	31
4.3 Pengukuran aktivitas radiasi gamma .....	34
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran .....	37
<b>DAFTAR KEPUSTAKAAN .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Radionuklida primordial .....	5
Tabel 2.2 Radionuklida kosmogenik.....	6
Tabel 2.3 Radionuklida buatan manusia .....	6
Tabel 2.4 Konsentrasi uranium, thorium dan kalium dalam bahan bangunan .....	18
Tabel 4.1 Aktivitas radiasi alfa menggunakan detektor Geiger-Muller.....	29
Tabel 4.2 Data aktivitas radiasi alfa (kontaminasi permukaan) .....	30
Tabel 4.3 Aktivitas radiasi beta menggunakan detektor Geiger-Muller .....	32
Tabel 4.4 Data aktivitas radiasi beta (kontaminasi permukaan) .....	32
Tabel 4.5 Aktivitas radiasi gamma menggunakan detektor plastik.....	34
Tabel 4.6 Data aktivitas radiasi gamma .....	35
Tabel 5.1 Aktivitas radiasi alfa, beta dan gamma .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peluruhan alfa.....	9
Gambar 2.2 Peluruhan beta minus dan beta plus .....	10
Gambar 2.3 Peluruhan gamma.....	11
Gambar 2.4 Deret peluruhan uranium.....	13
Gambar 2.5 Deret peluruhan thorium .....	13
Gambar 2.6 Deret peluruhan aktinium.....	14
Gambar 2.7 Deret peluruhan neptunium.....	14
Gambar 2.8 Granit yang di jual di toko bangunan .....	17
Gambar 2.9 Meja yang berbahan granit.....	17
Gambar 2.10 Klasifikasi pemantauan radiasi.....	19
Gambar 2.11 konstruksi detektor isian gas .....	20
Gambar 2.12 Detektor Geiger-Muller .....	21
Gambar 3.1 Monitor kontaminasi model 3-97 dengan detektor Geiger-Muller.....	23
Gambar 3.2 Alat ukur paparan radiasi dengan detektor plastik .....	24
Gambar 3.3 Contoh granit.....	24
Gambar 3.4 Timbal (Pb).....	25
Gambar 3.5 Pengukuran radiasi latar alfa dan beta.....	26
Gambar 3.6 Pengukuran radiasi latar gamma .....	26
Gambar 3.7 Diagram alir pengukuran aktivitas radiasi alfa dan beta .....	27
Gambar 3.8 Diagram alir pengukuran aktivitas radiasi gamma.....	27
Gambar 4.1 Hubungan antara aktivitas radiasi alfa dengan warna	

granit .....	30
Gambar 4.2 Hubungan antara aktivitas radiasi beta dengan warna granit .....	33
Gambar 4.3 Hubungan antara aktivitas radiasi gamma dengan warna granit .....	35

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data pengukuran aktivitas radiasi alfa ( $\alpha$ )
- Lampiran 2. Data pengukuran aktivitas radiasi beta ( $\beta$ )
- Lampiran 3. Data pengukuran aktivitas radiasi gamma ( $\gamma$ )
- Lampiran 4. Perhitungan data aktivitas radiasi alfa ( $\alpha$ )
- Lampiran 5. Perhitungan data aktivitas radiasi beta ( $\beta$ )
- Lampiran 6. Dokumentasi penelitian
- Lampiran 7. Data konsentrasi  $K^{40}$ ,  $Ra^{226}$  dan  $Th^{232}$
- Lampiran 8. Tabel rata-rata konsentrasi  $K^{40}$ ,  $Ra^{226}$  dan  $Th^{232}$
- Lampiran 9. Spesifikasi alat

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, ilmu pengetahuan dan teknologi telah berkembang dengan pesat. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya gedung pencakar langit yang berdiri kokoh dan jumlah pemukiman yang semakin meningkat. Namun harus diakui bahwa perkembangan yang pesat juga mengandung dampak negatif bagi kehidupan. Beberapa bahan bangunan yang digunakan seperti gypsum, batu pasir, semen dan granit mengandung sumber radiasi alam. Sumber radiasi alam tersebut berasal dari kerak bumi yang bersifat radioaktif karena mengandung uranium, thorium, dan kalium yang memancarkan radiasi ke lingkungan (Erawati, dkk, 2009).

$^{40}_{19}\text{K}$ ,  $^{238}_{92}\text{U}$ , dan  $^{232}_{90}\text{Th}$ , termasuk radionuklida primordial yang sudah ada sejak bumi alam semesta terbentuk.  $^{40}_{19}\text{K}$  banyak terkandung dalam air laut sedangkan tempat-tempat sumber air panas mengandung sejumlah uranium, thorium dan radium. Dalam deret peluruhannya,  $^{238}_{92}\text{U}$  dan  $^{232}_{90}\text{Th}$  memancarkan radiasi alfa dan beta. Unsur-unsur dalam deret peluruhan tersebut akan terus memancarkan radiasi hingga stabil dan untuk mencapai kestabilan unsur tersebut akan memancarkan radiasi gamma. Uranium terdapat dalam kerak bumi pada hampir semua jenis batuan, terutama batuan asam seperti granit, maka gas radon ( $^{222}_{86}\text{Rn}$ ) akan selalu terbentuk setiap saat. Unsur radioaktif tersebut cenderung berdifusi menerobos menuju permukaan bumi dan terlarut dalam udara. Selanjutnya anak luruh dari kedua gas radioaktif tersebut dapat menempelkan diri

pada debu-debu dalam udara (Sofyan, 1998). Kadar gas  $^{222}_{86}\text{Rn}$  di dalam udara bergantung pada kadar uranium dan thorium di suatu tempat. Berbagai bahan bangunan seperti asbes, beton, gypsum dan granit mengandung  $^{226}_{88}\text{Ra}$  dalam konsentrasi tinggi yang dapat menjadi sumber migrasi radon di dalam ruangan. Pada reaksi inti  $^{226}_{88}\text{Ra}$  akan menghasilkan gas radon ( $^{222}_{86}\text{Rn}$ ) dan memancarkan radiasi alfa dimana radiasi alfa berpotensi menyebabkan kanker paru-paru (Anies, 2009).

Pada penelitian ini diambil satu contoh bahan bangunan yaitu granit. Kebanyakan kalangan menengah ke atas menggunakan granit untuk berbagai fasilitas rumahnya, seperti untuk meja makan, meja kamar mandi, lantai dan lain-lain. Hal ini yang melatarbelakangi penelitian dilakukan yaitu untuk mengetahui seberapa besar bahaya kandungan radionuklida pada lantai yang berbahan granit.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Mengukur aktivitas radiasi alfa, beta dan gamma pada material bangunan khususnya lantai yang berbahan campuran granit yang berwarna hitam, coklat, hijau, abu-abu dan putih.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Dapat memberi informasi kepada masyarakat seberapa besar tingkat keamanan dan bahaya yang ditimbulkan granit untuk digunakan sebagai bahan bangunan khususnya lantai.

## **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi pada pengukuran aktivitas radiasi alfa, beta dan gamma pada bahan granit berwarna putih, abu-abu, hijau, coklat dan hitam.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang *Assessing Exposure To Radon and Radiation From Granite Countertops* pernah dilakukan oleh *Environmental Health and Engineering, Inc.* pada tahun 2008 di Amerika Serikat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui paparan radiasi dan risiko kuantitatif dari meja granit dengan tiga pengukuran yaitu :

1. Pengukuran paparan radiasi alfa, beta dan gamma menggunakan detektor Geiger Muller.
2. Pengukuran aktivitas radiasi menggunakan detektor germanium kemurnian tinggi.
3. Pengukuran dosis eksternal menggunakan *MicroRem Survey Meter*.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa dosis radiasi yang terdapat pada meja granit masih di bawah nilai yang direkomendasikan oleh EPA (*Environmental Protection Agency*).

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran aktivitas radiasi alfa, beta dan gamma pada material bangunan khususnya lantai yang berbahan campuran granit berwarna putih, abu-abu, hijau, coklat dan hitam. Alat yang digunakan salah satunya sama dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh *Environmental Health and Engineering, Inc.* yaitu Geiger Muller tetapi granit yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Indonesia tepatnya granit yang diperjualbelikan di

kota Padang, sedangkan granit yang digunakan pada penelitian *Environmental Health and Engineering, Inc* berasal dari Amerika Serikat.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Radiasi

Radiasi menurut kamus lengkap fisika oxford adalah cara energi dari sumber energi sampai ke lingkungan tanpa membutuhkan medium perantara. Beberapa contohnya adalah perambatan panas, perambatan cahaya dan perambatan gelombang radio. Selain radiasi, energi dapat juga dipindahkan dengan cara konduksi dan konveksi.

Radiasi secara umum terbagi dua yaitu radiasi pengion dan radiasi non pengion. Radiasi pengion adalah jenis radiasi yang dapat menyebabkan proses ionisasi (terbentuknya ion positif dan ion negatif) apabila berinteraksi dengan materi yang dilewatinya. Jenis radiasi pengion adalah partikel alfa, partikel beta, sinar gamma, sinar-X dan neutron. Sedangkan radiasi non pengion adalah jenis radiasi yang tidak akan menyebabkan efek ionisasi apabila berinteraksi dengan materi. Jenis radiasi non pengion antara lain adalah gelombang radio (yang membawa informasi dan hiburan melalui radio dan televisi), gelombang mikro (yang digunakan dalam *microwave oven* dan transmisi seluler), sinar inframerah (yang memberikan energi dalam bentuk panas), cahaya tampak (yang bisa dilihat), sinar ultraviolet (yang dipancarkan matahari) (Akhadi, 2000).

Sumber-sumber radiasi lingkungan baik alamiah maupun buatan manusia dapat berperan sebagai sumber-sumber radiasi bagi tubuh manusia. Radiasi yang diterima tubuh manusia dapat berasal dari sumber eksternal maupun internal.



Sumber eksternal adalah sumber yang berada di luar tubuh manusia sedangkan sumber internal adalah sumber yang berada di dalam tubuh manusia.

Radiasi telah menjadi bagian dari lingkungan kita semenjak dunia ini diciptakan, bukan hanya sejak ditemukan tenaga nuklir setengah abad yang lalu. Terdapat lebih dari 60 radionuklida yang berdasarkan asalnya dibagi atas 2 kategori:

#### 1. Radionuklida alamiah

Radionuklida alam yaitu radionuklida yang terbentuk secara alami, radionuklida alam terbagi menjadi dua yaitu:

##### a. Primordial

Radionuklida primordial telah ada sejak alam semesta terbentuk. Pada umumnya, radionuklida mempunyai umur paro yang panjang. Tabel 2.1 memperlihatkan beberapa radionuklida primordial.

Tabel 2.1 Radionuklida primordial

Radionuklida Primordial			
Nuklida	Lambang	Umur Paro	Keterangan
Uranium 235	$^{235}\text{U}$	$7,04 \times 10^8$ tahun	0,72% dari uranium alam
Uranium 238	$^{238}\text{U}$	$4,47 \times 10^9$ tahun	99,2745% dari uranium alam; pada batuan terdapat 0,5 - 4,7 ppm uranium alam
Thorium 232	$^{232}\text{Th}$	$1,41 \times 10^{10}$ tahun	Pada batuan terdapat 1,6 - 20 ppm.
Radium 226	$^{226}\text{Ra}$	$1,60 \times 10^3$ tahun	Terdapat di batu kapur
Radon 222	$^{222}\text{Rn}$	3,82 hari	Gas mulia
Kalium 40	$^{40}\text{K}$	$1,28 \times 10^9$ tahun	Terdapat di tanah

Sumber: [http://www.faktailmiah.com/sumber radiasi alam](http://www.faktailmiah.com/sumber-radiasi-alam).

##### b. Kosmogenik

Sumber radiasi kosmik berasal dari luar sistem tata surya, dan dapat berupa berbagai macam radiasi. Radiasi kosmik berinteraksi dengan atmosfer bumi dan membentuk nuklida radioaktif yang sebagian besar mempunyai umur

paro pendek, walaupun ada juga yang mempunyai umur paro panjang. Tabel 2.2 memperlihatkan beberapa radionuklida kosmogenik.

Tabel 2.2 Radionuklida kosmogenik

Radionuklida Kosmogenik			
Nuklida	Lambang	Umur Paro	Sumber
Karbon 14	$^{14}\text{C}$	5.730 tahun	Interaksi $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$
Tritium 3	$^3\text{H}$	12,3 tahun	Interaksi $^6\text{Li}(n,\alpha)^3\text{H}$
Berilium 7	$^7\text{Be}$	53,28 hari	Interaksi sinar kosmik dengan unsur N dan O

Sumber: [http://www.faktailmiah.com/sumber radiasi alam](http://www.faktailmiah.com/sumber-radiasi-alam).

## 2. Radionuklida buatan manusia

Radionuklida buatan manusia yaitu radionuklida yang terbentuk karena dibuat oleh manusia. Radionuklida terdapat di udara, air, tanah, bahkan di tubuh makhluk hidup. Setiap hari makhluk hidup terkena radiasi, baik dari udara yang dihirup, dari makanan yang dikonsumsi maupun dari air yang diminum. Tidak ada satupun tempat di bumi ini yang bebas dari radiasi. Tabel 2.2 memperlihatkan beberapa radionuklida kosmogenik.

