

PENGUKURAN RADIOAKTIVITAS ALPHA DAN BETA DI PERMUKAAN LANTAI INSTALASI RADIOMETALURGI TAHUN 2008.

ENDANG SUKESI, BUDI PRAYITNO

PUSAT TEKNOLOGI BAHAN BAKAR NUKLIR – BATAN
Gedung 20 - Kawasan Puspipstek - Serpong 15310

Abstrak

PENGUKURAN RADIOAKTIVITAS ALPHA DAN BETA DI PERMUKAAN LANTAI INSTALASI RADIOMETALURGI TAHUN 2008. Telah dilakukan pengukuran radioaktivitas alpha dan beta di permukaan lantai instalasi radiometalurgi Tahun 2008. Tujuan dari kegiatan ini agar pekerja radiasi yang bekerja di Instalasi Radiometalurgi (IRM) terhindar dari bahaya radiasi dan kontaminasi. Pengukuran ini menggunakan tes usap pada permukaan lantai. Permukaan lantai diusap seluas 100 cm² dengan mempergunakan kertas filter berdiameter 5,2cm dan hasil usapan dicacah dengan Portable Scaler Ratemeter-8 (PSR-8) yang dilengkapi dengan detektor α dan β . Daerah yang diukur ruang : R.135, R.136, R.140 dan R.143. Hasilnya menunjukkan untuk R.135 radioaktivitas $\alpha = (0,010 \pm 0,008)$ Bq/cm², $\beta = (0,052 \pm 0,061)$ Bq/cm², R.136 radioaktivitas $\alpha = (0,007 \pm 0,007)$ Bq/cm², $\beta = (0,051 \pm 0,084)$ Bq/cm², R.140 radioaktivitas $\alpha = (0,06 \pm 0,004)$ Bq/cm², $\beta = (0,025 \pm 0,025)$ Bq/cm², lantai R.143 radioaktivitas $\alpha = (0,012 \pm 0,011)$ Bq/cm², $\beta = (0,078 \pm 0,105)$ Bq/cm². Hasil dari pemetaan berada di bawah batasan yang diijinkan.

Kata kunci : bahaya radiasi, pemetaan radioaktivitas, tes usap

Abstract

MEASUREMENT OF ALPHA AND BETA RADIOACTIVITY ON THE SURFACE AREA OF RADIOMETALLURGY INSTALLATION IN 2008. Measurements of alpha and beta radioactivity on the surface area of radiometallurgy installation (RMI) in 2008 has been done. The subjective to protect RMI radiation workers from radiation hazards. The measurements used smear tests method on the surface area. The floor surfaces are sweep on the area of 100 cm² using filter paper of 5,2 cm diameter and the filter paper was counted with Portable Scaler Ratemeter-8 (PSR-8) detector equipped with α and β . Areas measured the rooms : R.135, R.136, R.140 and R.143. The results show that the radioactivity of R.135 equals to $\alpha = (0.010 \pm 0.008)$ Bq/cm², $\beta = (0.052 \pm 0.061)$ Bq/cm², R.136 equals to $\alpha = (0.007 \pm 0.007)$ Bq/cm², $\beta = (0.051 \pm 0.084)$ Bq/cm², R.140 equals to $\alpha = (0.06 \pm 0.004)$ Bq/cm², $\beta = (0.025 \pm 0.025)$ Bq/cm², R.143 equals to $\alpha = (0.012 \pm 0.011)$ Bq/cm², $\beta = (0.078 \pm 0.105)$ Bq/cm². The result of the mapping of those rooms are below the permissible limits.

Keywords: radiation hazard, mapping radioactivity, smear tests

PENDAHULUAN

Sejak Instalasi Radiometalurgi (IRM) diresmikan pada tanggal 12 Desember 1990 telah beberapa kali melakukan uji pasca iradiasi. Uji pasca iradiasi pertama kali dilakukan tahun 1993 dan untuk pertama kali elemen bakar bekas jenis U₃O₈ masuk ke dalam

bilik panas IRM pada tanggal 23 Januari 1993. IRM merupakan salah satu instalasi nuklir yang berada di bawah pengelolaan Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBN) dan mampu melaksanakan kegiatan uji pasca iradiasi (UPI) berbagai bahan bakar, bahan struktur serta komponen reaktor. Pelaksanakan kegiatan UPI di IRM dilengkapi 12 bilik panas yang terdiri

dari 3 bilik beton berat dan 9 bilik baja. Bilik beton berat dimulai dari bilik ZG 101 s.d. ZG 103 dan bilik baja dimulai dari bilik ZG 104 s.d. ZG 112^[1].

