

PERSENTASE DOSIS KEDALAMAN (*PERCENTAGE DEPTH DOSE*) DENGAN PESAWAT TELETERAPI COBALT-60 FCC 8000 F DI RSUP SANGLAH DENPASAR

Grace Christine Djara¹, Ni Nyoman Ratini², I Wayan Balik Sudarsana³

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali 80361, Indonesia

Abstrak

Keberhasilan pelaksanaan terapi dengan menggunakan pesawat Cobalt-60 FCC 8000 F, sangat dipengaruhi ketepatan dan keakuratan. Dalam pelaksanaannya sangat ditentukan oleh data PDD. Berdasarkan penelitian besarnya nilai PDD pada kedalaman 0 cm dengan berbagai luas lapangan berada pada 39.7% - 48.5% sedangkan nilai maksimum PDD mencapai 100% terdapat pada kedalaman 0.5 cm. Besarnya nilai penyimpangan antara hasil penelitian terhadap data RSUP Sanglah dan BJR mencapai 5% pada kedalaman 8 cm dengan luas lapangan 6 cm x 6 cm dan 8 cm x 8 cm, serta nilai penyimpangan terkecil 0.1% terdapat pada luas lapangan 6 cm x 6 cm dengan kedalaman 7 cm.

Kata kunci : cobalt-60, persentase dosis kedalaman, nilai penyimpangan.

Abstract

Successful implementation of treatment using Cobalt-60 8000 F FCC, strongly influenced the precision and accuracy of the implementation is largely determined by the data PDD. Based on the research the value of PDD at a depth of 0 cm with a broad range of the field is at 39.7% - 48.5%, while the maximum value reached 100% PDD found at a depth of 0.5 cm. The amount of deviation between the results of a study of the data and BJR Sanglah reached 5% at a depth of 8 cm by 6 cm wide field x 6 cm and 8 cm x 8 cm, and the smallest deviation value of 0.1% found in a wide field 6 cm x 6 cm with depth 7 cm.

keywords: cobalt-60, the percentage depth dose, dispersion values

1. Pendahuluan

Manfaat energi yang terkandung dalam zat radioaktif terasa semakin meluas diberbagai bidang ilmu dan teknologi. Perkembangan teknologi di dunia kedokteran tidak dapat dipungkiri telah banyak membantu penderita penyakit untuk sembuh dari sakit yang dideritanya dan meningkatkan kualitas hidup penderita tersebut. Salah satu perkembangan teknologi yang sedang diperhatikan dalam dunia kedokteran adalah kemajuan dibidang yang berkaitan dengan

penyakit yang mematikan yaitu tumor dan kanker.

Energi radiasi yang dipancarkan oleh zat radioaktif seperti Cobalt-60 mempunyai peranan yang sangat penting terutama untuk terapi atau penyembuhan terhadap suatu penyakit terutama kanker (Gabriel, 1991). Pada dasarnya terapi yang menggunakan sumber radiasi bertujuan untuk menimbulkan kerusakan sebesar mungkin pada jaringan tumor dan mengusahakan kerusakan sekecil-kecilnya pada jaringan normal (Akhadi, 2000). Beberapa faktor yang menjadi bahan

pertimbangan dalam perencanaan teleterapi, yaitu : jenis dan energi radiasi, luas lapangan penyinaran, teknik penyinaran yang dipakai dan ukuran tumor. Pada teknik penyinaran di Indonesia terdapat dua teknik penyinaran yaitu penyinaran SSD (*Source Surface Distance*) dan teknik penyinaran SAD (*Source Axis Distance*). Penyinaran dengan teknik SSD, besarnya nilai dosis yang diberikan dapat dilihat dengan menggunakan data persentase dosis kedalaman (*Persentase Depth Dose*, PDD).

PDD diperoleh dengan cara membandingkan dosis serap di suatu kedalaman pada sumbu berkas dengan dosis serap maksimum dikedalaman 0,5 cm dalam pengukurannya menggunakan phantom air melalui sumber Cobalt-60 (Faiz, 1994). Ketepatan dan keakuratan dalam pelaksanaan teleterapi Cobalt-60 sangat ditentukan oleh data PDD.

1.1 Tujuan

Adapun tujuan dari jurnal ini adalah untuk mengetahui PDD pada berbagai kedalaman dan luas lapangan yang berbeda-beda dengan pesawat teleterapi Cobalt-60 FCC 8000 F.