Tabel 2.3 Radionuklida buatan manusia

Radionuklida Buatan Manusia			
Nuklida	Lambang	Umur Paro	Sumber
Tritium 3	$^3\text{H}$	12,3 tahun	Dihasilkan dari uji-coba senjata nuklir, reaktor nuklir, dan fasilitas olah-ulang bahan bakar nuklir.
Iodium 131	$^{131}\text{I}$	8,04 hari	Produk fisi yang dihasilkan dari uji-coba senjata nuklir, reaktor nuklir. $^{131}\text{I}$ sering digunakan untuk mengobati penyakit yang berkaitan dengan kelenjar <i>thyroid</i> .
Iodium 129	$^{129}\text{I}$	$1,57 \times 10^7$ tahun	Produk fisi yang dihasilkan dari uji-coba senjata nuklir dan reaktor nuklir.

Sumber: [http://www.faktailmiah.com/sumber radiasi alam](http://www.faktailmiah.com/sumber-radiasi-alam).

### 2.2.2 Radioaktivitas

Zat yang mengandung inti tidak stabil disebut zat radioaktif. Radioaktif berasal dari kata *radio* atau *radiare* yaitu memancar, bersinar dan aktif. Aktif berarti spontan dengan sendirinya. Gejala radioaktivitas adalah gejala pemancaran radiasi secara spontan dari unsur radioaktif. Sedangkan bahan yang menunjukkan gejala radioaktivitas disebut sebagai bahan radioaktif. Jadi bahan radioaktif adalah bahan yang dapat memancarkan sinar-sinar radioaktif secara spontan karena peristiwa-peristiwa yang terjadi di dalam inti atom bahan itu.

Aktivitas adalah banyaknya peluruhan yang terjadi per satuan waktu (Beiser, 1987). Seperti halnya besaran fisika lainnya, zat radioaktif juga mempunyai satuan. Aktivitas zat radioaktif menyatakan jumlah zat radioaktif yang melakukan peluruhan (disintegrasi) setiap satuan waktu (satuan yang digunakan adalah detik), untuk menyatakan aktivitas zat radioaktif digunakan satuan becquerel, yang disingkat Bq. Zat radioaktif dikatakan beraktivitas satu Bq apabila zat itu melakukan satu kali peluruhan setiap detiknya. Jadi  $1\text{Bq} = 1$  disintegrasi per sekon (dps).

Selain Bq, satuan lain untuk menyatakan aktivitas zat radioaktif, yaitu curie yang disingkat Ci. Satuan Bq dipakai sebagai satuan sistem internasional (SI) sejak tahun 1976, sebelumnya hanya digunakan satuan Ci saja. Kedua satuan tersebut sampai saat ini masih digunakan. Pada umumnya untuk zat radioaktif dengan tingkat aktivitas rendah digunakan satuan Bq sedangkan untuk aktivitas tinggi digunakan satuan Ci. Satuan Ci semula didefinisikan sebagai aktivitas 1 gram  $^{226}_{88}\text{Ra}$  yang melakukan peluruhan  $3,7 \times 10^{10}$  disintegrasi per sekon (dps), karena  $1\text{ dps} = 1\text{ Bq}$ , maka  $1\text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10}\text{ Bq}$ . Aktivitas zat radioaktif hanya

menunjukkan jumlah inti radioaktif yang melakukan peluruhan, tetapi tidak menunjukkan jumlah radiasi yang dipancarkannya.

### **2.2.3 Paparan Radiasi**

Radiasi mempunyai ukuran atau satuan untuk menunjukkan besarnya pancaran radiasi dari suatu sumber, atau menunjukkan banyaknya dosis radiasi yang terpapar dari suatu sumber radiasi. Paparan pada mulanya merupakan besaran untuk menyatakan intensitas sinar-X yang dapat menghasilkan ionisasi di udara dalam jumlah tertentu. Besaran paparan mempunyai satuan Coulomb per kilogram udara ( $C.kg^{-1}$ ) dan diberi nama khusus roentgen, disingkat R. Satu R didefinisikan sebagai intensitas sinar-X yang dapat menghasilkan ionisasi di udara sebanyak  $1,16 \times 10$  pasangan ion per kg udara.

Satuan roentgen semula hanya berlaku untuk sinar-X saja, namun pada tahun 1937 satuan ini didefinisikan ulang sehingga berlaku juga untuk sinar- $\gamma$ . Pengertian baru dari roentgen ini adalah bahwa 1 R merupakan kuantitas radiasi sinar-X atau sinar- $\gamma$  yang menghasilkan 1 esu ion positif atau negatif di dalam  $1 \text{ cm}^3$  udara normal (NPT). Jadi  $1R = 1 \text{ esu/cm}^3$  udara (NPT).

### **2.2.4 Peluruhan Radioaktif**

Pemancaran radiasi secara terus-menerus sepanjang waktu dari inti radioaktif akan mengakibatkan berkurangnya jumlah inti atom radioaktif. Peristiwa penyusutan jumlah inti atom ini disebut peluruhan (Akhadi, 2000). Berkurangnya jumlah inti radioaktif akan disertai dengan berkurangnya jumlah radiasi yang dipancarkan.

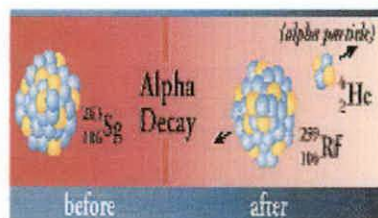
## 1. Peluruhan alfa

Peluruhan alfa adalah salah satu jenis peluruhan radioaktif dari sebuah inti atom yang memancarkan partikel alfa dan meluruh menjadi suatu atom dengan nomor massa 4 dan nomor atom 2. Partikel alfa diradiasikan oleh inti atom radioaktif seperti uranium atau radium dalam suatu proses yang disebut dengan peluruhan alfa. Sering terjadi inti atom yang selesai meradiasikan partikel alfa akan berada dalam keadaan eksitasi dan akan memancarkan sinar gamma untuk membuang energi yang lebih. Setelah partikel alfa diradiasikan, massa inti atom akan turun kira-kira sebesar 4 sma, karena kehilangan 4 partikel. Nomor atom akan berkurang 2, karena hilangnya 2 proton sehingga akan terbentuk inti atom baru yang dinamakan inti anak. Contoh peluruhan partikel alfa ditunjukkan pada Gambar 2.1. Dalam peluruhan alfa berlaku :

1. Hukum kekekalan nomor massa : nomor massa (A) berukuran 4
2. Hukum kekekalan nomor atom : nomor atom (Z) berukuran 2

Contoh :  ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$

Reaksi peluruhan alfa dapat ditulis :  ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + \alpha$

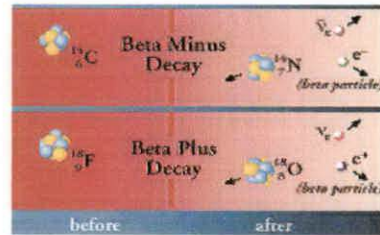


Gambar 2.1 Peluruhan  $\alpha$

(Sumber: [http://www.e-dukasi.com/peluruhan radioaktif](http://www.e-dukasi.com/peluruhan%20radioaktif))

## 2. Peluruhan beta

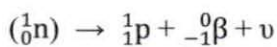
Peluruhan beta adalah salah satu jenis peluruhan radioaktif dari sebuah inti yang mengubah komposisinya untuk mencapai kemantapan yang lebih besar dengan memancarkan partikel beta. Jika selama peluruhan sebuah inti memancarkan elektron dikatakan sebagai peluruhan beta minus ( $\beta^-$ ), jika inti memancarkan positron dikatakan sebagai peluruhan beta plus ( $\beta^+$ ) serta bila inti menangkap elektron atomik terdalam dikatakan sebagai peristiwa penangkapan elektron. Contoh peluruhan  $\beta^-$  dan  $\beta^+$  ditunjukkan pada Gambar 2.2.



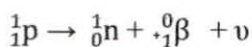
Gambar 2.2 Peluruhan  $\beta^-$  dan  $\beta^+$   
(Sumber: [http://www.e-dukasi.com/peluruhan radioaktif](http://www.e-dukasi.com/peluruhan%20radioaktif))

Peluruhan beta minus ( $\beta^-$ ) disertai dengan pembebasan sebuah neutrino ( $\nu$ ). Elektron yang dipancarkan dalam peluruhan ini bukanlah elektron orbital (elektron yang bergerak mengelilingi inti) melainkan elektron yang ditimbulkan oleh inti atom itu sendiri dari energi yang tersedia di dalam inti. Hadirnya elektron ( $\beta^-$ ) dan ( $\beta^+$ ) di dalam inti melalui dua proses yaitu

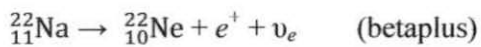
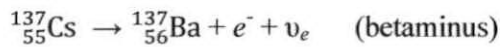
1. sebuah neutron ( ${}^1_0n$ ) berubah menjadi positron ( ${}^1_1p$ ) dan sebuah neutrino ( $\nu$ )



2. sebuah proton ( ${}^1_1p$ ) berubah menjadi neutron ( ${}^1_0n$ ) dan sebuah neutrino ( $\nu$ )



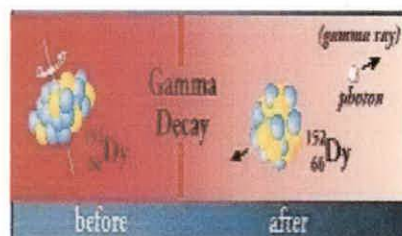
Spesifikasi peluruhan beta plus adalah adanya pemberian energi dalam proses “penciptaan” massa, karena massa neutron (sebagai inti anak) ditambah massa positron dan neutrino lebih besar daripada massa proton (sebagai inti induk). contoh reaksi inti dari peluruhan betaminus dan betapulus adalah :



Penangkapan elektron adalah salah satu bentuk radioaktivitas. Penangkapan elektron adalah bila inti menangkap elektron atomik terdalam disertai pemancaran sebuah neutrino. Contoh reaksi inti dari penangkapan electron adalah :  ${}^7_4\text{Be} + {}^0_{-1}\text{e} \rightarrow {}^7_3\text{Li} + \nu$

### 3. Peluruhan Gamma

Peluruhan Gamma merupakan radiasi gelombang elektromagnetik dengan energi sangat tinggi sehingga memiliki daya tembus yang sangat kuat. Sinar gamma dihasilkan oleh transisi energi inti atom dari suatu keadaan eksitasi ke keadaan dasar. Saat transisi berlangsung terjadi radiasi energi tinggi (sekitar 4,4 MeV) dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Dalam peluruhan, sinar- $\gamma$  tidak menghasilkan inti atom baru. Contoh peluruhan gamma ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Peluruhan  $\gamma$

(Sumber:[http://www.e-dukasi.com/peluruhan radioaktif](http://www.e-dukasi.com/peluruhan%20radioaktif))

### 2.2.5 Umur Paro ( $T_{1/2}$ )

Umur paro ( $T_{1/2}$ ) adalah waktu yang diperlukan oleh suatu radionuklida untuk meluruh sehingga jumlahnya tinggal setengahnya. Peristiwa pemancaran radiasi suatu radionuklida sulit untuk ditentukan, tetapi untuk sekumpulan inti yang sama, peluruhannya dapat diperkirakan. Semakin pendek umur paro, semakin cepat zat radioaktif tersebut meluruh sehingga kemampuannya memancarkan radiasi berkurang dengan cepat pula. Sebaliknya semakin panjang umur paro, semakin lambat zat radioaktif tersebut meluruh dengan laju yang lambat. Laju pancaran radiasi dalam satuan waktu disebut konstanta peluruhan ( $\lambda$ ) dan secara matematik hubungan antara  $\lambda$  dan  $T_{1/2}$  dinyatakan pada persamaan 2.1.

$$T_{1/2} = 0,693/\lambda \quad (2.1)$$

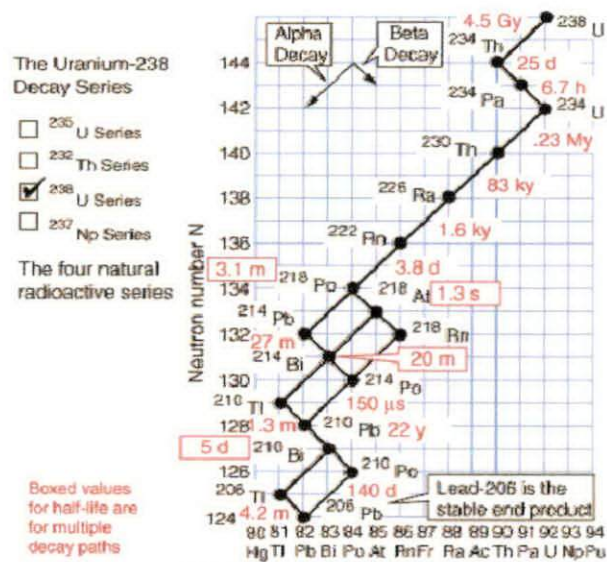
### 2.2.6 Deret Radioaktif

Deret radioaktif adalah suatu kumpulan unsur-unsur hasil peluruhan suatu radioaktif yang berakhir dengan terbentuknya unsur yang stabil. Ada empat deret radioaktif yang masing-masing berakhir pada nuklida anak mantap. Kebanyakan unsur radioaktif yang didapatkan dalam alam merupakan anggota dari empat deret radioaktif, masing-masing deret terdiri dari urutan produk nuklida anak yang semuanya dapat diturunkan dari nuklida induk tunggal.

