

## Pengaruh Meja Pasien Terhadap Dosis Serap Pesawat Co-60 Di Instalasi Radioterapi RSUP Sanglah

### Effect of the Patient Table on the Absorbed Dose of the Co-60 Machine at the Radiotherapy Installation Sanglah Hospital

Ni Wayan Ekayani<sup>1\*</sup>, Gusti Ngurah Sutapa<sup>1</sup>, I Wayan Balik Sudarsana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

<sup>2</sup>Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar, Jl. Diponegoro, Dauh Puri Klod, Denpasar Barat, Kota Denpasar, Bali, Indonesia

Email: \*[ekayani066@gmail.com](mailto:ekayani066@gmail.com), [sutapafis97@unud.ac.id](mailto:sutapafis97@unud.ac.id), [wbalik365@gmail.com](mailto:wbalik365@gmail.com)

**Abstrak** – Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pemasangan meja pasien terhadap dosis serap pada pesawat Co-60 merk NPIC-GWXJ80 di Instalasi Radioterapi RSUP Sanglah Denpasar. Pengukuran dosis radiasi merupakan salah satu bagian dari Quality Control (QC) pesawat radioterapi. Pengukuran dilakukan sesuai dengan protokol TRS 398 IAEA, menggunakan phantom slab dengan tebal 10 cm, dosis 200 cGy, source to surface distance (SSD) 80 cm dengan sudut penyinaran  $0^0$  (posisi anteroposterior/AP) dan  $180^0$  (posisi posteroanterior/PA). Perhitungan dosis serap radiasi dilakukan menggunakan worksheet Microsoft Excel TRS 398. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa dosis serap dengan pemasangan meja pasien lebih kecil dibandingkan dengan tanpa pemasangan meja pasien. Deviasi dosis serap pada pengukuran AP, PA tanpa meja dan PA dengan meja secara berurutan yaitu 1,24%, 1,48% dan 5,04%. Deviasi dosis serap pada pengukuran PA dengan meja melebihi batas toleransi yang ditetapkan oleh IAEA yaitu  $\pm 5\%$ , sehingga perlu dilakukan perhitungan faktor koreksi untuk meja pasien. Nilai faktor koreksi meja pasien adalah 0,97 dengan waktu penyinaran terkoreksi yaitu 1,56 menit. Deviasi dosis serap berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan menggunakan waktu penyinaran terkoreksi yaitu 2,35%, sehingga keluaran pesawat Co-60 telah sesuai dengan standar TRS 398 IAEA dan layak digunakan.

**Kata kunci:** Meja pasien; dosis serap; pesawat Co-60; deviasi; faktor koreksi.

**Abstract** – A study has been conducted to determine the effect of patient table on the absorbed dose on the Co-60 NPIC-GWXJ80 machine at the Radiotherapy Installation Sanglah Hospital, Denpasar. Measurement of radiation dose is one part of the Quality Control (QC) radiotherapy machine. Measurements were carried out according to the TRS 398 IAEA protocol, using a phantom slab with a thickness 10 cm, dose 200 cGy, Source to Surface Distance (SSD) 80 cm with irradiation angles of  $0^0$  (anteroposterior position/AP) and  $180^0$  (posteroanterior position/PA). The calculation of the absorbed radiation dose was carried out using Microsoft Excel worksheet TRS 398. The measurement results showed that the absorbed dose with the installation of the patient table was smaller than without the installation of the patient table. The deviation of the absorbed dose in the measurement of AP, PA without a table and PA with a table, respectively, is 1.24%, 1.48% and 5.04%. The deviation of the absorbed dose in the PA measurement with the table exceeds the tolerance limit set by the IAEA, which is  $\pm 5\%$ , so it is necessary to calculate the correction factor for the patient table. The value of the patient table correction factor was 0.97 with the corrected irradiation time is 1.56 minutes. The deviation of the absorbed dose based on the results of measurements and calculations using a corrected irradiation time is 2.35%, so that the output of the Co-60 machine is in accordance with the IAEA TRS 398 standard and is suitable for use.