Berkenaan dengan pelaksanaan kegiatan di laboratorium IRM sangat dimungkinkan terjadinya kontaminasi zat radioaktif di udara, paparan radioaktif yang melebihi batasan, limbah padat dan cair, kontaminasi dipermukaan lantai. Kejadian yang tidak diharapkan tersebut, oleh bidang keselamatan PTBN harus dicegah sedini mungkin. Sesuai dengan UU no. 10 tahun 1997 tentang ketenaganukliran pasal 16 berbunyi : Setiap kegiatan yang berkaitan dengan pemanfaatan tenaga nuklir wajib memperhatikan keselamatan, keamanan, dan ketentraman, kesehatan pekerja dan anggota masyarakat serta perlindungan terhadap lingkungan hidup^[2]. Dengan adanya UU no. 10 tahun 1997 ini, segala mengenai ketentuan di atas diatur lebih lanjut oleh peraturan-peraturan pemerintah dan ditetapkan oleh surat keputusan kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), diantaranya tentang ketentuan keselamatan kerja terhadap radiasi.

Pembagian ruangan berdasarkan zona radiasi ditentukan 4 zona daerah kerja yaitu^[1]:

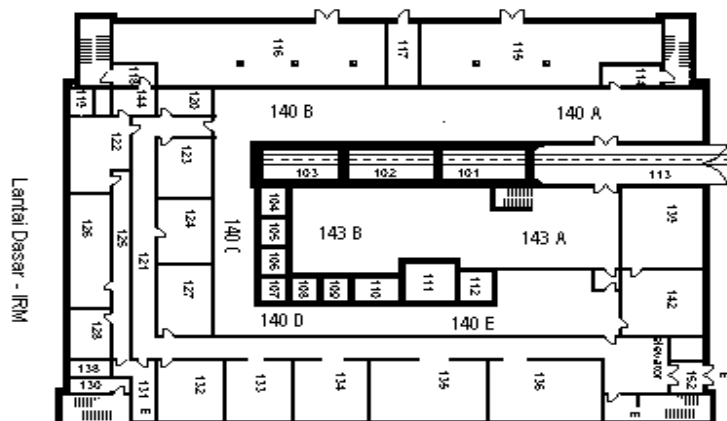
1. Zona I (area tidak aktif) yaitu ruang-ruang kantor dengan tekanan negatif 1 – 50 pa.
2. Zona II Dosis < 25 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ (area radiasi rendah) yaitu laboratorium dan daerah operasi sel panas/*operating area* dengan tekanan negatif 70 – 100 pa.
3. Zona III $25 \leq \text{Dosis} \leq 3000 \mu\text{Sv}/\text{jam}$ (area radiasi sedang) yaitu daerah *service area*, ruang penyimpanan limbah, *decoshop* dengan tekanan negatif 120 – 150 pa.
4. Zona IV Dosis > 3000 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ (area radiasi tinggi) yaitu sel beton dan sel baja dengan tekanan negatif > 250 pa.

Untuk pembagian daerah kontaminasi di permukaan daerah kerja terbagi atas tiga bagian yaitu^[3]: kontaminasi rendah, sedang dan tinggi. Daerah kontaminasi rendah, lebih kecil dari $0,37 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ untuk pemancar α , untuk β lebih kecil dari $3,7 \text{ Bq}/\text{cm}^2$. Daerah kontaminasi sedang, untuk pemancar $\alpha \geq 0,37 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ tetapi < $3,7 \text{ Bq}/\text{cm}^2$, untuk pemancar

$\beta > 3,7 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ tetapi < $37 \text{ Bq}/\text{cm}^2$. Daerah kontaminasi tinggi, batasan untuk $\alpha \geq 3,7 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ dan untuk $\beta > 37 \text{ Bq}/\text{cm}^2$.