Keempat deret tersebut adalah deret peluruhan uranium, deret peluruhan thorium, deret peluruhan aktinium dan deret peluruhan neptunium yang ditunjukkan pada Gambar 2.4, 2.5, 2.6 dan 2.7.



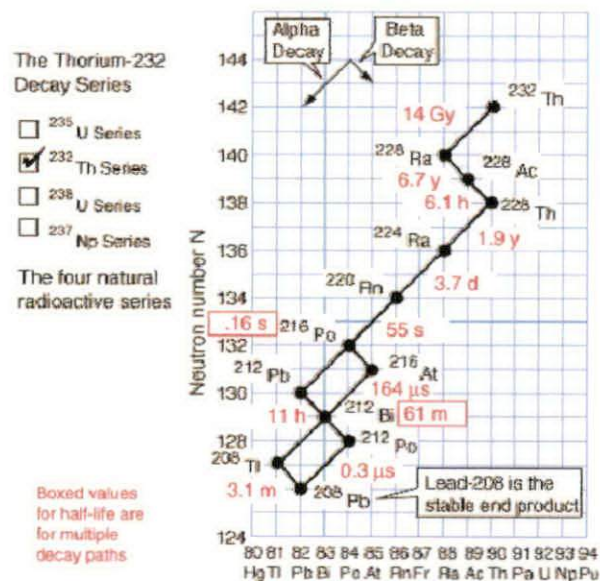
## a. Deret Uranium



Gambar 2.4 Deret Peluruhan Uranium

(Sumber: [http://www.hyperphysics.com/radioactive decay](http://www.hyperphysics.com/radioactive%20decay))

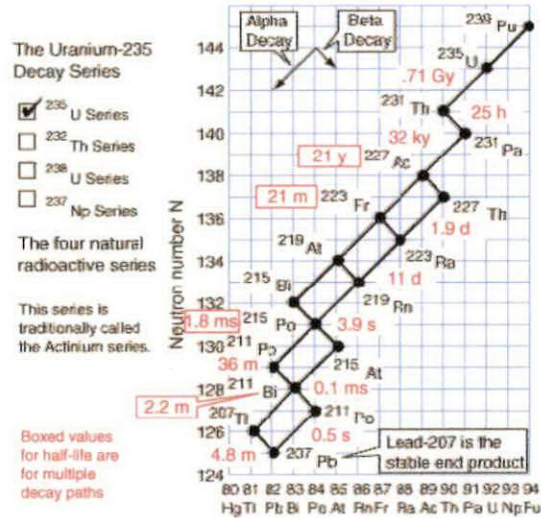
## b. Deret Thorium



Gambar 2.5 Deret Peluruhan Thorium

(Sumber: [http://www.hyperphysics.com/radioactive decay](http://www.hyperphysics.com/radioactive%20decay))

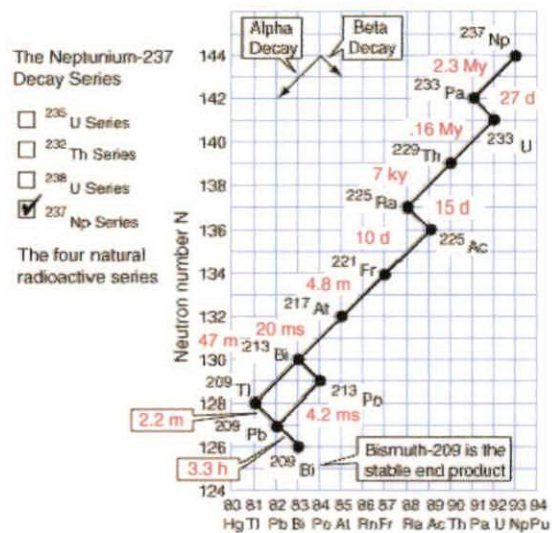
## c. Deret Aktinium



Gambar 2.6 Deret Peluruhan Aktinium

(Sumber: [http://www.hyperphysics.com/radioactive\\_decay](http://www.hyperphysics.com/radioactive_decay))

## d. Deret Neptunium



Gambar 2.7 Deret Peluruhan Neptunium

(Sumber: [http://www.hyperphysics.com/radioactive\\_decay](http://www.hyperphysics.com/radioactive_decay))

### 2.2.7 Granit

Dalam istilah geologi, granit adalah batuan beku, yang berarti terbentuk ketika magma (batuan cair) didinginkan sangat lambat sampai dipadatkan dalam suatu proses yang sangat lama sampai ribuan, atau bahkan jutaan tahun. Granit mempunyai berbagai warna, hal ini membuat granit menjadi bahan bangunan yang populer di rumah-rumah dan bangunan. Setiap bahan terbentuk secara alamiah yang memiliki potensi mengandung berbagai jumlah dari radiasi alami. Banyaknya unsur radioaktif tergantung pada komposisi batuan cair dari mana mereka terbentuk, beberapa potong granit menunjukkan radioaktivitas lebih dari yang lain.

Semua batuan memiliki sejumlah kecil radioaktivitas di dalamnya, hal ini disebabkan karena adanya mineral yang mengandung unsur radioaktif  $^{40}_{19}\text{K}$ ,  $^{238}_{92}\text{U}$ , dan  $^{230}_{90}\text{Th}$ , (Rasito, dkk, 2007). Granit merupakan sumber radiasi alam, seperti batu alam. Namun, beberapa granit telah dilaporkan memiliki radioaktivitas yang lebih tinggi sehingga meningkatkan kekhawatiran tentang keselamatan masyarakat yang menggunakan.

Granit, pada umumnya dimanfaatkan untuk meja makan, meja dapur, meja kamar mandi, lantai dan lain sebagainya. Padahal granit merupakan sumber radiasi alam, dimana pada peluruhan radioaktivitas yang terkandung di dalamnya akan memancarkan gas radon. Gas radon merupakan sumber radiasi alfa yang paling banyak di alam. Diperkirakan radon banyak berada dalam ruangan sekitar 50 % dari dosis yang diterima masyarakat dari semua sumber radiasi, baik radiasi alam maupun radiasi buatan manusia (Alatas, 2007). Gas radon menimbulkan

masalah kesehatan yang signifikan, dan merupakan dua penyebab dari kanker paru-paru di AS selain merokok.

Granit merupakan bahan yang sangat kuat yang tahan terhadap suhu ekstrim, luka, goresan dan noda. Mengingat berbagai kegiatan persiapan dilakukan pada meja dapur, fitur-fitur ini membuat granit pilihan terbaik untuk digunakan sebagai bahan untuk dapur meja. Granit relatif mudah dibersihkan karena selesai dibersihkan granit akan halus dan mengkilap seperti baru. Pada umumnya masyarakat menggunakan granit sebagai meja makan, oleh karena itu meja granit sangat populer dikalangan konstruktor rumah dan pembangunan.

Perusahaan granit tetap mempertahankan dan meningkatkan kualitas yang baik agar granit tetap menjadi salah satu bahan bangunan dan furnitur yang dipopulerkan masyarakat walaupun harganya mahal. Granit mempunyai berbagai warna pilihan yang asli dari alam, tetapi yang harus diketahui oleh masyarakat yang menggunakan bahwa granit terbentuk dari magma yang berada di dalam kerak bumi. EPA belum melakukan studi tentang radioaktivitas dimeja granit. Namun berdasarkan informasi yang tersedia secara terbatas, EPA akan terus memantau dan menganalisis penelitian yang berkembang tentang masalah ini dan akan memperbarui rekomendasi yang sesuai. EPA merupakan suatu badan yang berwenang menentukan pembatasan dosis radiasi yang masih diperbolehkan diterima oleh tubuh makhluk hidup dan EPA merupakan acuan yang dipakai di luar negeri.

Sedangkan di Indonesia badan yang berwenang adalah ICRP (Komisi Internasional untuk Satuan dan Pengukuran Radiologi). Berbagai perkembangan dalam penelitian radoibiologi dan dosimetri radiasi telah mengantarkan ke arah

perubahan dalam teknik penentuan nilai batas dosis, sehingga pertemuan ICRP tahun 1950 memutuskan untuk menurunkan dosis tenggang menjadi 0,05 R ( 50 mR ) per hari atau 0,3 R ( 300mR ) per minggu atau 15 R per tahun dan menetapkan kulit sebagai organ kritis dengan dosis tenggang sebesar 0,6 R per minggu pada kedalaman 7 mg / cm<sup>2</sup>.



Gambar 2.8 Granit yang di jual di toko bangunan  
(Sumber:<http://www.wikipedia.com/granit>)



Gambar 2.9 Meja yang berbahan granit  
(Sumber:<http://www.wikipedia.com/granit>)

Tabel 2.4 memperlihatkan beberapa bahan bangunan dan konsentrasi uranium, thorium dan kalium yang terkandung di dalam bahan bangunan tersebut.

Tabel 2.4 Konsentrasi Uranium, Thorium dan Kalium dalam Bahan Bangunan

Konsentrasi Uranium, Thorium dan Kalium dalam Bahan Bangunan			
Bahan bangunan	Uranium (ppm)	Thorium (ppm)	Kalium (ppm)
Granit	4,7	2	4
Batu pasir ( <i>sandstone</i> )	0,45	1,7	1,4
Semen	3,4	5,1	0,8
Batako kapur ( <i>limestone concrete</i> )	2,3	2,1	0,3
Batako semen ( <i>sandstone concrete</i> )	0,8	2,1	1,3
Papan Partisi ( <i>dry wallboard</i> )	1,0	3	0,3
Gypsum	13,7	16,1	0,02
Kayu	-	-	11,3
Batu bata tanah liat ( <i>clay brick</i> )	8,2	10,8	2,3

Sumber: <http://www.faktailmiah.com/sumber radiasi alam.>

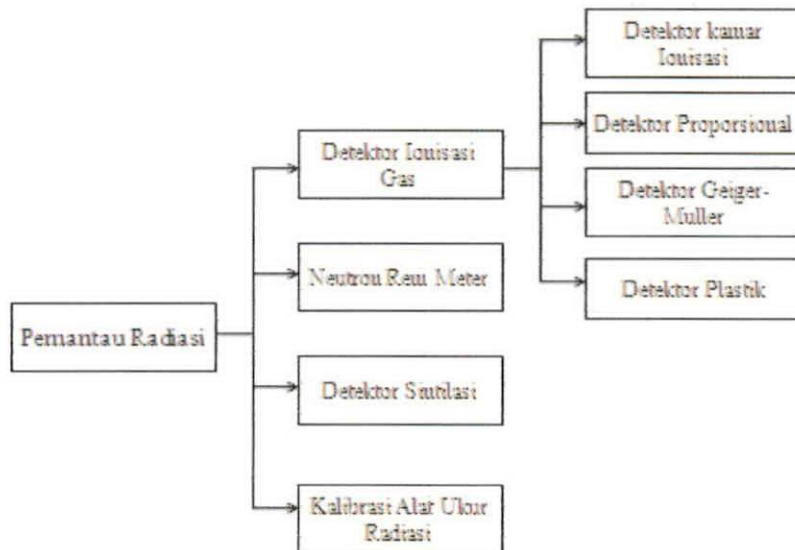
### 2.2.8 Pemantauan Radiasi

Alat ukur radiasi merupakan suatu sistem yang terdiri dari detektor dan peralatan penunjang, seperti sistem pengukur radiasi lainnya. Alat ukur dapat memberikan informasi dosis radiasi seperti paparan dengan satuan roentgen ( $R$ ), dosis serap dengan satuan rad atau gray ( $Gy$ ), dan dosis ekuivalen dengan satuan rem atau sievert ( $Sv$ ).

Setiap alat pantau mempunyai detektor yang mampu mengenali adanya radiasi. Apabila radiasi pengion melintasi bahan detektor, maka antara bahan

detektor dan radiasi pengion akan terjadi interaksi sehingga menimbulkan berbagai jejak atau tanggapan tertentu yang merupakan hasil interaksi antara radiasi dan bahan detektor (Akhadi, 2000).

Secara umum ada empat jenis alat pantau radiasi yang bisa digunakan dalam kegiatan pemantauan radiasi dan radioaktivitas lingkungan yang ditunjukkan pada Gambar 2.10.



