

PENGARUH PERUBAHAN ENERGI RADIASI TERHADAP RESPON ENERGI SURVEYMETER

Anda Sanusi

(Pusdiklat - Badan Tenaga Nuklir Nasional; anda@batan.go.id)

ABSTRAK

PENGARUH PERUBAHAN ENERGI RADIASI TERHADAP RESPON ENERGI SURVEYMETER. Telah dilakukan suatu percobaan atau pengujian untuk mengamati respon energi surveymeter terhadap perubahan energi radiasi. Percobaan dilakukan terhadap 12 buah survey meter berlainan merk, model dan tipe detektor, dengan cara menempatkan surveymeter tersebut pada medan radiasi radiasi gamma dan Sinar-X yang dihasilkan dari Cs-137, Co-60 dan pesawat sinar-X merk PANTAK HF420. Respon energi surveymeter (R) diamati dengan membandingkan antara laju dosis ekuivalen yang terukur surveymeter (M) dengan *ambient dose equivalent* (H^*IO) yang dipancarkan oleh sumber radiasi. Dari hasil percobaan terlihat bahwa surveymeter dengan detektor Ionization Chamber (IC) mempunyai rentang respon energi yang lebih panjang dibanding dengan surveymeter GM maupun Sintilasi. Secara umum, pada energi radiasi yang rendah sensitivitas Surveymeter GM lebih baik dibanding Surveymeter IC.

ABSTRACT

STUDY ON ENERGY RESPONSE OF GAMMA RAY SURVEYMETERS. The experiment to investigate of energy response of the Gamma ray survey meters have been performed. The experiments were conducted by using Ionization Chamber, Scintillation and GM survey meter which consist of 12 models of survey meters. In the experiments, the survey meters were irradiated by a gamma sources, such as Cs-137, Co-60, and X-rays of PANTAK HF420 X-ray machine. The experiment result shows that IC type survey meter has a maximum response at the longest of range of energy. In general, at low energy the sensitivity of GM type and Scintillation is better than those of IC type.

LATAR BELAKANG

Respon energi suatu surveymeter merupakan salah satu parameter yang perlu dipertimbangkan sebelum kita membeli atau menggunakan surveymeter tersebut.. Respon energi menggambarkan akurasi hasil ukur suatu surveymeter pada rentang energi radiasi tertentu. Nilai respon energi merupakan perbandingan antara laju dosis yang terukur pada survey meter dengan laju dosis yang dipancarkan oleh sumber radiasi. Dalam penelitian ini akan diperlihatkan respon energi hasil pengujian dari 12 buah surveymeter yang terdiri dari 5 surveymeter dengan detektor Ionization Chamber (IC), 3 surveymeter dengan detektor Sintilasi dan 4 surveymeter dengan detektor Geiger Muller (GM).

TUJUAN

Tujuan dari percobaan ini adalah ingin mengamati karakter (respon) dari masing-masing surveymeter pada saat terjadi perubahan energi radiasi tanpa bermaksud menilai baik atau buruknya surveymeter yang diuji tersebut.. Percobaan ini dilakukan pada saat penulis mengikuti MEXT Training Program dalam bidang Radiation Dosimetry and Instrument Calibration pada Department of Health Physics, Dosimetry Management Division, JAERI, Jepang.

METODOLOGI PENELITIAN

Percobaan untuk mengamati Pengaruh Perubahan Energi Radiasi terhadap Respon Energi Surveymeter dilakukan dengan cara menempatkan surveymeter pada jarak tertentu pada medan radiasi (*ambient dose equivalent* (H^*_{10})) yang dihasilkan dari sumber radiasi Cs-137, Co-60 dan pesawat Sinar-X merk PANTAK HF420, dengan demikian surveymeter akan menerima paparan radiasi dengan energi radiasi yang bervariasi. Respon energi (R). dihitung dengan membandingkan antara laju dosis ekuivalen yang terukur pada surveymeter (M) dengan *ambient dose equivalent* (H^*_{10}) dari sumber radiasi, dirumuskan sebagai berikut:

$$R = \frac{M}{H^*_{(10)}}$$

Nilai R tersebut lalu dibandingkan lagi dengan respon energi yang didapat dengan sumber Cs-137. (6). Data hasil percobaan digambarkan dalam bentuk kurva hubungan antara Respon Energi dengan Energi Radiasi (keV). Respon energi suatu surveymeter dikatakan baik apabila laju dosis ekuivalen yang terukur oleh surveymeter sarna dengan *ambient dose equivalent* (H^*_{10}) yang dipancarkan sumber radiasi atau dengan kata lain R sarna dengan 1.