**Key words:** Patient table; dose absorbed; Co-60 machine; deviation; correction factor.

#### 1. Pendahuluan

Radioterapi adalah pengobatan dengan memberikan dosis radiasi yang terukur terhadap penyakit tumor atau kanker menggunakan teknik penyinaran dari zat radioaktif maupun radiasi pengion lainnya. Penggunaan radiasi dapat menyebabkan kematian sel, namun umumnya sel kanker lebih rentan dan lebih

sensitif terhadap radiasi. Pada dosis tinggi, terapi radiasi dapat membunuh sel kanker atau memperlambat pertumbuhannya dengan cara merusak DNA sel. Ketika DNA sel kanker telah rusak dan tidak mampu melakukan perbaikan serta berhentinya pembelahan sel maka, sel kanker tersebut akan mati [1-3].

Pesawat Cobalt-60 (Co-60) adalah salah satu pesawat radioterapi yang menggunakan radionuklida Co-60 sebagai sumber radiasi [4]. Co-60 merupakan sumber pemancar radiasi gamma yang memiliki waktu paruh 5,27 tahun dengan energi 1,173 MeV dan 1,333 MeV, karena kedua energi ini hampir sama maka sumber Co-60 biasanya disebut sebagai sinar- $\gamma$  mono energi dengan energi rata-rata 1,253 MeV [5]. Co-60 banyak digunakan untuk pengobatan kanker dan tumor karena memiliki energi dan efektivitas membunuh sel kanker yang tinggi. Radiasi yang dipancarkan menyebabkan perubahan genetik yang mengakibatkan kematian sel [6].

Posisi penyinaran dalam radioterapi dengan menggunakan pesawat Co-60 secara umum yaitu posisi anteroposterior (AP) yaitu posisi penyinaran dengan sudut *gantry*  $0^{\circ}$ , posisi posteroanterior (PA) yaitu posisi penyinaran dengan sudut *gantry*  $180^{\circ}$ , dan posisi penyinaran lateral yaitu posisi penyinaran dengan sudut *gantry*  $90^{\circ}$  atau  $270^{\circ}$  [7]. Penyinaran menggunakan pesawat Co-60 dapat dilakukan menggunakan *open system* dan *tray system*. *Open system* adalah penyinaran yang dilakukan tanpa menggunakan blok radiasi. *Tray system* adalah penyinaran yang dilakukan menggunakan blok radiasi yang diletakkan pada kepala pesawat Co-60, hal ini bertujuan untuk melindungi organ kritis yang berada di sekitar kanker [8].

Salah satu sifat radiasi yaitu dapat menembus bahan dan mengalami atenuasi karena diserap oleh bahan yang dilaluinya. *Tray* merupakan suatu bahan yang terbuat dari akrilik yang berfungsi untuk meletakkan blok radiasi. Penggunaan *tray* kemungkinan akan berpengaruh terhadap dosis radiasi pada target karena *tray* merupakan suatu material yang dapat menyerap sebagian kecil radiasi. Selain *tray*, pada penyinaran dengan sudut *gantry*  $180^{\circ}$ , terdapat meja pasien yang juga dapat menyerap radiasi, sehingga perlu dilakukan pengukuran dosis serap radiasi. Pengukuran dosis serap radiasi pada pesawat radioterapi merupakan salah satu bagian dari *Quality Control* (QC) yang dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara dosis yang telah direncanakan dengan dosis yang diterima oleh pasien. Pengukuran dosis radiasi pada radioterapi dilakukan dengan tepat dan sesuai standar. Perhitungan dosis juga mengikuti protokol *Technical Report Series* (TRS) 398 yang dikeluarkan oleh *International Atomic Energy Agency* (IAEA) pada tahun 2006. TRS 398 merupakan suatu kode praktis internasional untuk dosimetri berdasarkan standar dosis serap air yang dijadikan sebagai pedoman dalam penentuan dosis serap berkas radiasi pesawat terapi eksternal. IAEA merekomendasikan agar dosis radiasi yang diberikan dalam terapi pasien memiliki ketidakakuratan yang dapat ditoleransi pada jangkauan  $\pm 5\%$ . Jika keluaran radiasi yang diperoleh lebih dari  $\pm 5\%$ , maka akan memberikan dampak negatif pada pasien [9].