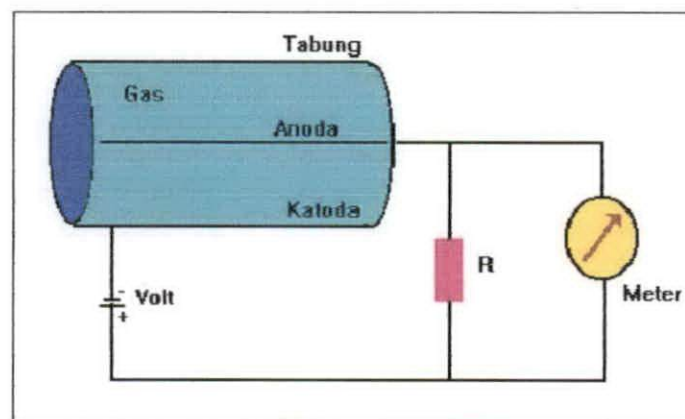
Gambar 2.10 Klasifikasi pemantau radiasi

Detektor ionisasi gas bekerja dengan memanfaatkan hasil interaksi antara radiasi pengion dengan atom atau molekul gas yang dipakai sebagai detektor. Lintasan radiasi pengion di dalam bahan detektor dapat mengakibatkan terlepasnya elektron-elektron dari atom bahan itu sehingga terbentuklah pasangan ion positif dan negatif.

Pasangan ion itu terdiri dari elektron bebas dan atom atau molekul residu yang bermuatan positif. Proses pembentukan pasangan ion disebut proses ionisasi. Partikel bermuatan seperti alfa dan beta dapat melakukan ionisasi secara langsung.

Sedangkan foton dan neutron melakukan ionisasi secara tidak langsung. Proses ionisasi tidak langsung dimulai dari interaksi antara foton maupun neutron dengan bahan detektor sehingga dihasilkan partikel bermuatan. Partikel inilah yang selanjutnya melakukan ionisasi terhadap bahan detektor.

Detektor isian gas merupakan detektor yang paling sering digunakan untuk mengukur radiasi. Detektor ini terdiri dari dua elektroda, positif dan negatif, serta berisi gas di antara kedua elektrodanya. Elektroda positif disebut sebagai anoda, yang dihubungkan ke kutub listrik positif, sedangkan elektroda negatif disebut sebagai katoda, yang dihubungkan ke kutub negatif. Kebanyakan detektor ini berbentuk silinder dengan sumbu yang berfungsi sebagai anoda dan dinding silindernya sebagai katoda sebagaimana Gambar 2.11.

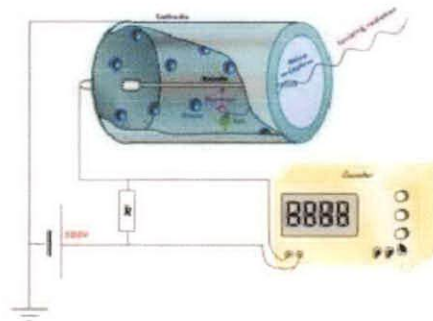


Gambar 2.11 Konstruksi Detektor Isian Gas  
(Sumber: <http://www.wikipedia.com/prinsipdasar-pengukuran-radiasi>)



## 2.2.9 Detektor Geiger-Muller

### 1. Bagian-bagian detektor



Gambar 2.12 Detektor Geiger-Muller  
(Sumber: <http://www.wikipedia.com/prinsip-dasar-pengukuran-radiasi>)

**Katoda :** yaitu dinding tabung logam yang merupakan elektroda negatif. Jika tabung terbuat dari gelas maka dinding tabung harus dilapisilogam tipis.

**Anoda:** yaitu kawat tipis atau wolfram yang terbentang di tengah-tengah tabung.  
Anoda sebagai elektroda positif.

**Isi tabung :** yaitu gas bertekanan rendah, biasanya gas beratungtunggal dicampur gas poliatom gas yang banyak digunakan Ar dan He.

### 1. Prinsip kerja detektor Geiger muller

Detektor Geiger Muller merupakan salah satu detektor yang berisi gas. Selain Geiger muller masih ada detektor lain yang merupakan detektor isiann gas yaitu detektor ionisasi dan detektor proporsional. Ketiga macam detektor tersebut secara garis besar prinsipkerjanya sama, yaitu sama-sama menggunakan medium gas. Perbedaannya hanya terletak pada tegangan yang diberikan pada masing-

masing detektor tersebut. Banyaknya pasangan elektron dan ion yang terjadi pada detektor Geiger-Muller tidak sebanding dengan radiasi yang datang. Hasil ionisasi ini disebut elektron primer. Karena antara anoda dan katoda diberikan beda tegangan maka akan timbul medan listrik di antara kedua elektroda tersebut. Ion positif akan bergerak ke arah dinding tabung (katoda) dengan kecepatan yang relatif lebih lambat bila dibandingkan dengan elektron-elektron yang bergerak ke arah anoda (+) dengan cepat.

Kecepatan geraknya tergantung pada besarnya tegangan  $V$ . sedangkan besarnya tenaga yang diperlukan untuk membentuk elektron dan ion tergantung pada macam gas yang digunakan. Dengan tenaga yang relatif tinggi maka elektron akan mampu mengionisasi atom-atom sekitarnya, sehingga menimbulkan pasangan electron dan ion sekunder. Pasangan electron dan ion sekunder ini masih dapat menimbulkan pasangan elektron dan ion tersier dan seterusnya. Sehingga akan terjadi lucutan yang terus menerus (*avalence*). Kalau tegangan  $V$  dinaikkan lebih tinggi lagi maka peristiwa pelucutan elektron sekunder atau *avalanche* makin besar dan elektron sekunder yang terbentuk makin banyak.

Akibatnya anoda diselubungi serta dilindungi oleh muatan negative, sehingga peristiwa ionisasi akan terhenti karena gerak ion positif ke dinding tabung (katoda) lambat maka ion-ion ini dapat membentuk semacam lapisan pelindung positif pada permukaan dinding tabung. Keadaan tersebut dinamakan efek muatan ruang atau *space charge effect*. Tegangan yang menimbulkan efek muatan ruang adalah tegangan maksimum yang membatasi berkumpulnya elektron-elektron pada anoda.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat Penelitian

Penelitian pengukuran aktivitas radiasi alfa, beta dan gamma pada material bangunan khususnya lantai yang berbahan campuran granit dilakukan di PTKMR (Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi) BATAN (Badan Tenaga Nuklir Nasional) Jakarta.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

1. Monitor kontaminasi model 3-97 dengan detektor Geiger-Muller (GM).

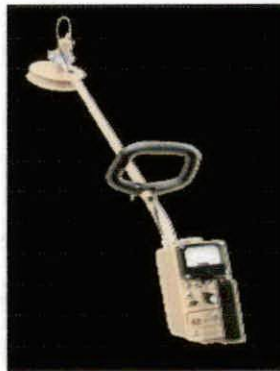
Monitor kontaminasi model 3-97 dengan detektor Geiger-Muller digunakan untuk mengukur kontaminasi radiasi alfa dan beta, ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Monitor kontaminasi model 3-97 dengan detektor GM

2. Alat ukur paparan radiasi model 193-6 dengan detektor plastik

Alat ukur model 193-6 dengan detektor plastik digunakan untuk mengukur paparan radiasi gamma, ditunjukkan pada Gambar 3.2.

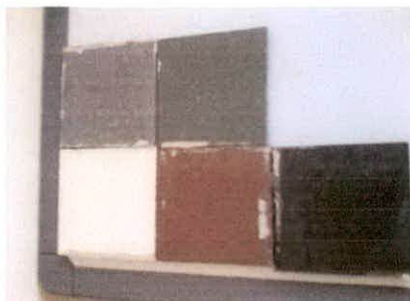


Gambar 3.2 Alat ukur paparan radiasi model 193-6 dengan detektor plastik

### 3.2.2 Bahan

1. Granit

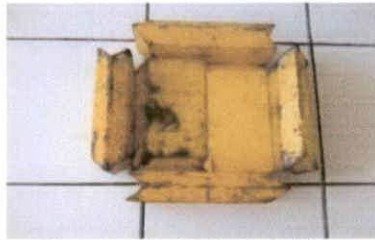
Pada penelitian ini digunakan material bangunan khususnya lantai yang berbahan campuran granit sebanyak lima buah yang berwarna putih, abu-abu, hijau, coklat dan hitam. Granit berukuran 10 cm x 10 cm yang diperoleh di salah satu toko bangunan di kota Padang, ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Contoh granit

## 2. Timbal (Pb)

Timbal digunakan sebagai *shielding* pada saat pengukuran dilakukan dengan tujuan agar radiasi latar belakang berkurang.



Gambar 3.4 Timbal (Pb)

### 3.3 Tata Laksana Penelitian

Pengukuran aktivitas radiasi alfa, beta dan gamma dilakukan setelah pengukuran radiasi latar. Radiasi latar adalah radiasi yang ada dilingkungan selain radiasi dari sumber radiasi. pengukuran radiasi latar alfa dan beta menggunakan detektor Geiger-Muller, pengukuran radiasi latar gamma menggunakan detektor plastik yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 dan 3.6 sedangkan pengukuran aktivitas radiasi alfa, beta dan gamma ditunjukkan pada Gambar 3.7 dan 3.8.

Dimana dilakukan pengambilan data aktivitas radiasi alfa terlebih dahulu seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 6 Gambar 3 untuk setiap contoh warna granit, dengan menggunakan detektor yang sama dilakukan pengukuran aktivitas radiasi beta seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 6 Gambar 4. Pengambilan data aktivitas radiasi beta untuk setiap contoh granit dilakukan penutupan permukaan granit dengan kertas karena aktivitas radiasi alfa memiliki jangkauan yang pendek hanya beberapa cm dari pada beta sehingga pada saat pengukuran

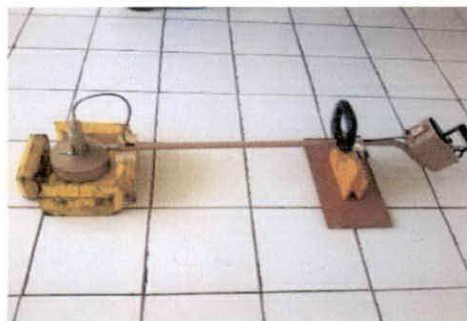
aktivitas radiasi beta, radiasi aktivitas alfa terhalang oleh kertas dan aktivitas yang tertangkap oleh detektor hanya aktivitas radiasi beta saja. Data aktivitas radiasi alfa yang didapat dari hasil pengukuran dikurangkan dengan data aktivitas radiasi beta dan data hasil pengurangan tersebut adalah data aktivitas radiasi alfa.

Pengukuran aktivitas radiasi gamma untuk setiap contoh granit menggunakan detektor plastik seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 6 Gambar 7.

### 3.3.1 Pengukuran Radiasi Latar

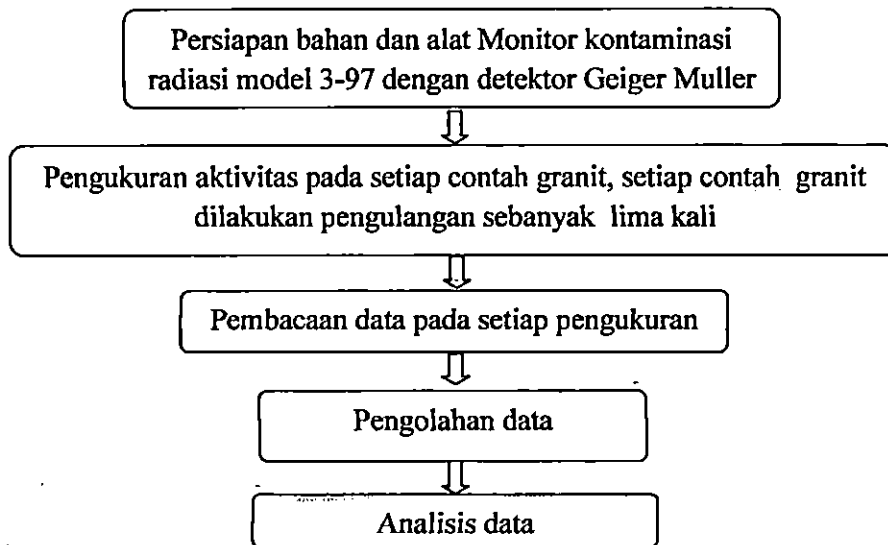


Gambar 3.5 Pengukuran radiasi latar alfa dan beta



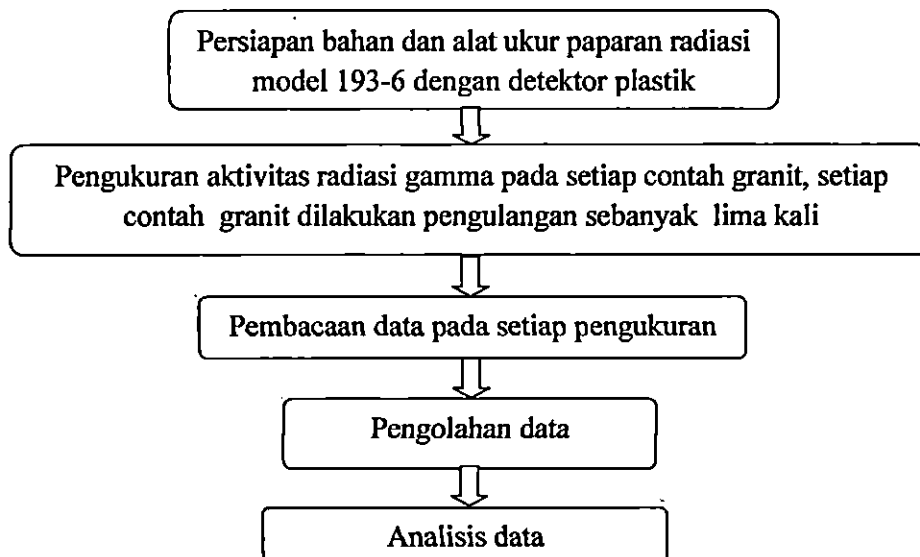
Gambar 3.6 Pengukuran radiasi latar gamma

### 3.3.2 Pengukuran Aktivitas Radiasi Alfa dan Beta



Gambar 3.7 Diagram alir pengukuran aktivitas radiasi alfa dan beta

### 3.3.3 Pengukuran Aktivitas Radiasi Gamma



Gambar 3.8 Diagram alir pengukuran aktivitas radiasi gamma

Data aktivitas radiasi alfa dan beta yang didapat dari hasil pengukuran dihitung menggunakan persamaan 3.1.

$$A_s = \frac{Nt - Nb}{E_i \cdot E_s} \quad (3.1)$$

dimana :

$A_s$  = Aktivitas radiasi atau kontaminasi permukaan ( $Bq/cm^2$ ), diperoleh dari hasil pengukuran aktivitas radiasi.