Menentukan nilai *ambient dose equivalent*

Ambient dose equivalent (H^*_{10}) pada suatu titik di dalam medan radiasi didefinisikan sebagai dosis ekuivalen yang dihasilkan oleh medan di dalam bidang bola ICRU pada kedalaman d mm. *Ambient dose equivalent* sebagai laju dosis standar diukur menggunakan detektor Ionization Chamber (IC) berbentuk bola merk Ionex Dose Master type 2590 (600 ml) untuk energi rendah sampai dengan 24,1 keV dan merk Exradin (800 ml) untuk energi yang lebih tinggi 32 s.d. 241 keV. Keluaran Ionization chamber tersebut dihubungkan ke elektrometer merk Keithley sebagai nilai laju paparan dalam satuan R/jam atau dapat diubah dalam satuan Coulomb atau Ampere.

Untuk sumber gamma, nilai (H^*_{10}) dalam satuan Sv/jam dihitung dari persamaan (2) :

$$(H^*_{10}) = X (R/jam) \cdot f_{1cm} (Sv/R)$$

dimana;

$$X = (I_s - I_B) \cdot N \cdot C \cdot 60 (R/jam)$$

dengan

f_{1cm} : koefisien konversi untuk *ambient dose equivalent* (Sv/R) = $8,76 (mGy/R) \cdot F_d (Sv/Gy)$; dengan $F_d = 1,20$ (Cs-137)

($I_s - I_B$) : keluaran Ionization Chamber atau laju paparan pada jarak d (R/h)

N : faktor kalibrasi dose meter

C : faktor koreksi untuk densitas udara ($22^\circ C$, 1 atm)

Untuk sumber sinar-X, keluaran IC dalam satuan Coulomb, nilai (H^*_{10}) dihitung dengan persamaan (3) :

$$(H^*_{10}) = (I_s - I_B) \cdot C \cdot f_c \cdot f_a \cdot f_i \cdot 60$$

Sedangkan untuk sinar-X, keluaran IC dalam satuan Ampere nilai (H^*_{10}) dihitung dengan persamaan (4) :

$$(H^*_{10}) = (I_s - I_B) \cdot C \cdot f_c \cdot f_a \cdot f_i \cdot \frac{3600}{3600}$$

dimana ;

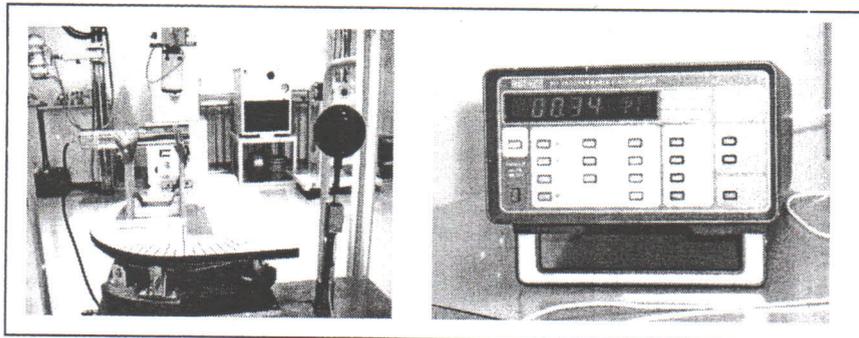
$I_s - I_B$: keluaran Ionization chamber dalam Coulomb atau Ampere

f_c : faktor kalibrasi Ionization Chamber

f_a : koefisien konversi air kerma

f_i : koefisien konversi air kerma $\langle H^*_{10} \rangle / K_a$

gambar 1



111.2. Merk dan type surveymeter yang diuji :

Surveymeter dengan detektor Ionization Chamber :

1. Aloka ICS-311
2. Aloka ICS-313
3. AE-133V
4. Victoreen 4S0P
5. Victoreen 471 P

Surveymeter dengan detector Geiger Muller :

1. Aloka TGS-121
2. Fuji Electric NHJ-110
3. Fuji Electric NSM-1S0
4. Victoreen 290

Surveymeter dengan detektor Sintilasi :

