

# EFEK RADIASI DAN PROTEKSI RADIASI

## RINGKASAN

Radiasi yang berasal dari alam dan bukan dari hasil aktivitas manusia disebut radiasi alam. Berdasarkan sumbernya, radiasi alam dikelompokkan ke dalam dua jenis, yaitu radiasi kosmik dan radiasi yang berasal dari bahan radioaktif yang berada dalam kerak bumi. Radiasi kosmik terdiri dari radiasi kosmik primer yang berasal dari luar angkasa dan masuk ke atmosfer bumi, dan radiasi kosmik sekunder yang terjadi akibat interaksi antara radiasi kosmik primer dengan unsur-unsur di angkasa.

## URAIAN

Radiasi alam adalah radiasi yang ada di alam berupa radiasi kosmik dan radiasi yang berasal dari bahan radioaktif yang ada dalam kerak bumi (radionuklida terestrial). Radiasi yang terpancar dari inti atom akibat interaksi antara radiasi kosmik dengan inti atom yang ada di atmosfer bumi (radionuklida kosmogenik) adalah radiasi yang paling umum. Di sini akan dibahas radiasi yang berasal dari radiasi kosmik dan dari radionuklida terestriall.(Gambar 1).

### 1. Radiasi Kosmik

Radiasi kosmik terdiri dari radiasi berenergi tinggi yang berasal dari luar angkasa yang masuk ke atmosfer bumi (radiasi kosmik primer), partikel sekunder dan gelombang elektromagnetik yang terjadi akibat interaksi radiasi kosmik primer dengan inti atom yang ada di atmosfer.

#### 1.1. Radiasi Kosmik Primer

Bagian terbesar dari radiasi kosmik primer adalah radiasi ~~Bima Sakti primer~~ yang berasal dari sistem tata surya, terutama partikel yang berasal dari *flare* matahari seperti partikel proton (90 %) dan partikel alfa (10%). Selain itu, dalam jumlah yang kecil terdapat inti atom berat, elektron, foton, dan neutrino.

Besarnya fluks radiasi kosmik yang masuk ke bumi dipengaruhi oleh medan magnet bumi dan aktivitas matahari. Di daerah pada garis lintang rendah, partikel berenergi rendah dibelokkan kembali ke angkasa, sehingga fluks radiasi kosmik pada daerah tersebut lebih rendah dari pada fluks di daerah pada garis lintang tinggi (efek posisi lintang). Partikel proton berenergi rendah dari radiasi ~~Bima Sakti primer~~ menunjukkan fluktuasi dengan periode 11 tahun sesuai dengan aktivitas matahari (modulasi). Fluks partikel tersebut akan menjadi sangat kecil

pada saat aktivitas matahari sangat tinggi, sebaliknya pada saat aktivitas matahari paling kecil fluksnya menjadi paling besar.

## **1.2 Radiasi Kosmik Sekunder**

Setelah memasuki atmosfer, radiasi kosmik primer akan mengalami berbagai reaksi dengan inti atom yang ada di atmosfer dan menghasilkan partikel dan inti atom yang baru. Partikel radiasi kosmik berenergi tinggi mengalami reaksi inti yang disebut reaksi tumbukan dengan inti atom udara dan menghasilkan materi hasil reaksi partikel sekunder seperti neutron, proton,  $\pi$  meson, K meson dan lain-lain, serta inti He-3 (helium), Be-7 (berilium), Na-22 (natrium). Selanjutnya partikel proton, neutron,  $\pi$  meson berenergi tinggi bereaksi dengan inti atom yang ada di udara, dan menghasilkan partikel sekunder lebih banyak (*cascade*). Kemudian  $\pi$  meson meluruh dan berubah menjadi muon atau foton dan menghasilkan penggandaan jenis yang lain. Partikel yang terjadi disebut radiasi kosmik sekunder. Selain itu, H-3, Be-7, Na-22 adalah materi yang memancarkan radiasi. Materi ini disebut radionuklida kosmogenik dan dianggap berbeda dengan radiasi kosmik sekunder.