$Nt$  = Total aktivitas radiasi ( $Bq/cm^2$ ), diperoleh dari pengukuran aktivitas radiasi.

$Nb$  = Aktivitas radiasi latar ( $Bq/cm^2$ ), diperoleh dari pengukuran aktivitas radiasi.

$E_i$  = Efisiensi detektor, untuk alfa 16,91 dan beta 3,66, merupakan tetapan yang diperoleh dari hasil kalibrasi alat, dilakukan oleh petugas yang berwenang.

$E_s$  = Efisiensi sumber kontaminasi untuk nilai alfa 0,25 dan beta 0,5, merupakan tetapan yang diperoleh dari hasil kalibrasi alat, dilakukan oleh petugas yang berwenang.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengambilan yang telah dilakukan pada granit sebanyak 5 warna, diperoleh data aktivitas radiasi alfa, beta, dan gamma seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1, 4.3, dan 4.5.

#### 4.1 Pengukuran Aktivitas Radiasi Alfa ( $\alpha$ )

Pengukuran aktivitas radiasi alfa menggunakan detektor Geiger-Muller ditunjukkan pada Tabel 4.1. Berdasarkan Tabel 4.1 diperoleh rata-rata aktivitas radiasi alfa untuk granit berwarna putih 0,44 Bq/cm<sup>2</sup>, granit berwarna abu-abu 0,48 Bq/cm<sup>2</sup>, granit berwarna hijau 0,50 Bq/cm<sup>2</sup>, granit berwarna coklat 0,52 Bq/cm<sup>2</sup>, dan granit berwarna hitam 0,70 Bq/cm<sup>2</sup>.

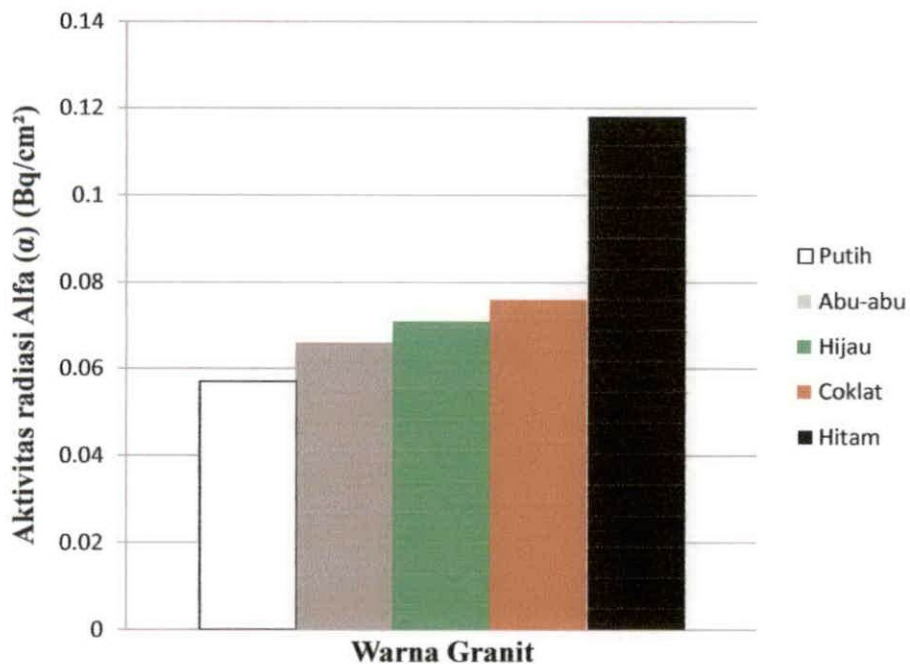
Tabel 4.1 Aktivitas radiasi alfa ( $\alpha$ ) menggunakan detektor Geiger-Muller

Pengulangan	Aktivitas radiasi alfa ( $\alpha$ ) (Bq/cm <sup>2</sup> )				
	Warna				
	Putih	Abu-abu	Hijau	Coklat	Hitam
1	0,2	0,4	0,3	0,4	0,5
2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6
3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5
4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5
5	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4
Rata-rata aktivitas radiasi	0,24	0,28	0,3	0,32	0,5
Aktivitas radiasi latar (Nb)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Total aktivitas radiasi (Nt)	0,44	0,48	0,50	0,52	0,70

Selanjutnya aktivitas radiasi alfa yang diperoleh pada Tabel 4.1 dihitung menggunakan persamaan 3.1, hasil yang didapat ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 serta data perhitungan lengkap ditunjukkan pada Lampiran 4.

Tabel 4.2 Data aktivitas radiasi alfa (kontaminasi permukaan)

N0	Warna Granit	Aktivitas Radiasi alfa ( $\alpha$ ) (Bq/cm <sup>2</sup> )
1	Putih	0,057
2	Abu-abu	0,066
3	Hijau	0,071
4	Coklat	0,076
5	Hitam	0,118



Gambar 4.1 Hubungan antara aktivitas radiasi alfa dengan warna granit

Dari Gambar 4.1 diperoleh bahwa aktivitas radiasi alfa pada granit yang paling tinggi terdapat pada granit berwarna hitam, disusul coklat, hijau, abu-abu dan putih. Hal ini dikarenakan granit merupakan hasil pembekuan magma di dalam kerak bumi yang memiliki sejumlah radioaktivitas di dalamnya seperti  $^{40}_{19}\text{K}$ ,  $^{238}_{92}\text{U}$ , dan  $^{230}_{90}\text{Th}$ , (Rasito, dkk, 2007).

Pada umumnya masyarakat banyak menggunakan granit berwarna hitam karena warna tersebut memiliki kesan yang indah dan klasik. Padahal radiasi partikel alfa sangat berbahaya sebagai radiasi internal karena diketahui bahwa kecepatan gerak radiasi alfa berkisar antara 0,054 c hingga 0,07 c, dengan c adalah kecepatan cahaya yang nilainya  $3 \times 10^8$  m/s. Jangkauan alfa di udara hanya beberapa cm sehingga mampu dihalang oleh *tissue*, sedangkan dalam jaringan jangkauannya lebih pendek lagi yaitu hanya beberapa micron (Akhadi, 2000). Radiasi alfa dilepaskan pada deret peluruhan  $^{238}_{92}\text{U}$ ,  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{230}_{90}\text{Th}$ , dan  $^{237}_{93}\text{Np}$  dimana apabila terhirup, radiasi alfa berpotensi menyebabkan kanker paru-paru (Anies, 2009). Nilai batas dosis untuk aktivitas radiasi alfa belum direkomendasikan oleh pihak yang berwenang, hal ini dikarenakan aktivitas radiasi alfa tidak berbahaya jika berada di luar tubuh manusia.

#### 4.2 Pengukuran Aktivitas Radiasi Beta ( $\beta$ )

Dari pengukuran aktivitas radiasi beta pada granit sebanyak 5 warna, maka didapatkan besar aktivitas dari masing-masing warna yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

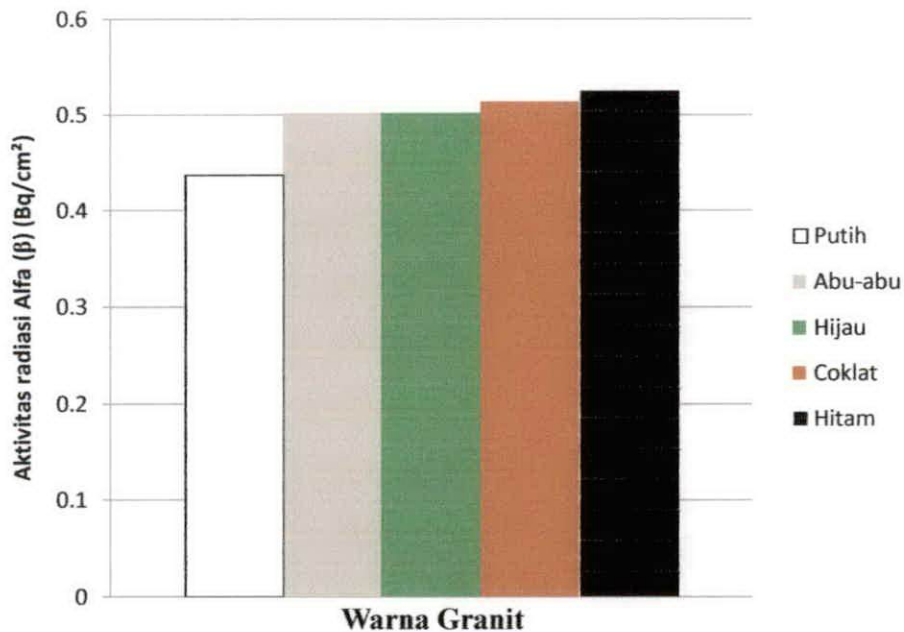
Tabel 4.3 Aktivitas radiasi beta ( $\beta$ ) menggunakan detektor Geiger-Muller

Pengulangan	kontaminasi radiasi beta ( $\beta$ ) ( $\text{Bq}/\text{cm}^2$ )				
	Warna				
	Putih	Abu-abu	Hijau	Coklat	Hitam
1	0,8	0,9	0,9	0,9	1
2	0,8	0,9	1	1	0,9
3	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9
4	0,8	0,9	0,9	0,9	1
5	0,8	1	1	1	1
Rata-rata aktivitas radiasi	0,8	0,92	0,92	0,94	0,96
Aktivitas radiasi latar (Nb)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Total aktivitas radiasi (Nt)	1	1,12	1,12	1,14	1,16

Berdasarkan Tabel 4.3 diperoleh rata-rata aktivitas radiasi beta untuk granit berwarna putih  $1 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ , abu-abu  $1.12 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ , hijau  $1.12 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ , coklat  $1.14 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ , dan hitam  $1.16 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ . Rata-rata aktivitas radiasi beta dihitung menggunakan persamaan 3.1 dan hasil yang didapat ditunjukkan pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.2 sedangkan data perhitungan ditunjukkan pada Lampiran 5.

Tabel 4.4 Data aktivitas radiasi beta (kontaminasi permukaan)

N0	Warna Granit	Aktivitas Radiasi Beta ( $\beta$ ) ( $\text{Bq}/\text{cm}^2$ )
1	Putih	0,437
2	Abu-abu	0,502
3	Hijau	0,502
4	Coklat	0,514
5	Hitam	0,525



Gambar 4.2 Hubungan antara aktivitas radiasi beta dengan warna granit

Dari Gambar 4.2 diperoleh bahwa aktivitas radiasi beta pada granit yang tertinggi hingga terendah terdapat pada granit berwarna hitam, disusul warna coklat, warna hijau, warna abu-abu dan warna putih. Hal ini dikarenakan granit merupakan hasil pembekuan magma di dalam kerak bumi yang memiliki sejumlah radioaktivitas di dalamnya seperti  $^{238}_{92}\text{U}$ ,  $^{230}_{90}\text{Th}$ , dan  $^{40}_{19}\text{K}$  (Rasito, dkk, 2007). Radiasi beta juga dilepaskan pada peluruhan  $^{238}_{92}\text{U}$ ,  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{230}_{90}\text{Th}$ , dan  $^{237}_{93}\text{Np}$ . Berbeda dengan radiasi alfa, radiasi beta mempunyai jangkauan yang lebih panjang dan kecepatan geraknya 0,32 c hingga 0,7 c serta daya tembus radiasi yang mampu dihalang oleh aluminium (Al) (Akhadi, 2000).

Radiasi beta dapat menyebabkan cedera pada kulit (*erithema*). Seperti radiasi alfa, nilai batas dosis untuk aktivitas radiasi beta belum direkomendasikan oleh pihak yang berwenang, hal ini dikarenakan aktivitas radiasi beta tidak terlalu

berbahaya hanya saja akan menyebabkan gatal-gatal, *erithema*, pedih dan lain-lain pada kulit tetapi tidak akan menjadi penyakit yang berkelanjutan karena dapat dilakukan penyembuhan secara cepat.