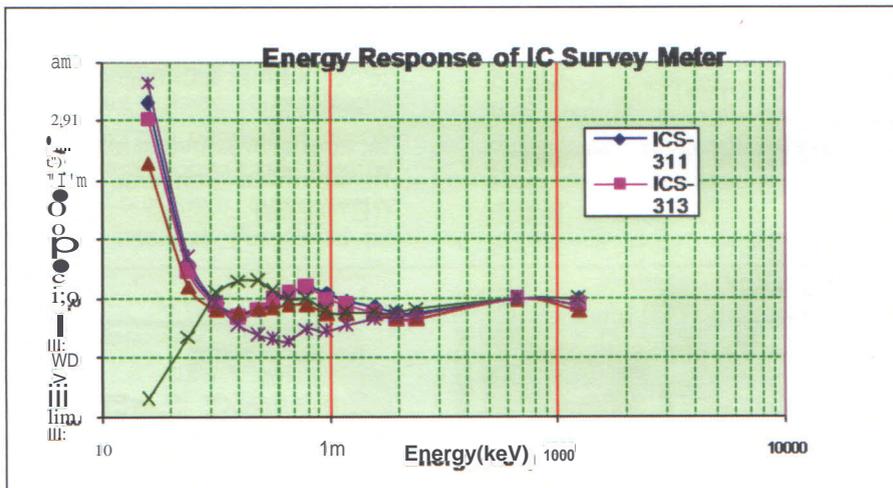
1. Toyo OK 963
2. Aloka TCS-1S1
3. Aloka TCS-161

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian terhadap lima buah surveymeter dengan detektor

Ionization Chamber (IC)

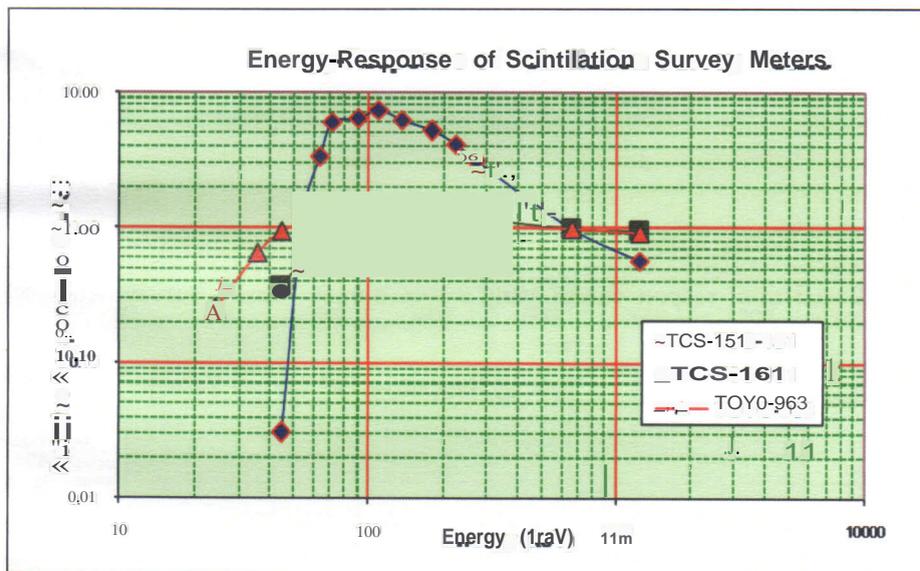
diperlihatkan dalam gambar 2. berikut :



gambar 2

Pada energi rendah (dibawah 25 keV) respon energi dari kelima Surveymeter IC tersebut cukup besar (lebih dari 1) dalam arti terjadi penyimpangan laju dosis terukur yang cukup besar.. Respon energi memperlihatkan perbaikan pada energi diatas 30 keV kecuali surveymeter Victoreen 450P dan Victoreen 471.. Secara umum respon kelima surveymeter terus membaik (mendekati 1) pada energi diatas 100 keV sampai

dengan 1250 keV. Berdasarkan buku manual survey meter ICS-131, ICS-313 dan AE-133 respon energi maksimum ketiga surveymeter berada pada rentang energi 30 keV sampai dengan 2 MeV, sedangkan Victoreen 450P dan 471 pada rentang 25 keV sampai dengan 2 MeV. Jika kita bandingkan ada kesamaan nilai respon energi antara hasil pengukuran dengan buku manual surveymeter tersebut