Pengukuran radiasi α dan β di permukaan lantai dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan cara pengukuran langsung dan tidak langsung. Pengukuran secara langsung sangat praktis karena hasil ukur langsung terbaca di skala bacaan detektor yang digunakan. Namun demikian adakalanya tidak dapat dilakukan pengukuran secara langsung. Hal ini disebabkan Instalasi Nuklir tersebut tidak memiliki detektor yang dapat mengukur secara langsung, atau dapat juga disebabkan benda/lantai yang terkontaminasi tersebut tidak memungkinkan untuk diukur radioaktivitas di permukaan secara langsung. Pengukuran radioaktivitas di permukaan lantai secara tidak langsung atau biasa disebut juga dengan tes usap (*smear test*) sering dilakukan di Instalasi Nuklir. Kelemahan dalam pelaksanaan tes usap diantaranya hasil dari pengukurannya tidak begitu akurat karena fraksi yang terangkat dalam tes usap sangat dipengaruhi banyak faktor. Faktor yang paling dominan adalah cara petugas yang melaksanakan tes usap, jenis kontaminan dan jenis kertas usap yang dipakai. Disamping itu pengambilan tes usap sifatnya tidak bisa diulang (*Reproductible*). Berdasarkan literatur^[4] untuk jenis lantai licin nilai fraksi/prosentasi kontaminan yang terangkat besarnya sekitar 10 %. Faktor-faktor yang mempengaruhi harga prosentasi kontaminan yang terangkat ini diantaranya cara pengambilan, jenis kontaminan padat/cair, jenis kertas usap, diameter kontaminan dan faktor kelembaban ruangan tersebut. Kertas filter bekas usapan tersebut selain dapat diketahui besarnya radioaktivitas pada permukaannya juga dapat diketahui jenis radionuklida kontaminan dengan bantuan alat *Multy Channel Analyzer (MCA)*.

Daerah pengukuran radioaktivitas α dan β di permukaan lantai dipilih berdasarkan pertimbangan keperluan keselamatan pekerja radiasi paling sering bekerja di ruangan tersebut, yaitu zona II dan zona III yang meliputi lantai ruang 135, 136, 140 dan 143. Gambar lokasi pengukuran kontaminasi di permukaan lantai dapat dilihat pada Gambar-1.



Gambar-1. Denah lokasi pengukuran radiasi α dan β di permukaan lantai IRM di R.135, R.136, R.140 (operating area) dan R.143 (service area)

Dalam makalah ini akan dibahas mengenai pengukuran radioaktivitas alpha dan beta di permukaan lantai dengan metode tes usap. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mengetahui tingkat radioaktivitas alpha dan beta di permukaan lantai daerah kerja di IRM. Dengan diketahuinya tingkat radioaktivitas ini dapat dijadikan sebagai informasi untuk pencegahan terhadap bahaya radiasi bagi pekerja radiasi yang bekerja di IRM.

TATA KERJA

Bahan dan alat.

Disiapkan lembar pengambilan sampling tes usap permukaan lantai meliputi tanggal, bulan, tahun dan hari pengambilan cuplikan udara dan kertas filter berdiameter 5,2 cm untuk tes usap serta menentukan titik pengambilan sampling tes usap. Dilakukan pemeriksaan dan disiapkan alat cacah yang akan dipakai meliputi masa kalibrasi, sumber listrik dan kestabilan alat. Selanjutnya kertas filter tersebut siap untuk dicacah aktivitasnya dengan *Portable Scaler Ratemeter-8 (PSR-8)*.

Pengambilan sampling tes usap

Terlebih dahulu ditentukan titik-titik lokasi pengambilan kontaminasi seluas 100 cm². Kertas filter berdiameter 5,2 cm untuk test usap yang telah diketahui cacah latarnya diusapkan searah jarum jam pada titik pengusapan yang telah ditentukan seluas 100 cm² sebanyak satu kali usapan. Selanjutnya kertas filter hasil usapan dimasukkan ke dalam kantong plastik/cawan patri yang telah disediakan (satu kantong plastik/cawan patri

untuk satu sampling cuplikan). Kertas filter tersebut dibawa ke alat pencacahan untuk diproses lebih lanjut.