### 4.3 Pengukuran Aktivitas Radiasi Gamma

Pengukuran Aktivitas radiasi Gamma menggunakan detektor plastik ditunjukkan pada Tabel 4.5.

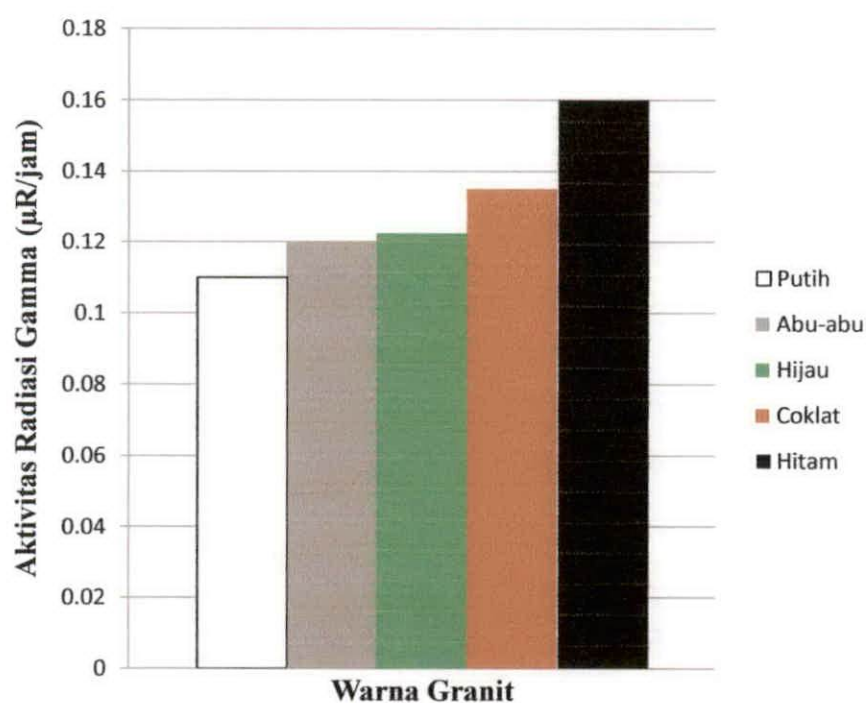
Tabel 4.5 Aktivitas radiasi Gamma Menggunakan Detektor Plastik

No	Warna Granit	Radiasi Latar	Besar aktivitas radiasi gamma ( $\lambda$ ) ( $\mu\text{R}/\text{jam}$ )	Besar aktivitas radiasi gamma-Radiasi latar	Faktor Kalibrasi	Besar aktivitas radiasi gamma-Radiasi latar/Faktor Kalibrasi
1	Putih	0,3	0,384	0,084	0,8	0,11
2	Abu-abu	0,3	0,388	0,088	0,8	0,12
3	Hijau	0,3	0,39	0,09	0,8	0,1225
4	Coklat	0,3	0,392	0,092	0,8	0,135
5	Hitam	0,3	0,418	0,118	0,8	0,16

Pengukuran aktivitas radiasi gamma pada granit sebanyak 5 warna ditunjukkan pada Tabel 4.5 dan hubungan antara aktivitas radiasi gamma dengan warna granit yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.

Tabel 4.6 Data aktivitas radiasi gamma

No	Warna Granit	Aktivitas radiasi Gamma ( $\mu\text{R}/\text{jam}$ )
1	Putih	0,11
2	Abu-abu	0,12
3	Hijau	0,1225
4	Coklat	0,135
5	Hitam	0,16



Gambar 4.3 Hubungan antara aktivitas radiasi gamma dengan warna granit

Dari Gambar 4.3 diperoleh bahwa aktivitas radiasi gamma pada granit yang paling tinggi terdapat pada granit berwarna hitam, coklat, hijau, abu-abu dan putih. Hal ini dikarenakan granit merupakan hasil pembekuan magma di dalam kerak bumi yang memiliki sejumlah radioaktivitas di dalamnya seperti  $^{238}_{92}\text{U}$ ,  $^{230}_{90}\text{Th}$ , dan  $^{40}_{19}\text{K}$  (Rasito, dkk, 2007). Radiasi gamma memiliki kecepatan gerak

sama dengan kecepatan cahaya yaitu  $3 \times 10^8$  m/s dan jangkauan yang lebih panjang dari pada radiasi alfa dan beta hingga masih mampu menembus beton (Pb) tetapi intensitasnya radiasinya berkurang. Radiasi gamma dilepaskan pada setiap deret peluruhan radioaktif karena untuk mencapai kestabilan inti atom.

Berbeda dengan radiasi alfa dan beta, radiasi gamma lebih diperhatikan karena radiasi gamma merupakan radiasi eksternal dan dosis yang diperbolehkan diterima oleh makhluk hidup sesuai rekomendasi ICRP adalah 50 mR/hari. Radiasi gamma sangat berbahaya apabila melewati suatu materi, dimana efek bahaya tersebut ada yang langsung terlihat (efek deterministik) seperti kerusakan pada kulit, gatal-gatal dan lain-lain. Ada juga efek yang tidak langsung terlihat (efek stokastik) atau timbul setelah masa tunda yang lama seperti kanker, cacat genetik dan lain-lain. Hasil yang didapat dari pengukuran menunjukkan bahwa radiasi gamma untuk setiap warna granit masih dibawah nilai batas dosis yang diperbolehkan.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pengambilan data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa aktivitas radiasi tertinggi hingga terendah adalah pada granit berwarna hitam, disusul warna coklat, warna hijau, warna abu-abu dan warna putih seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.1. Mengingat bahan bangunan seperti granit cukup digemari oleh masyarakat, maka perlu diinformasikan kepada masyarakat bahwa granit adalah salah satu bahan bangunan yang mengandung radiasi alfa, beta dan gamma cukup tinggi. Hasil dari pengukuran aktivitas radiasi menunjukkan bahwa granit masih diperbolehkan digunakan karena aktivitas radiasinya masih dibawah nilai batas dosis yang diperbolehkan oleh ICRP.

Tabel 5.1 Aktivitas radiasi alfa, beta dan gamma

No	Warna granit	Aktivitas radiasi		
		Alfa (Bq/cm <sup>2</sup> )	Beta (Bq/cm <sup>2</sup> )	Gamma (μR/jam)
1	Putih	0,057	0,437	0,11
2	Abu-abu	0,066	0,502	0,12
3	Hijau	0,071	0,502	0,1225
4	Coklat	0,076	0,514	0,135
5	Hitam	0,118	0,525	0,16

#### 5.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah contoh, warna dan merek serta melakukan penelitian untuk bahan bangunan berbahan campuran granit lainnya.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Akhadi, M, 2000, *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*, PT. Rineka Cipta: Jakarta.
- Alatas, Z, 2007, *Efek Kesehatan Radiasi Dosis Rendah*, P3KRBIN BATAN: Jakarta.
- Anies, 2009, *Radon Material Penyebab Kanker Paru*, <http://suaramerdeka.com/v1/index.php/read/cetak/2009/07/09/71573/Radon-Material-Penyebab-Kanker-Paru>. diakses tanggal 20 Oktober 2010.
- Beiser, A, 1987, *Konsep Fisika Modern* Edisi ke-4, Alih bahasa DR. The Houw Liong, Erlangga: Jakarta.
- Cember, H, 1983, *Introduction To Health Physics*: Northwestern University.
- EH & E, 2008, *Assessing Exposure To Radon And Radon From Granite Countertops*. Needham, MA, USA: Environmental Health & Engineering, Inc.
- Erawati, dkk, 2009, *Kajian Radioaktivitas untuk Pengawasan Berbagai Bahan Bangunan*, Prosiding Seminar Keselamatan Nuklir, 5 – 6 Agustus 2009 BAPETEN, Jakarta.
- Karam, AP, 2009, *Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM) and Technologically Enhanced NORM (TENORM)*, Medical Physics Publishing Madison, Wisconsin, America.
- Rasito, dkk, 2007, *Konsentrasi Uranium, Thorium dan Kalium Dalam Berbagai Produk Semen Yang Dipasarkan Di Indonesia*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR – BATAN, Bandung. 17 – 18 Juli 2007.
- Sofyan, H, 1998, *Mewaspada Gas Radon*. Buletin ALARA Vol. 1, No. 3, PSPKR, BATAN, Jakarta. Hal 17-24.
- Wiriyosimin, S, 1995, *Mengenal Asas Proteksi Radiasi*, ITB: Bandung.
- Eartheducentre, 2010, *Radon Polutan Yang Tak Tampak*, <http://eartheducentre.blogspot.com/2010/05/radon-polutan-udara-yang-tak-tampak.html>. Diakses 17 Oktober 2010.
- Sumber: <http://www.faktailmiah/sumber-radiasi-alam>, 17 Oktober 2010.

Sumber:<http://www.e-dukasi /peluruhan inti atom>, 8 April 2011.

Sumber:<http://www.hyperphysics.com/radioactive decay>. 12 mei 2011.

# LAMPIRAN

Lampiran 1

Data Pengukuran Aktivitas Radiasi Alfa ( $\alpha$ )

No	Warna Granit	Radiasi latar	Aktivitas Radiasi alfa	Rata-rata Aktivitas Radiasi alfa	(Rata-rata Aktivitas Radiasi alfa) - (radiasi latar)
1	Putih	0,2	0,2	0,24	0,04
2	Putih	0,2	0,3		
3	Putih	0,2	0,3		
4	Putih	0,2	0,2		
5	Putih	0,2	0,2		
5	Abu-abu	0,2	0,4	0,28	0,08
7	Abu-abu	0,2	0,3		
8	Abu-abu	0,2	0,3		
9	Abu-abu	0,2	0,3		
10	Abu-abu	0,2	0,1		
11	Hijau	0,2	0,3	0,3	0,1
12	Hijau	0,2	0,3		
13	Hijau	0,2	0,3		
14	Hijau	0,2	0,3		
15	Hijau	0,2	0,3		
16	Coklat	0,2	0,4	0,32	0,12
17	Coklat	0,2	0,3		
18	Coklat	0,2	0,3		
19	Coklat	0,2	0,3		
20	Coklat	0,2	0,3		
21	Hitam	0,2	0,5	0,5	0,3
22	Hitam	0,2	0,6		
23	Hitam	0,2	0,5		
24	Hitam	0,2	0,5		
25	Hitam	0,2	0,4		

Lampiran 2

Data Pengukuran Aktivitas Radiasi Beta ( $\beta$ )

No	Warna Granit	Radiasi latar	Aktivitas Radiasi Beta	Rata-rata Aktivitas Radiasi Beta	(Rata-rata Aktivitas Radiasi Beta) – (radiasi latar)
1	Putih	0,2	0,8	0,8	0,6
2	Putih	0,2	0,8		
3	Putih	0,2	0,8		
4	Putih	0,2	0,8		
5	Putih	0,2	0,8		
5	Abu-abu	0,2	0,9	0,92	0,72
7	Abu-abu	0,2	0,9		
8	Abu-abu	0,2	0,9		
9	Abu-abu	0,2	0,9		
10	Abu-abu	0,2	1		
11	Hijau	0,2	0,9	0,92	0,86
12	Hijau	0,2	1		
13	Hijau	0,2	0,8		
14	Hijau	0,2	0,9		
15	Hijau	0,2	1		
16	Coklat	0,2	0,9	0,94	0,74
17	Coklat	0,2	1		
18	Coklat	0,2	0,9		
19	Coklat	0,2	0,9		
20	Coklat	0,2	1		
21	Hitam	0,2	1	0,96	0,76
22	Hitam	0,2	0,9		
23	Hitam	0,2	0,9		
24	Hitam	0,2	1		
25	Hitam	0,2	1		

### Lampiran 3

Data Pengukuran Aktivitas Radiasi Gamma ( $\gamma$ )

No	Warna Granit	Paparan Radiasi Latar	Aktivitas radiasi gamma ( $\mu\text{R/hr}$ )	Rata-rata Aktivitas radiasi gamma ( $\mu\text{R/hr}$ )	Rata-rata Aktivitas radiasi gamma ( $\mu\text{R/hr}$ ) - (Radiasi latar)	Faktor Kalibrasi	Rata-rata Aktivitas radiasi gamma ( $\mu\text{R/hr}$ ) - (Radiasi latar) : Faktor Kalibrasi
1	Putih	0,3	0,4	0,388	0,088	0,8	0,11
2	Putih	0,3	0,4				
3	Putih	0,3	0,4				
4	Putih	0,3	0,37				
5	Putih	0,3	0,37				
6	Abu-abu	0,3	0,34	0,396	0,096	0,8	0,12
7	Abu-abu	0,3	0,47				
8	Abu-abu	0,3	0,43				
9	Abu-abu	0,3	0,36				
10	Abu-abu	0,3	0,38				
11	Hijau	0,3	0,39	0,398	0,098	0,8	0,1225
12	Hijau	0,3	0,45				
13	Hijau	0,3	0,38				
14	Hijau	0,3	0,39				
15	Hijau	0,3	0,38				
16	Coklat	0,3	0,49	0,408	0,108	0,8	0,135
17	Coklat	0,3	0,38				
18	Coklat	0,3	0,39				
19	Coklat	0,3	0,39				
20	Coklat	0,3	0,39				
21	Hitam	0,3	0,47	0,428	0,128	0,8	0,16
22	Hitam	0,3	0,5				
23	Hitam	0,3	0,38				
24	Hitam	0,3	0,38				
25	Hitam	0,3	0,41				