Radiasi kosmik dapat sampai ke permukaan bumi dan mengionisasi udara. Besarnya ionisasi udara di sekitar permukaan laut sekitar 75% disebabkan oleh elektron yang lepas karena tumbukan muon, dan 15% disebabkan oleh elektron yang terjadi akibat peluruhan muon. Selain itu, neutron yang merupakan bagian dari radiasi kosmik memberikan dosis efektif tahunan sekitar 8% dari partikel yang dihasilkan karena ionisasi.

Intensitas radiasi kosmik juga bervariasi bergantung pada ketinggian. Pada ketinggian 2.000 m jumlah ionisasi yang terjadi sekitar 2 kali jumlah ionisasi di permukaan laut, pada ketinggian 5.000 m sekitar 10 kali, dan pada ketinggian 10.000 m sekitar 100 kali.

## **2. Radiasi dari Radionuklida alam**

Dari seluruh radionuklida yang ada di bumi, sebagian besar merupakan inti atom yang ada di kerak bumi sejak bumi terbentuk (radiasi primordial). Selain itu terdapat inti yang terjadi dari interaksi antara radiasi kosmik dengan inti atom yang ada di udara, bahan radioaktif akibat peluruhan spontan atau akibat interaksi dengan neutron dari radiasi kosmik, dan radionuklida yang pernah ada tetapi saat ini sudah musnah karena umur paronya pendek. Jumlah inti yang musnah ini tidak begitu banyak. Di bawah ini akan dijelaskan radiasi yang dipancarkan oleh radionuklida terestrial yang ada sejak terbentuknya bumi.

### **2.1 Radiasi dari radionuklida primordial**

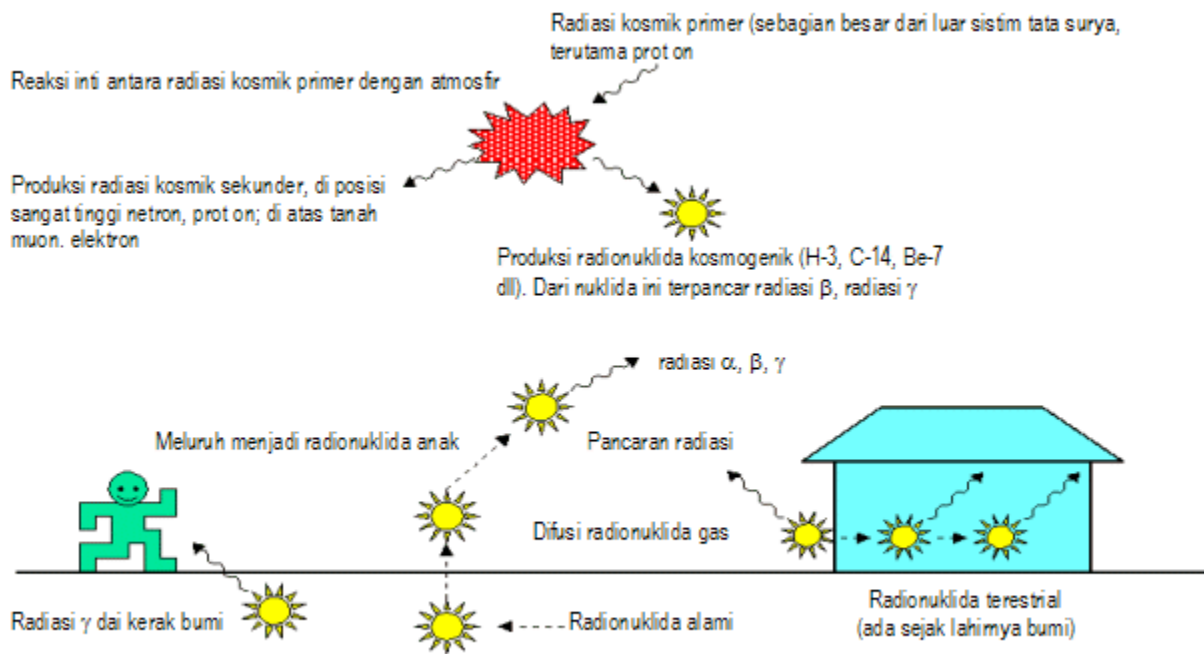
Terdapat tiga jenis radionuklida primordial utama yaitu kalium-40 (K-40 umur paro 1,25 milyar tahun), Th-232 (umur paro 14 milyar tahun) yang merupakan