Pencacahan radioaktif alpha dan beta sampling tes usap menggunakan PSR - 8

Kertas filter tersebut dicacah dengan alat cacah PSR - 8 yang tersedia (tanpa penundaan) selama 1 menit, minimal sebanyak tiga kali pencacahan. Kemudian hasil cacahan tersebut dirata-rata dan dikurangi dengan cacah latar. Langkah berikutnya dihitung besarnya aktivitas radioaktif alpha dan beta di permukaan lantai dengan menggunakan persamaan^[4] :

$$A_k = N \times \frac{1}{A} \times \frac{1}{E} \times \frac{1}{P} \quad (1)$$

dengan :

A_k = aktivitas kontaminasi radioaktif α dalam satuan Bq/Cm²

N = cacah netto cuplikan dalam satuan cacah/menit (cps)

A = luas permukaan yang di usap dalam satuan 100 Cm²

E = efisiensi alat cacah untuk detektor alpha sebesar 36,95 % dan untuk detektor beta sebesar 24,22 %)

P = fraksi yang diambil dalam tes usap (10%)

Hasil akhir pengukuran dituliskan dalam bentuk :

$$A_k = \overline{A_k} \pm sA_k \quad (2)$$

dengan :

Ralat pengukuran radioaktivitas α dan β diambil dari standar deviasi dengan persamaan^[5] :

$$s_{\bar{A}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}{n-1}} \quad (3)$$

dengan :

$s_{\bar{A}}$ = standar deviasi

\bar{A} = radioaktivitas rata-rata

n = jumlah pengukuran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampling tes usap dilakukan minimal 1 (satu) kali dalam seminggu. Titik/lokasi

pengambilan sampling tes usap dalam satu ruangan masing-masing 4 (empat) titik pengambilan dan nilai yang diambil adalah yang terbesar radioaktivitasnya. Hasil pengukuran radioaktivitas alpha dan beta di permukaan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel-1. Hasil pengukuran radioaktivitas alpha dan beta pada permukaan lantai di IRM tahun 2008.

No	RUANG 135 (Bq/cm ²)		RUANG 136 (Bq/cm ²)		RUANG 140 (Bq/cm ²)		RUANG 143 (Bq/cm ²)	
	α	β	α	β	α	β	α	β
Januari	0,003	-	0,003	-	ttd	-	0,007	-
Pebruari	0,003	0,158	0,005	0,183	0,003	0,034	0,003	0,133
Maret	ttd	0,010	ttd	0,005	ttd	0,006	ttd	0,015
April	ttd	0,017	0,004	0,004	ttd	0,006	ttd	0,016
Mei	0,001	0,008	0,002	0,011	0,002	0,010	0,002	0,020
Juni	0,004	0,175	ttd	0,249	0,003	0,057	0,007	0,363
Juli	ttd	0,013	0,003	0,010	ttd	0,003	ttd	0,010
Agustus	0,010	0,017	0,007	0,007	0,003	0,010	0,007	0,027
September	0,013	0,047	0,003	0,050	0,010	0,040	0,010	0,063
Oktober	0,020	0,090	ttd	0,020	0,010	0,080	ttd	0,140
November	0,020	-	0,017	-	0,010	-	0,270*	-
Desember	0,020	0,020	0,020	0,020	0,010	0,020	0,030	0,040
Rerata	0,010	0,052	0,007	0,051	0,006	0,025	0,012	0,078
Deviasi	0,008	0,061	0,007	0,084	0,004	0,025	0,011	0,105

Ttd = tak terdeteksi

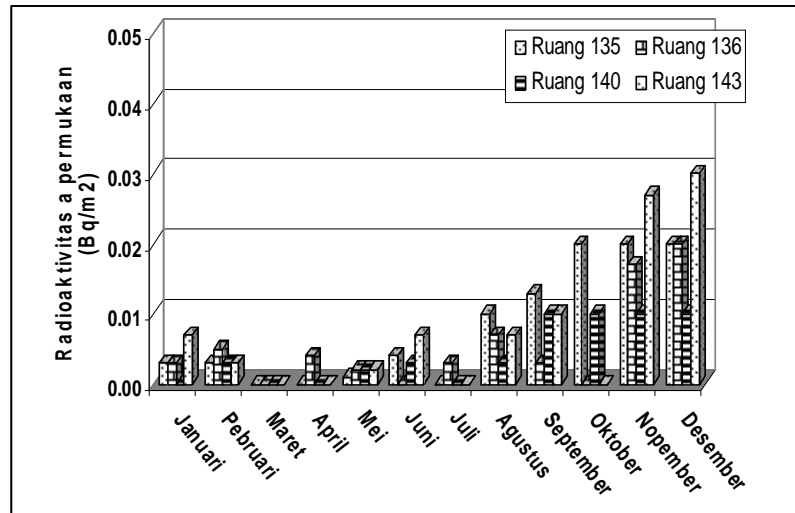
Catatan Tabel 1 :