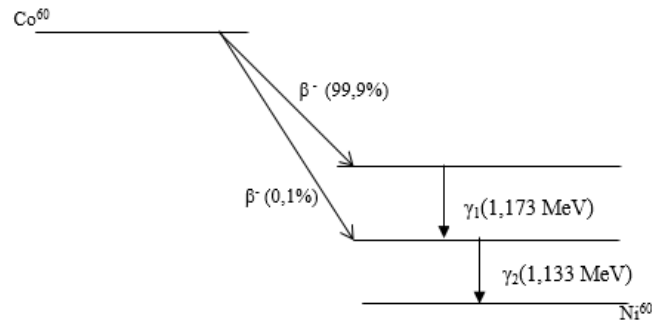
Berdasarkan uraian di atas, penulis melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh pemasangan meja pasien terhadap dosis serap pada pesawat Co-60 di Instalasi Radioterapi RSUP Sanglah Denpasar. Studi ini bertujuan untuk menganalisis hasil pengukuran keluaran radiasi pesawat Co-60 dan membandingkan hasil pengukuran dengan standar yang telah ditetapkan dalam TRS 398 IAEA.

## 2. Landasan Teori

Radioterapi merupakan tindakan medis menggunakan radiasi pengion untuk mematikan sel kanker sebanyak mungkin dengan kerusakan pada sel normal sekecil mungkin. Dosis yang diberikan kepada organ target dalam radioterapi harus tepat dengan mengusahakan dosis ke bagian tubuh lainnya serendah mungkin. Dosis yang berlebih akan membahayakan pasien, sedangkan dosis yang rendah akan mempengaruhi penyembuhan pasien [10].

Berdasarkan letak sumber radiasi, radioterapi dapat dibedakan menjadi terapi radiasi internal dan terapi radiasi eksternal. Terapi radiasi internal (*brakiterapi/brachytherapy*) adalah terapi dengan menggunakan sumber radioaktif tertutup yang diletakkan dekat atau pada tumor/kanker untuk memberikan dosis radiasi terlokalisasi. Sedangkan terapi radiasi secara eksternal adalah terapi radiasi dengan sumber radiasi yang berada pada jarak tertentu dari tubuh. Terapi radiasi eksternal dilakukan dengan menggunakan pesawat radioterapi seperti pesawat Co-60, pesawat *Linear Accelerator* (LINAC), *Gamma Knife* dan *Cyber Knife* [3,11]. Saat ini radiasi eksternal dilakukan dengan pesawat akselerator linier, namun beberapa pusat radioterapi (terutama di negara berkembang) masih menggunakan pesawat Co-60 [12]. Pada terapi radiasi secara eksternal sinar radiasi yang digunakan dapat berupa foton, elektron, dan proton. Foton dalam hal ini dapat berupa sinar-X dan sinar- $\gamma$ . Sinar- $\gamma$  adalah foton yang dapat dihasilkan secara spontan oleh unsur radioaktif Co-60 pada saat meluruh [13,14].