inti awal deret thorium, dan U-238 (umur paro 4,5 milyar tahun) yang merupakan inti awal deret uranium. Radionuklida dalam deret uranium maupun thorium mengalami peluruhan  $\alpha$ ,  $\beta$  maupun  $\gamma$ . K-40 mengalami peluruhan  $\beta$  berubah menjadi Ca-40 dan Ar-40 dengan memancarkan radiasi  $\beta$  dan  $\gamma$ . Radionuklida ini ada dalam hampir semua materi seperti kerak bumi, bebatuan, lapisan tanah, air laut, bahan bangunan dan tubuh manusia dengan kadar yang berbeda-beda. Secara umum batuan dari gunung berapi memiliki kadar radionuklida yang lebih tinggi dari pada batuan endapan. Jadi, kerapatan radionuklida berbeda-beda bergantung kepada jenis tanah dan unsur pembentuknya, dan ini adalah penyebab utama adanya perbedaan dosis radiasi dari suatu tempat dengan lainnya.

Di dalam deret uranium dan thorium terdapat gas mulia Rn-222 dan Rn-220 (radon). Sebagian dari gas yang muncul/terjadi dalam deret peluruhan ini akan keluar dari lapisan tanah atau bahan bangunan. Partikel inti hasil peluruhan dapat menempel pada aerosol di udara dan mengubah aerosol itu menjadi aerosol radioaktif alam. Paparan radiasi (dosis efektif) akibat menghirup aerosol radioaktif merupakan komponen terbesar di antara radiasi alam. Di dalam bangunan yang terbuat dari batuan yang kerapatan materi radioaktifnya tinggi, kerapatan aerosol radioaktif di udara juga tinggi; dan karenanya dosis radiasi pada sistem pernafasan juga meningkat maka kerapatan dan dinamika Rn dan hasil peluruhannya di udara dalam ruangan menjadi suatu masalah.

Paparan radiasi dari radionuklida di luar ruangan ditentukan oleh kerapatan radionuklida di dalam lapisan tanah di tempat itu, sedangkan di dalam ruangan, faktor penentunya adalah kerapatan radionuklida di dalam bahan bangunan dan efek kungkungan. Di luar ruangan, laju dosis rata-rata akibat menghirup udara (1 m di atas tanah) di Jepang adalah 49 nGy/jam (terkecil 5, terbesar 100), hampir sama dengan nilai rata-rata dunia (55 nGy/jam). Data pengukuran di 23 negara termasuk Austria dan Denmark menunjukkan nilai rata-rata 24 ~ 85 nGy/jam, dan nilai rata-rata di satu negara sangat berbeda dengan di negara lain. Dari daerah-daerah tersebut ada sebagian wilayah yang laju dosisnya sangat tinggi, misalnya di wilayah Kerala (India) yang banyak mengandung monasit (150 ~ 1000 nGy/jam), dan wilayah Karabari di Brazil (130 ~ 1200 nGy/jam).

Gambar 1.  
Radiasi Alam Dan Sumbernya



Gambar 1. Radiasi alam dan sumbernya

Sumber : [www.batan.go.id](http://www.batan.go.id)