Pada Tabel 1 untuk bulan Nopember 2008 radioaktivitas β pada permukaan tidak dipantau karena detektor β sedang dikalibrasi di Pusat Teknologi Keselamatan Dan Metrologi Radiasi (PTKMR) BATAN.

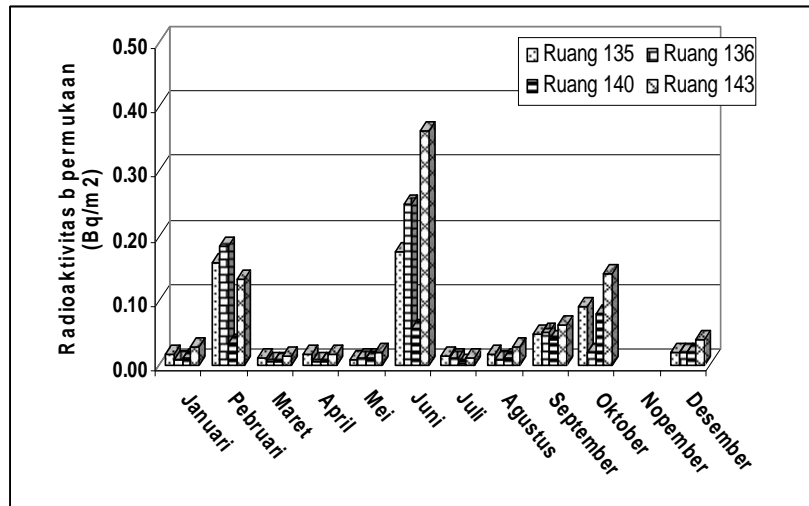
Dari Tabel 1, hasil pengukuran radioaktivitas alpha di permukaan lantai tidak ada yang melebihi 0,37 Bq/cm² untuk pemancar α dan untuk radioaktivitas beta hasilnya berada di bawah 3,7 Bq/cm²., dengan demikian ruangan yang diukur dinyatakan tidak terkontaminasi oleh radioaktif alpha. Selanjutnya dari Tabel 1 ini dibuat Gambar 2 dan Gambar 3,

yaitu radioaktivitas alpha dan beta di permukaan lantai 135,136, 140 dan 143. Pada Gambar 2 ada kecenderungan terjadinya suatu peningkatan radioaktivitas alpha di permukaan

lantai dari bulan Agustus hingga Desember 2008. Hal ini diduga karena kegiatan di laboratorium IRM sedikit meningkat jika dibandingkan dengan bulan sebelumnya. Kegiatan penelitian cenderung diselesaikan diakhir triwulan 3 s/d triwulan 4. Namun demikian hasil pengukuran radioaktivitas alpha di permukaan pada bulan Desember sebesar 0,270 Bq/cm², masih berada di bawah batasan yang diizinkan atau nilainya 73 % dari nilai batas yang diizinkan untuk daerah kontaminasi rendah.