## Lampiran 4

### Perhitungan Data Aktivitas Radiasi Alfa ( $\alpha$ )

#### Perhitungan untuk aktivitas radiasi alfa

##### a. Granit warna putih

$$As = \frac{Nt - Nb}{Ei \cdot Es}$$

$$As = \frac{0,44 - 0,2}{16,91 \cdot 0,25}$$

$$As = \frac{0,24}{4,2275}$$

$$As = 0,057 \text{ Bq/cm}^2$$

##### b. Granit warna abu-abu

$$As = \frac{Nt - Nb}{Ei \cdot Es}$$

$$As = \frac{0,48 - 0,2}{16,91 \cdot 0,25}$$

$$As = \frac{0,28}{4,2275}$$

$$As = 0,066 \text{ Bq/cm}^2$$

##### c. Granit warna hijau

$$As = \frac{Nt - Nb}{Ei \cdot Es}$$

$$As = \frac{0,5 - 0,2}{16,91 \cdot 0,25}$$

$$As = \frac{0,3}{4,2275}$$



$$A_s = 0,071 \text{ Bq/cm}^2$$

**d. Granit warna coklat**

$$A_s = \frac{N_t - N_b}{E_i \cdot E_s}$$

$$A_s = \frac{0,52 - 0,2}{16,91 \cdot 0,25}$$

$$A_s = \frac{0,32}{4,2275}$$

$$A_s = 0,076 \text{ Bq/cm}^2$$

**e. Granit warna hitam**

$$A_s = \frac{N_t - N_b}{E_i \cdot E_s}$$

$$A_s = \frac{0,7 - 0,2}{16,91 \cdot 0,25}$$

$$A_s = \frac{0,5}{4,2275}$$

$$A_s = 0,118 \text{ Bq/cm}^2$$

## Lampiran 5

### Perhitungan Data Aktivitas Radiasi Beta ( $\beta$ )

#### Perhitungan untuk aktivitas radiasi beta

##### a. Granit warna putih

$$As = \frac{Nt - Nb}{Ei \cdot Es}$$

$$As = \frac{1 - 0,2}{3,66 \cdot 0,5}$$

$$As = \frac{0,8}{1,83}$$

$$As = 0,437 \text{ Bq/cm}^2$$

##### b. Granit warna abu-abu

$$As = \frac{Nt - Nb}{Ei \cdot Es}$$

$$As = \frac{1,12 - 0,2}{3,66 \cdot 0,5}$$

$$As = \frac{0,92}{1,83}$$

$$As = 0,502 \text{ Bq/cm}^2$$

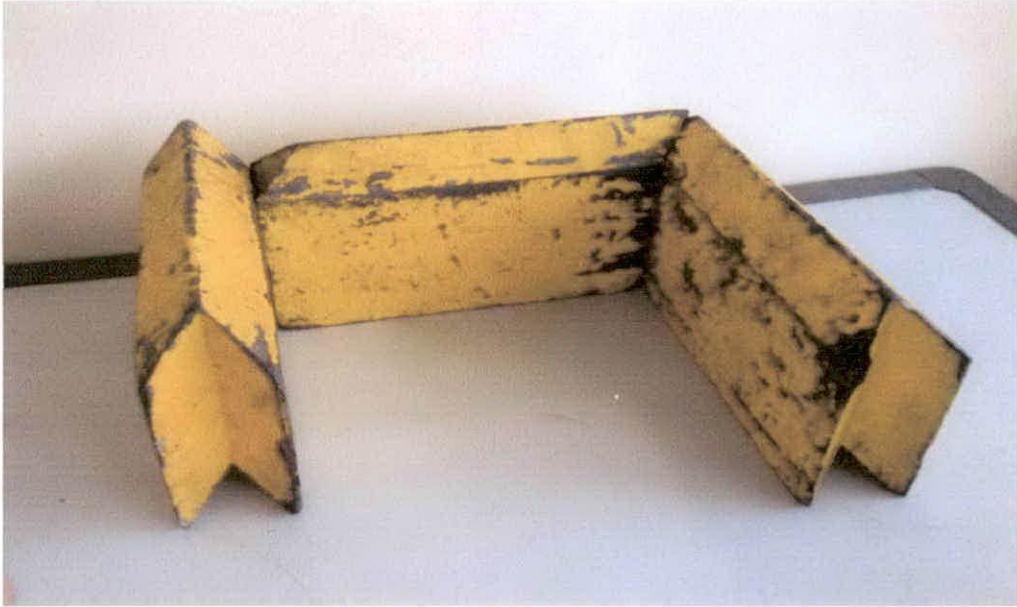
##### c. Granit warna hijau

$$As = \frac{Nt - Nb}{Ei \cdot Es}$$

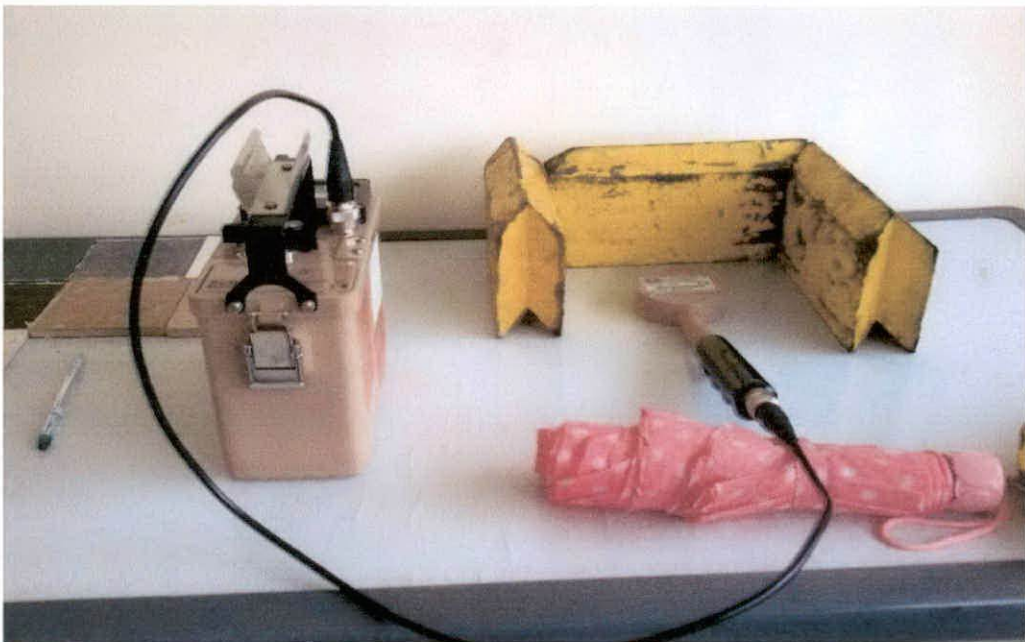
$$As = \frac{1,12 - 0,2}{3,66 \cdot 0,5}$$

$$As = \frac{0,92}{1,83}$$

**Lampiran 6**  
**Dokumentasi Penelitian**



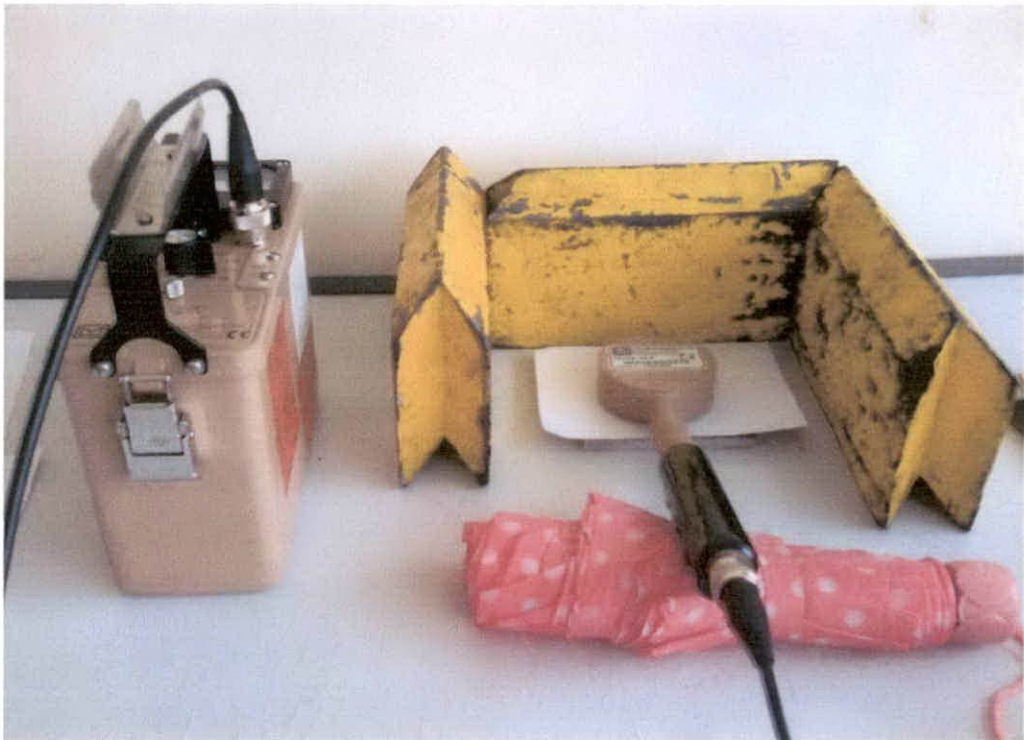
Gambar 1. Persiapan *shielding* untuk pengukuran aktivitas radiasi alfa dan beta



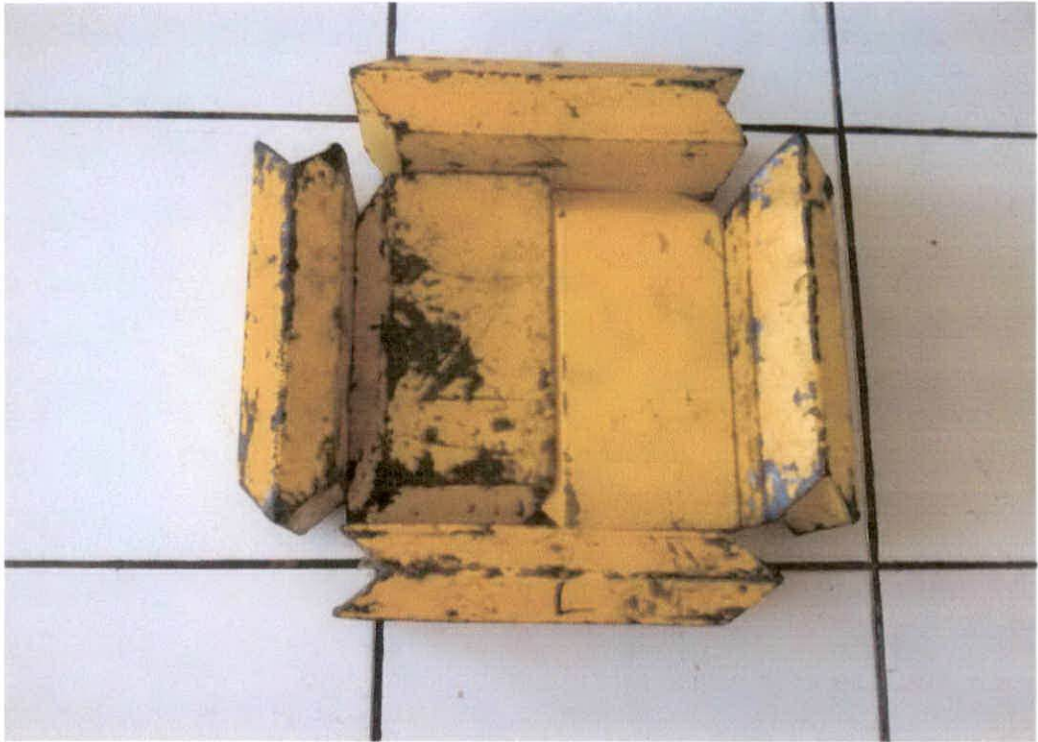
Gambar 2. Pengukuran Radiasi Latar alfa dan beta