2. Tinjauan pustaka

Besaran dan Satuan Dosis Radiasi

Kegiatan pengukuran dosis radiasi dengan teknik pengukurannya yang didasarkan pada pengukuran ionisasi yang disebabkan oleh radiasi dalam gas, terutama udara dinamakan dosimetri. Untuk dapat membahas tingkat bahaya radiasi secara kuantitatif diperlukan adanya konsep besaran dosis radiasi yang dikaitkan dengan banyaknya energi yang diserap oleh bahan yang dilaluinya. Dalam hal keselamatan terhadap bahaya radiasi pengion, ICRU (*Internasional Commision On Radiological Units*) telah

menentukan tiga besaran dosis yaitu (Cember Herman, 1983):

- a) Paparan (*Exposure*) yaitu kemampuan radiasi sinar-X atau sinar gamma untuk menimbulkan ionisasi di udara. Besaran ini mempunyai satuan yang disebut *rontgen* (R) yang diartikan sebagai kemampuan radiasi untuk menimbulkan ionisasi sebesar $2,58 \times 10^{-4}$ Coloumb/kg udara.
- b) Dosis serap (*Absorbed Dose*) yaitu apabila berkas radiasi melewati bahan atau jaringan tubuh, maka sebagian atau seluruh energi radiasi itu akan terserap oleh medium yang dilaluinya. Secara matematis dapat ditulis,

$$D = dE / dm \quad (2.1)$$
- c) Dengan dE adalah energi yang diserap oleh medium bermassa dm. Jika dE dalam satuan Joule (J) dan dm dalam kilogram (kg), maka satuan dari D adalah : $J kg^{-1}$. Dalam system SI besaran dosis serap diberi satuan khusus, yaitu *Gray* disingkat dengan Gy.

$$1 Gy = 1 J kg^{-1}.$$

Sebelum SI digunakan satuan dosis radiasi adalah Rad.

$$1 Rad = 100 erg/gram$$

$$1 Rad = 10^{-2} J/ kg$$

$$1 Rad = 10^{-2}$$

- d) Laju dosis serap adalah dosis serap per satuan waktu dan diberi simbol . Satuan laju dosis serap dalam SI adalah Joule/kg.jam atau Gray/jam dan dalam satuan lama yaitu rad/ jam. Hubungan laju dosis serap dengan dosis serap adalah

$$D = \frac{D}{t} \quad (2.2)$$

Dimana :

D = Laju dosis serap (Gray/Jam)

D = Dosis (Gray)

t = Waktu penyinaran (Jam)

- e) Dosis Setara (*Equivalent Dose*) yang menyatakan jumlah energi yang diserap persatuan massa bahan atau medium yang dilaluinya sekaligus dikaitkan dengan efek biologinya. Satuan yang digunakan adalah Rem (*Rad Equivalent Man*). Hubungan antara rad dan rem adalah :

$$D_E = D_s Q_F N \quad (2.3)$$

dimana :

D_E = Dosis setara (rem)

D_s = Dosis serap (rad)

Q_F = Faktor kualitas dari radiasi

N = Faktor lain

Faktor (N) hanya berlaku dalam hal radiasi internal, sedangkan faktor kualitas tergantung dari jenis radiasi.

Persentase Dosis Kedalaman (PDD)

PDD adalah dosis serap yang diberikan pada kedalaman utama sebagai persentase dari dosis serap pada kedalaman tertentu di daerah sumbu utama. PDD didefinisikan sebagai persentase dari perbandingan dosis serap pada kedalaman tertentu dengan dosis serap maksimum, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.6. Maka secara matematis PDD dapat dituliskan sebagai berikut ini:

$$PDD = \frac{D_d}{D_{dmax}} \times 100\% \quad (2.4)$$

dimana :

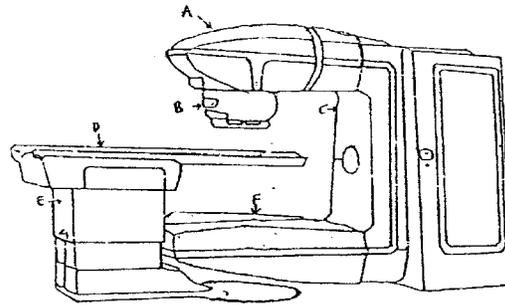
D_d = Dosis serap pada kedalaman d

D_{dmax} = Dosis serap pada kedalaman d_{maks}

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sub Unit Radioterapi Rumah Sakit Sanglah Denpasar. Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Nama pesawat : Pesawat Teleterapi Cobalt-60 FCC 8000F
2. Detektor dengan type DIADOS T60004
3. Dosimeter dengan type PTW UNIDOS T10005
4. Phantom Air



Gambar 3.1 Pesawat Teleterapi Co-60

Keterangan :