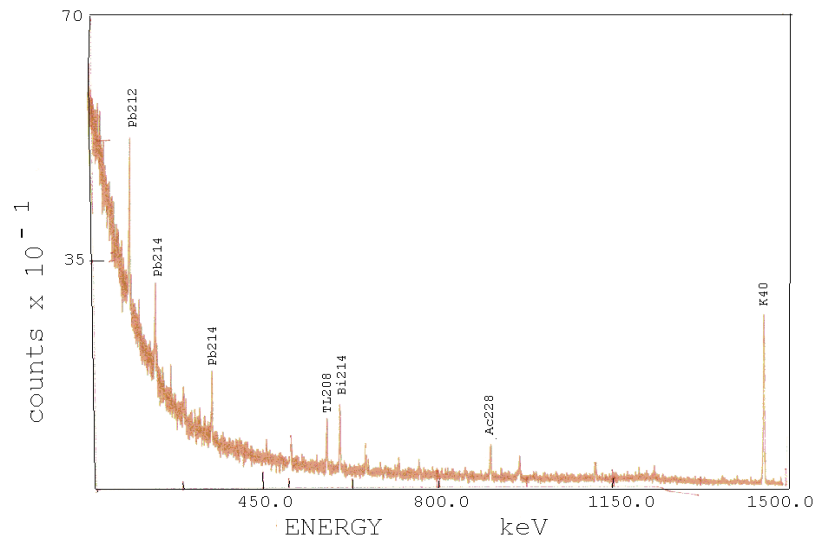
Gambar 2. Radioaktivitas α di permukaan ruang : 135, 136, 140 dan 143 tahun 2008.



Gambar 3. Radioaktivitas β di permukaan ruang 135, 136, 140 dan 143 tahun 2008.

Pada Gambar 3 radioaktivitas beta di permukaan tertinggi terjadi pada bulan Juni 2008, yaitu sebesar $0,675 \text{ Bq/cm}^2$ atau 18,2% dari nilai batasan yang diizinkan. Dari hasil sampling tes usap tersebut, dilakukan analisis secara kualitatif menggunakan *Multy Channel Analyzer (MCA)* diketahui jenis radionuklida yang terdapat di permukaan lantai berasal dari alam. Hasil analisis

secara kualitatif spektrum γ pada Gambar 4 berupa nuklida : Pb-212, Pb-214, Tl-208, Bi-214, Ac-228 dan K-40. Hasil pengukuran radioaktivitas alpha dan beta di permukaan lantai ruang 135, 136, 140 dan 143 ini di tahun 2008, secara keseluruhan dinyatakan tidak terkontaminasi oleh zat radioaktif, sedangkan radionuklida yang terukur adalah radionuklida yang berasal dari alam.



Gambar 4. Spektrum gamma di *Operating Area* : Pb-212, Pb-214, Tl-208, Bi-214, Ac-228 dan K-40

KESIMPULAN

Hasil pengukuran radioaktivitas alpha dan beta di permukaan lantai ruang 135, 136, 140 dan 143 IRM tahun 2008, disimpulkan tidak melebihi batasan yang diijinkan. Hasil tersebut adalah sebagai berikut : untuk lantai ruang 135 radio-aktivitas α sebesar = $(0,010 \pm 0,008)$ Bq/cm² dan β = $(0,052 \pm 0,061)$ Bq/cm² untuk lantai ruang 136 radioaktivitas α sebesar = $(0,007 \pm 0,007)$ Bq/cm² dan β = $(0,051 \pm 0,084)$ Bq/cm², lantai ruang 140 radioaktivitas α sebesar = $(0,006 \pm 0,004)$ Bq/cm² dan β = $(0,025 \pm 0,025)$ Bq/cm² untuk lantai ruang 143 radioaktivitas α sebesar = $(0,012 \pm 0,011)$ Bq/cm² dan β = $(0,078 \pm 0,105)$ Bq/cm². Radionuk-lida yang terukur berasal dari alam yaitu : Pb-212, Pb-214, Tl-208, Bi-214, Ac-228 dan K-40

DAFTAR PUSTAKA

1. TIM LAK PUSAT TEKNOLOGI BAHAN BAKAR NUKLIR, Laporan Analisis Keselamatan Instalasi Radiometalurgi, revisi 6, PTBN, Serpong, (2006).
2. ANONIM, Undang Undang No. 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran, jakarta, (1997).
3. BADAN PENGAWAS TENAGA NUKLIR, Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radi-asi, BAPETEN nomor : 01/Ka-BAPETEN/V-1999, Jakarta, (1999).

4. ALAN MARTIN AND SAMUEL A. HABIRSON, An introduction to radiation protection, London, (1986).
5. GANW.KUZMA AND STEPHENE, Basic Statistics For Health Science, 4rd Edition, (2001).