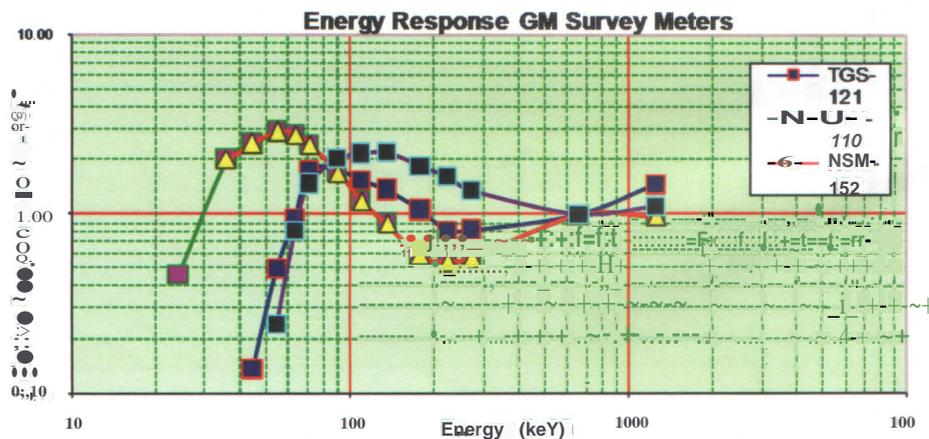


gambar 3

Gambar 3. memperlihatkan kurva respon energi hasil pengujian surveymeter dengan detector sintilasi dimana dari Surveymeter ALOKA TCS-161 terlihat sangat jauh dari nilai 1 yang artinya terjadi penyimpangan hasil pengukuran yang cukup besar pada energi dibawah 662 keY. Surveymeter ALOKA TCS-151 dan TOYO-963 menunjukkan respon yang baik pada energi rendah (sekitar 50 keY) hingga energi tinggi 1250 keY, ini berarti dalam kedua surveymeter tersebut dapat digunakan pada rentang energi yang cukup panjang.

Gambar 4. merupakan hasil pengujian survey meter dengan detector GM; sesuai dengan karakteristik dari detektor GM yaitu. detektor tersebut tidak dapat membedakan energi radiasi, pada gambar terlihat bahwa terjadi fluktuasi nilai respon energi yang

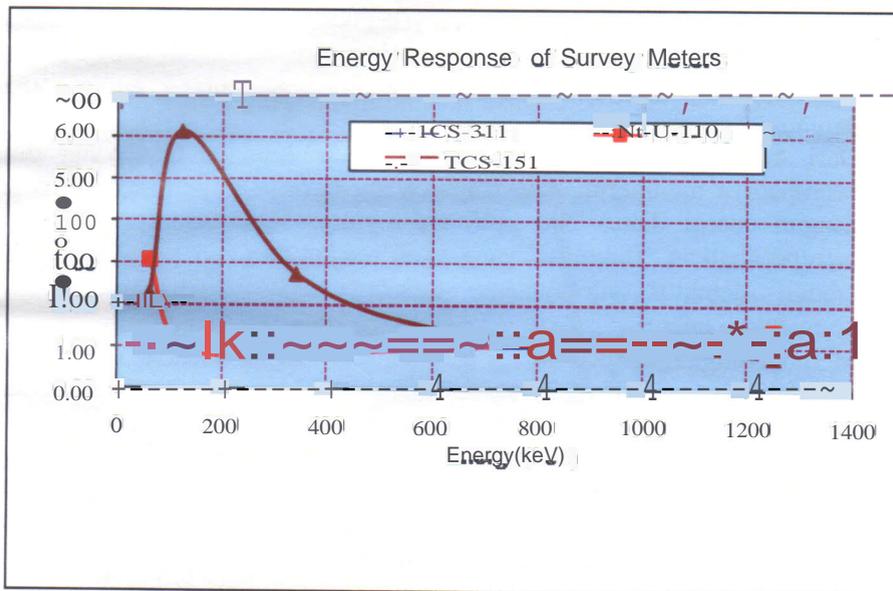
cukup besar sejalan dengan peningkatan energi radiasi. Kurva respon surveymeter tipe NHJ-110 dan NSM-152 berimpit ini menandakan kedua survey meter tersebut mempunyai karakteristik yang sama. Keempat survey meter mengalami perbaikan respon pada energi diatas 300 keY. Hal yang cukup berbeda dari keempat surveymeter tersebut adalah TGS-121 yang mempunyai fluktuasi paling rendah, ini karena Surveymeter TGS-121 telah dilengkapi dengan filter *energy compensated* pada tabungnya. Dalam manual, tidak ada informasi tentang respon maksimum dari masing-masing survey meter tersebut. Hasil percobaan secara keseluruhan memperlihatkan respon yang maksimum terjadi pada energi diatas 200 keY. Juga telah dilakukan percobaan untuk mengukur respon energi dari empat buah surveymeter yaitu.