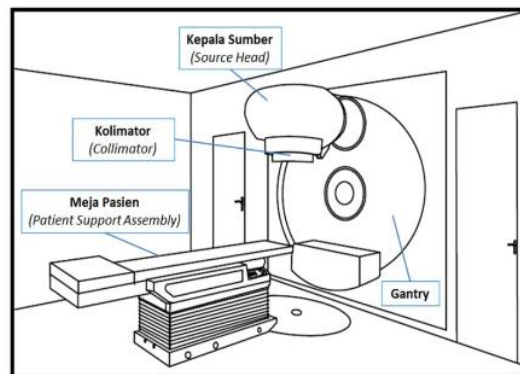
Pesawat teleterapi Co-60 adalah pesawat terapi eksternal yang menggunakan zat radioaktif Co-60 sebagai sumber radiasi radiasi gamma ( $\gamma$ ) yang digunakan untuk proses pengobatan kanker [14]. Co-60 merupakan salah satu isotop radioaktif dari unsur cobalt. Radionuklida Co-60 adalah pemancar sinar- $\gamma$  yang mempunyai waktu paruh 5,27 tahun serta sifat toksik yang tinggi [4]. Diagram proses peluruhan radionuklida Co-60 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram proses peluruhan radionuklida Co-60 [15].

Radionuklida Co-60 diproduksi dalam reaktor nuklir dengan cara menembakkan partikel neutron dengan inti stabil Co-59. Proses peluruhan Co-60 menjadi Ni-60 disertai dengan emisi- $\beta$  dengan energi 0,31 MeV dan radiasi- $\gamma$  dengan energi 1,173 MeV dan 1,333 MeV. Karena karena kedua energi ini hampir sama, sumber Cobalt-60 biasanya disebut sebagai sumber sinar- $\gamma$  mono energi dengan energi rata-rata 1,253 MeV [16].

Pesawat Co-60 terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu kepala sumber (*source head*), kolimator, gantry, meja pasien dan komputer konsul. Bagian-bagian pesawat Co-60 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagian-bagian pesawat radioterapi Co-60 [17].

Kepala sumber berfungsi untuk menyimpan dan mengeluarkan radionuklida Co-60 sebagai sumber radiasi. Kolimator berfungsi untuk mengatur luas lapangan penyinaran yang dikehendaki. Gantry merupakan bagian yang dapat berputar/berotasi yang berfungsi untuk menentukan sudut penyinaran dan mengarahkan radiasi ke bagian tubuh pasien. Meja pasien berfungsi sebagai tempat pasien berbaring ketika penyinaran dilakukan. Konsul adalah seperangkat komputer yang digunakan untuk mengontrol pesawat Co-60 dan dapat mengendalikan besar dan lamanya radiasi yang akan diberikan ke tubuh pasien. Konsul terletak di ruang terpisah dengan perangkat radioterapi, hal ini dimaksudkan agar operator tidak terpapar radiasi yang tidak diinginkan [17, 18].

Penentuan nilai keluaran berkas radiasi gamma pada pesawat Co-60 memerlukan perhitungan nilai faktor koreksi. Adapun faktor koreksi yang dihitung antara lain: [8]

a. Faktor koreksi tekanan dan temperatur ( $k_{TP}$ )

Pengukuran faktor koreksi tekanan dan temperatur dilakukan dengan cara mengukur tekanan udara ( $P$ ) dan temperatur udara ( $T$ ) di ruang Co-60 pada saat pengukuran berlangsung dengan tekanan referensi ( $P_0$ ) sebesar 101,3 kPa dan temperature referensi ( $T_0$ ) sebesar 20 °C. Tidak ada koreksi untuk kelembaban yang diperlukan jika faktor kalibrasi mengacu pada kelembaban relatif 50% dan digunakan dalam kelembaban relatif antara 20% sampai 80%. Faktor koreksi tekanan dan temperatur dihitung dengan Persamaan (1).

$$k_{TP} = \frac{(273,2 + T)P_0}{(273,2 + T_0)P} \quad (1)$$

b. Faktor koreksi polarisasi ( $k_{pol}$ )

Pada radiasi energi tinggi dilakukan pengukuran pada polaritas positif ( $M_+$ ), polaritas negatif ( $M_-$ ) dan polaritas yang rutin digunakan ( $M$ ). Nilai faktor koreksi polarisasi dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$k_{pol} = \frac{|M_+||M_-|}{2M} \quad (2)$$

c. Faktor koreksi rekombinasi ion ( $k_s$ )