- | | |
|------------------|----------------------|
| A. Kepala Sumber | D. Tempat Penyinaran |
| B. Kolimator | E. Beam Stoper |
| C. Gantry | |

3.1 Analisa Data

Perhitungan penyimpangan data PDD berbagai kedalaman dan luas lapangan hasil penelitian dengan pengukuran yang dilakukan Sanglah maupun BJR

$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{|P_i - P_o|}{P_o} \times 100\%$$

dimana P_i = Data Sanglah (Batan)

P_o = Data penelitian

4. Hasil dan pembahasan

Dalam penelitian ini telah dilakukan pengukuran laju dosis hasil dari keluaran pesawat Teleterapi Cobalt-60 FCC 8000 F yang digunakan di Rumah Sakit Sanglah Denpasar. Pengukuran laju dosis menggunakan dosimeter dengan tipe

PTW UNIDOS T10005. Hasil pengukuran laju dosis yang dilakukan pada luas lapangan 4 cm × 4 cm, 6 cm × 6 cm, 8 cm × 8 cm, 10 cm × 10 cm dan 20 cm × 20 cm dengan kedalaman 0 cm – 8 cm. Dalam setiap pengukuran laju dosis telah dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dengan waktu 60 detik (1 menit).

Besarnya nilai PDD dengan menggunakan rumus

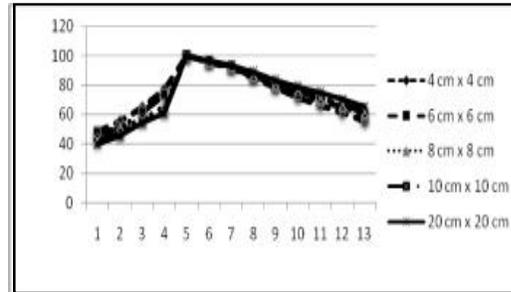
$$PDD = \frac{\text{Laju dosis rata-rata pada kedalaman tertentu}}{\text{Laju dosis rata-rata maksimum pada kedalaman 0.5 cm}} \times 100 \%$$

Contoh :

Data pada hasil penelitian laju dosis serap di phantom dengan luas lapangan 4 cm × 4 cm pada kedalaman 0.5 cm adalah 225.6 cGy/menit sedangkan pada kedalaman 1 cm adalah 215.8 cGy/menit. Dengan menggunakan rumus diatas maka di dapat

$$\begin{aligned} PDD &= \frac{\text{Laju dosis rata-rata pada kedalaman tertentu}}{\text{Laju dosis rata-rata maksimum pada kedalaman 0.5 cm}} \times 100 \% \\ &= \frac{215.8}{225.6} \times 100 \% \\ &= 95.6 \% \end{aligned}$$

Pada d_{maks} nilai PDDnya sebesar 100% terdapat pada kedalaman 0.5 cm.



Gambar 4.1 Perbandingan Nilai PDD dengan Luas Lapangan Berbeda

Tabel 4.1 Nilai PDD dengan Luas Lapangan Yang Berbeda

Kedalaman (cm)	PDD (%)				
	4 cm × 4 cm	6 cm × 6 cm	8 cm × 8 cm	10 cm × 10 cm	20 cm × 20 cm
0	48.5	48.02	44.01	42.9	39.7
0.2	55.6	50.8	51.1	46.4	45.2
0.3	65.2	61.8	56.4	56	54.6
0.4	77.3	73.5	65.6	61.8	60.8
0.5	100	100	100	100	100
1	95.6	96.2	96	96.4	97
2	91.8	92.2	92.5	93.1	93.6
3	84.9	85.8	86	86.7	88.9
4	78.1	79.4	80	81	83.2
5	71.7	73.4	77	76.6	79.1
6	66.3	69.3	70.5	71	74.9
7	61	64.9	65.7	66.8	70.3
8	55.3	57.7	59.2	61.5	65.2

Untuk mengetahui besar penyimpangan data PDD dengan berbagai kedalaman serta luas lapangan yang berbeda dari hasil penelitian terhadap pengukuran pada RSUP Sanglah dan BJR maka digunakan rumus

$$\text{Kesalahan relatif} = \left| \frac{P_i - P_0}{P_0} \right| \times 100\%$$

Misalnya pengukuran hasil penelitian dengan data Sanglah,

$$P_i = \left| \frac{97.2 - 95.6}{97.2} \right| \times 100\% \\ = 1.6 \%$$

dengan rumus yang sama dapat dilakukan perbandingan hasil penelitian dengan hasil BJR,

$$P_i = \left| \frac{96.8 - 95.6}{96.8} \right| \times 100\% \\ = 1.2 \%$$

Hasil penelitian rata-rata laju dosis serap serta standar deviasi dengan menggunakan phantom air pada kedalaman 0 – 8 cm dengan luas lapangan 4 cm × 4 cm, 6 cm × 6 cm, 8 cm × 8 cm, 10 cm × 10 cm, 20 cm × 20 cm terlihat semakin besar luas lapangan dan bertambahnya kedalaman maka nilai laju dosisnya serapnya semakin berkurang.