gambar4

Surveymeter IC (ICS-311), Sintilasi (TCS-151) dan GM (NHJ-110) dengan menggunakan sumber radiasi Am-241 (60 keY), Co-57 (122 keY), Ba-133 (340 keY), Cs-137 (662 keY) dan Co-60 (1250 keY), didapat hasil sebagaimana disajikan dalam Gambar 5. berikut ini ;

Dalam Gambar.5 tersebut memperlihatkan bahwa pada energi 60 keY sampai dengan 1250 keY, rentang respon energi dari surveymeter IC lebih panjang dibanding survey meter GM maupun Sintilasi



Gambar 5

KESIMPULAN

Energi radiasi tinggi dapat menembus detektor dengan mudah tetapi interaksi radiasi dengan material sensitif detektor menjadi minimal akibatnya respon surveymeter rendah, sebaliknya energi radiasi rendah juga berakibat responnya juga rendah karena radiasi tidak dapat menembus dan berinteraksi dengan material sensitif detektor. Survey meter yang dikategorikan apabila baik harus dapat mengkompromikan antara desain detektor dengan energi radiasi yang diukur.

Data hasil percobaan pengukuran respon energi memperlihatkan :

- Survey meter dengan detektor IC ALOKA ICS-311, ICS-313, AE-133V, Victoreen 450P, dan Victoreen 471P menunjukkan respon energi yang baik jika digunakan untuk mengukur radiasi pada energi diatas 30 keY.
- Surveymeter sintilasi ALOKA TCS-161 terlihat kurang baik pada energi dibawah 662 keY, ini berarti surveymeter tersebut tidak cocok jika digunakan pada radiasi energi rendah. Surveymeter ALOKA TCS-151 dan TOYO-963 menunjukkan respon yang baik pada energi rendah (sekitar 50 keY) hingga energi tinggi 1250 keY, ini berarti dalam pemakaiannya kedua surveymeter tersebut mempunyai rentang energi cukup panjang.
- Dari 4 (empat) jenis surveymeter dengan detektor GM yang diuji, keempatnya memperlihatkan respon yang baik pada pengukuran radiasi dengan energi diatas 200 keY. Surveymeter GM ALOKA TGS 121 memperlihatkan "fluktuasi" yang lebih rendah dari tipe yang lain karena tabung detektor surveymeter tersebut telah dilengkapi material kompensasi energi.
- Membandingkan respon energi surveymeter dengan detektor IC, Sintilasi dan GM, memperlihatkan surveymeter IC mempunyai rentang energi terpanjang, dibanding Sintilasi dan GM.

DAFTAR ACUAN

1. N. Tsoufanidis,, Measurement and Detection of Radiation, McGraw-Hill Book Company, 1983
2. G.F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, John Willey & Sons, Inc. 1979
3. R.D. Evans, The Atomic Nucleus, Mc Graw-Hill Book Company, 1955
4. B. Shleien, The Health Physics and Radiological Health Handbook, Santa Inc., 1992.
5. G. Shani, Radiation Dosimetry Instrumentation and Methods, CRC Press, 1991
6. S. Shimizu, et. all., Beta Gamma and Neutron Dose Measurement, Tokai Research Establishment, JAERI, 2002.
7. JIS, Methods of Calibration for Exposure meters and dose Equivalent meter, JIS Z4511, 1991.
8. ICRP, Calibration of Radiation Protection Monitoring Instruments, Publication No.16, IAEA, 1999
9. Centronix, GM Tubes Data Book, Centronix Limited, Surrey, England.