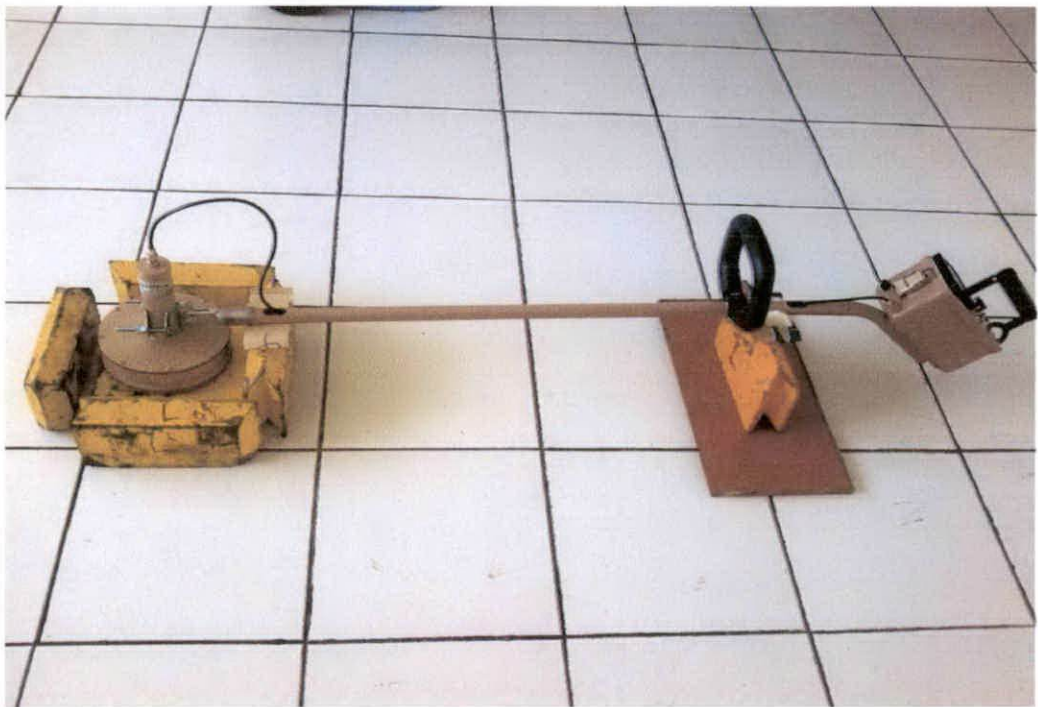
Gambar 3. Pengukuran aktivitas radiasi alfa



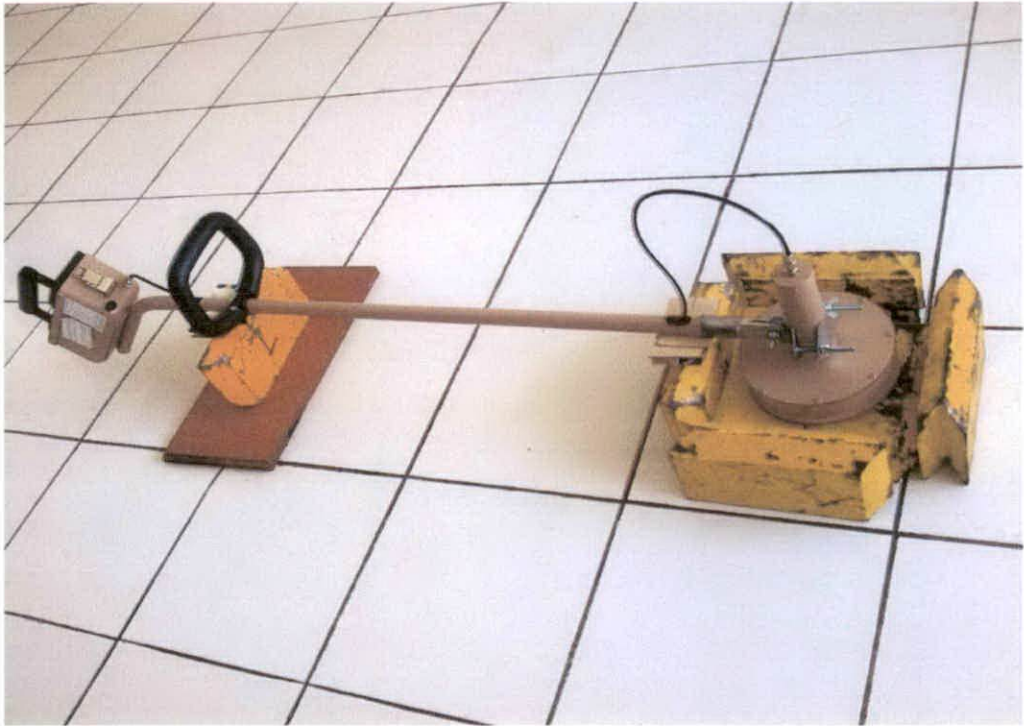
Gambar 4. Pengukuran aktivitas radiasi beta



Gambar 5. Persiapan *shielding* untuk pengukuran aktivitas radiasi gamma



Gambar 6. Pengukuran radiasi latar gamma



Gambar 7. Pengukuran aktivitas radiasi gamma



Gambar 8. Lampu pada detektor menyala karena ada radiasi gamma yang di tangkap

Lampiran 7

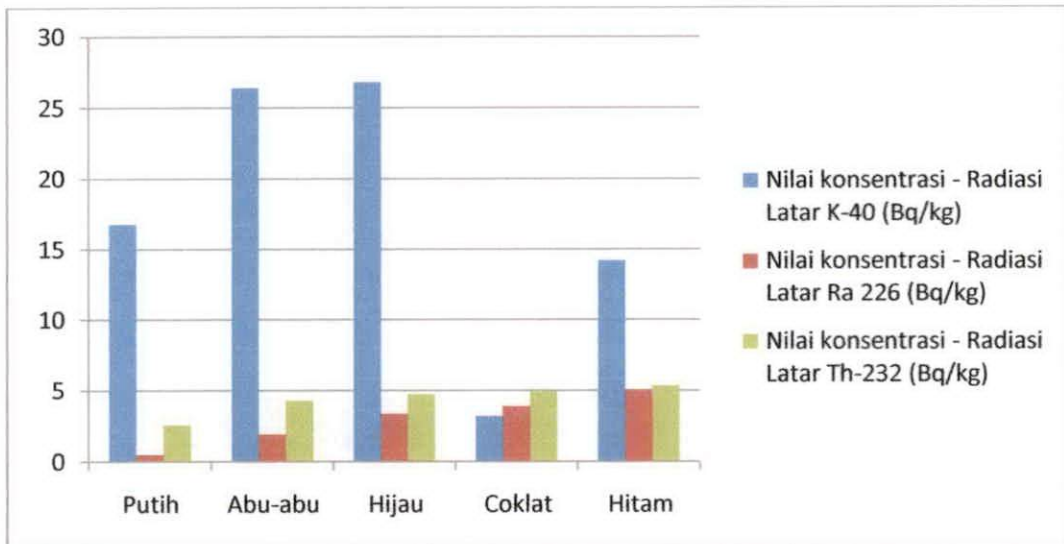
Data konsentrasi  $K^{40}$ ,  $Ra^{226}$  dan  $Th^{232}$

No	Konsentrasi Granit (Bq/kg)														
	Warna putih			Warna abu-abu			Warna hijau			Warna coklat			Warna Hitam		
	$K^{40}$	$Ra^{226}$	$Th^{232}$	$K^{40}$	$Ra^{226}$	$Th^{232}$	$K^{40}$	$Ra^{226}$	$Th^{232}$	$K^{40}$	$Ra^{226}$	$Th^{232}$	$K^{40}$	$Ra^{226}$	$Th^{232}$
1	121	4,94	9,9	122	6,1	11	123	5,8	12,2	98	6,5	12,4	111	8,5	12
2	119	4,64	9,7	131	6,14	12,2	132	7,8	11,9	103	9,1	12,7	117	9,3	13
3	113	5,3	10,2	129	6,5	12,2	129	8,3	12,5	106	8,8	12,2	116	10,4	13,4
4	120	5,51	10,9	128	6,9	12,3	128	8,6	13	107	8,7	12,6	116	9,9	13,7
5	116	4,89	10,9	127	6,59	12,4	127	9	12,8	107	9	13,4	116	9,8	13,3
Rata-rata	117,8	5,056	10,32	127,4	6,446	12,02	127,8	7,9	12,48	104,2	8,42	12,66	115,2	9,58	13,08
Radiasi latar	101	4,55	7,756	101	4,55	7,756	101	4,55	7,756	101	4,55	7,756	101	4,55	7,756
(Rata-rata)- Radiasi latar	16,8	0,506	2,564	26,4	1,896	4,264	26,8	3,35	4,724	3,2	3,87	4,904	14,2	5,03	5,324

### Lampiran 8

Tabel rata-rata konsentrasi  $K^{40}$ ,  $Ra^{226}$  dan  $Th^{232}$

No	Warna Granit	Nilai konsentrasi - Radiasi Latar $K^{40}$ (Bq/kg)	Nilai konsentrasi - Radiasi Latar $Ra^{226}$ (Bq/kg)	Nilai konsentrasi - Radiasi Latar $Th^{232}$ (Bq/kg)
1	Putih	16,8	0,506	2,564
2	Abu-abu	26,4	1,896	4,264
3	Hijau	26,8	3,35	4,724
4	Coklat	3,2	3,87	4,904
5	Hitam	14,2	5,03	5,324



Gambar perbandingan konsentrasidan  $K^{40}$ ,  $Ra^{226}$  dan  $Th^{232}$  warna granit



## Lampiran 9

### 1. Spesifikasi Monitor kontaminasi model 3-97 dengan detektor Geiger Muller

- Detektor radiasi : Dikendalikan oleh saklar pemilih
- Detektor radiasi internal : 1 "X 1" NaI (TI) sintilator
- Sensitivitas : Biasanya 175 cpm / microR / jam
- Meter face : 0 - 2 mR / jam, 0 - cpm 2.4k, BAT TEST
- Pegganda : X0.1, X1, X10, X100
- Audio : Built in speaker unimorph dengan ON / OFF switch (lebih besar dari 60 dB pada 2 kaki)
- Kontrol kalibrasi : diakses dari depan instrumen (pelindung cover disediakan)
- Tegangan tinggi : Adjustable from 200 - 1500 volt
- Threshold : 30 mV plus atau minus 10 mV
- Power : setiap 2 "sel baterai D" (disimpan di kompartemen tertutup yang secara eksternal dapat diakses)
- Baterai life : Biasanya 600 jam dengan baterai alkaline (kondisi baterai dapat diperiksa pada meteran)
- Meter : 2.5 "(6.4 cm) busur, 1 mA tipe analog
- Konstruksi : Cast aluminium dan digambar dengan cat enamel poliuretan krem
- Suhu range : -4 ° F (-20 ° C) 122 ° F (50 ° C)
- Ukuran : 9.5 "(24.1cm) HX 3.5" (8.9cm) WX 8.5 "(21.6cm) L
- Berat : 4,4 (2 kg) termasuk baterai dan detektor

Tampilan digital yang mudah dibaca menunjukkan bacaan dalam pilihan mR / jam, CPM, CPS, atau mikrodetik / jam. Detektor ini akan berbunyi apabila ada

radiasi yang di tangkapnya. Saat dipergunakan untuk pengukuran, detektor didekatkan pada unsur yang memancarkan partikel radioaktif sehingga partikel-partikel itu akan menembus jendela tipis dan masuk ke dalamnya. Partikel radioaktif ini lalu menumbuk atom-atom gas sehingga atom-atom gas akan mengeluarkan elektron-elektron. Elektron yang terlepas saat tumbukan ditarik ke anoda. Peristiwa ini berlangsung dalam waktu singkat.

## **2. Spesifikasi Alat ukur paparan radiasi model 193-6 dengan detektor plastik**

- Detektor radiasi : 6 "(15.2cm) X diameter 1" (2,5 cm) kilau detektor plastik tebal
- Sensitivitas : Biasanya 2000 cpm /  $\mu\text{R}$  / jam ( $^{137}\text{Cs}$  gamma)
- Energi respon : tergantung energi
- Meter face : 0 - 1  $\mu\text{R}$  / jam, BAT TEST
- Linearitas: Membaca dalam  $\pm 10\%$  dari nilai sebenarnya
- Alarm : Model 193 memiliki alarm tindakan ganda.

1.1 Sebuah titik alarm tetap dapat ditetapkan pada setiap titik dari 10% dari skala penuh untuk skala penuh, dan ditandai dengan nada terdengar konstan, dan menyalakan lampu.

### **2. 2 Penyimpangan alarm cepat yang didasarkan pada tingkat radiasi latar belakang.**

- Audio : Built in speaker unimorph dengan ON / OFF switch
- Kontrol kalibrasi : diakses dari depan instrument (pelindung cover disediakan)
- Reset : tombol tekan ke nol meter, dan juga kembali mengumpulkan data latar belakang dan menghitung ulang titik alarm.
- Power : setiap 2 "sel baterai D" (disimpan di kompartemen tertutup yang secara

eksternal dapat diakses)

- Baterai life : Biasanya 600 jam dengan baterai alkaline (kondisi baterai dapat diperiksa pada meteran)
- Konstruksi : Cast aluminium dan digambar dengan cat enamel poliuretan krem
- Suhu range :  $-20^{\circ}\text{F}$  ( $-29^{\circ}\text{C}$ ) sampai  $140^{\circ}\text{F}$  ( $60^{\circ}\text{C}$ )
- Panjang keseluruhan : 51 "(129.5 cm)
- Berat : 8.5 lbs (3.9 kg) termasuk baterai