Pengukuran dosis serap pada suatu kedalaman yang berbeda akan menghasilkan nilai yang bervariasi terhadap kedalaman. Variasi nilai dosis serap pada kedalaman dipengaruhi oleh kualitas berkas dan energi radiasi, SSD, dan luas lapangan penyinaran. Dari hasil nilai pengukuran terkecil PDD di permukaan phantom atau kedalaman 0 pada luas lapangan 20 cm × 20 cm sebesar 39.7% dan nilai terbesar pada luas lapangan 4 cm × 4 cm sebesar 48.5%. Sedangkan nilai maksimum (100%) pada kedalaman 0.5 cm

untuk berbagai luas lapangan dan selanjutnya akan menurun secara eksponensial.

PDD pada luas lapangan 4 cm × 4 cm pada kedalaman 1 cm hasil penelitian sebesar 95.6% dengan data PDD dari Sanglah sebesar 97.2% dan BJR sebesar 96.8% terdapat perbedaan nilai penyimpangan maksimum pada data Sanglah sebesar 2.5% sedangkan besarnya nilai penyimpangan pada penelitian BJR sebesar 4 % yang terdapat pada kedalaman 8 cm. Begitupun dengan nilai penyimpangan pada luas lapangan 6 cm × 6 cm, 10 cm × 10 cm, 20 cm × 20 cm dan nilai penyimpangan maksimumnya terdapat pada kedalaman 8 cm pada luas lapangan 6 cm x 6 cm dan 8 cm x 8 cm dengan besar nilai penyimpangan mencapai 5%, serta nilai penyimpangan minimumnya 0.1% terletak pada luas lapangan 8 cm x 8 cm pada kedalaman 7 cm.

Besarnya nilai penyimpangan sanglah terhadap BJR mencapai 5.1% berada pada kedalaman 0.2 cm dengan luas lapangan 4 cm × 4 cm, ini terjadi karena nilai PDD pada kedalaman tersebut merupakan hasil dugaan data yang hilang.

Besar nilai penyimpangannya berada pada batas standar penyimpangan yang telah ditetapkan oleh ICRU (*Internasional Commision on Radiation Units*) yaitu sebesar 5 %. Penyimpangan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti ketidaksamaan komposisi phantom, temperatur dan tekanan lokasi pengamatan dan ketelitian pengamatan.

5. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai PDD pada kedalaman 0 atau di permukaan phantom pada dengan lapangan

- 4 cm x 4 cm, 6 cm x 6 cm, 8 cm x 8 cm, 10 cm x 10 cm dan 20 cm x 20 cm berada pada nilai 39.7% - 48.5%, dan nilai PDD pada RSUP Sanglah Denpasar berada pada nilai 40.8% - 48.5% sedangkan pada BJR terdapat pada 30% - 50%.
2. Nilai penyimpangan antara penelitian – BJR pada luas lapangan 6 cm x 6 cm penyinaran SSD 80 cm pada kedalaman 8 cm mencapai 5% , sedangkan nilai penyimpangan terkecil sebesar 0.1% pada luas lapangan 8 cm x 8 cm dengan kedalaman 7 cm.

Saran

Kestabilan alat juga tergantung pada umur alat itu sendiri, karena itu agar efektivitas dan efisiensi alat dapat dicapai secara maksimum maka disarankan agar alat yang sudah melebihi batas waktu penggunaannya dilakukan penggantian.

6. Daftar pustaka

- Akhadi, Mukhlis. 2000. *Dasar – dasar proteksi radiasi*. Jakarta : Rineka Cipta
- Blackburn, Benyamin. 1994. *Blackburn's Introduction to Clinical Radiation Therapi Physics*. USA.
- Dewi, Made Sriwardani. 1991. *Pengaruh Perubahan Luas Lpangan Dan SSD Terhadap Kedataran Berkas (Beam Flatnes) Pada Pesawat Teleterapi Alycon C0 – 60*. Skripsi. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Udayana. BALI
- Gabriel, J.F 1991. *Fisika Kedokteran*. EGC.
- Khan, F.M. 1994. *The Physics of Radiation Therapy*. William and Wilkins. Los Angeles.