Faktor rekombinasi ion ditentukan dengan mengukur jumlah muatan yang dibaca *electrometer* ( $M_1$ ) pada tegangan yang biasa digunakan ( $V_1$ ) dan jumlah muatan yang dibaca *electrometer* ( $M_2$ ) pada tegangan referensinya ( $V_2$ ). Nilai faktor koreksi rekombinasi dihitung menggunakan Persamaan (3).

$$k_s = \frac{(V_1/V_2)^2 - 1}{(V_1/V_2)^2 - (M_1/M_2)} \quad (3)$$

d. Faktor kalibrasi *electrometer* ( $k_{elec}$ )

Faktor kalibrasi *electrometer* biasanya bernilai 1 yang berarti bahwa *ion chamber* dikalibrasi bersamaan dengan *electrometer*.

e. Bacaan dosimeter dan waktu pada tegangan  $V_1$  ( $M_1$ )

Bacaan dosimeter dengan waktu pada tegangan  $V_1$  merupakan rasio antara hasil bacaan *electrometer* pada tegangan  $V_1$  ( $M$ ) dengan waktu penyinaran ( $t$ ) yang dihitung dengan menggunakan Persamaan (4).

$$M_1 = \frac{M}{t} \quad (4)$$

Hasil bacaan dosimetri terkoreksi ( $M_Q$ ) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (5).

$$M_Q = M_1 \cdot k_{TP} \cdot k_{elec} \cdot k_{pol} \cdot k_s \quad (5)$$

Laju dosis serap ( $\dot{D}_w$ ) pada kedalaman referensi ( $z_{ref}$ ) dihitung dengan menggunakan Persamaan (6).

$$\dot{D}_w = M_Q \cdot N_{D,w} \quad (6)$$

dengan  $N_{D,w}$  adalah nilai faktor kalibrasi dosis serap air untuk *electrometer* dan *ion chamber*. Besarnya nilai dosis serap radiasi merupakan hasil kali antara laju dosis serap dengan waktu penyinaran yang dirumuskan pada Persamaan (7).

$$D = \dot{D}_w \cdot t \quad (7)$$

Persentase penyimpangan (deviasi) dosis serap dihitung dengan menggunakan Persamaan (8) [6].

$$\% \text{deviasi} = \frac{D_{ref} - D_{ukur}}{D_{ref}} \times 100\% \quad (8)$$

### 3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar yang beralamat di Jalan Diponegoro, Dauh Puri Klod Denpasar. Adapun alat yang digunakan adalah pesawat Co-60, komputer TPS, komputer konsul, detektor *ion chamber* dan *electrometer*, kabel optik, *slab phantom*, alat ukur suhu, tekanan, dan kelembaban, serta laptop yang dilengkapi dengan *software* PC *electrometer*. Data yang diambil berupa hasil pengukuran dosis serap pesawat Co-60 pada penyinaran *open system* (tanpa *tray*) dengan pemasangan meja dan tanpa pemasangan meja pasien.

Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan simulasi/perencanaan radiasi dengan menggunakan TPS LinaTech. Pada tahap ini akan dimasukkan dosis penyinaran 200 cGy, luas lapangan penyinaran 10 cm x 10 cm, jarak SSD 80 cm, dan kedalaman 5 cm baik dari posisi penyinaran AP maupun PA. Berdasarkan hasil TPS diperoleh waktu untuk penyinaran posisi AP yaitu 1,52 menit dan 1,51 menit untuk posisi penyinaran PA. Kemudian dilakukan penyusunan peralatan di ruang Co-60. Posisi penyinaran yang digunakan yaitu AP yaitu penyinaran dengan sudut *gantry*  $0^0$  dan PA yaitu penyinaran dengan sudut *gantry*  $180^0$ . Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengukuran suhu, tekanan,

kelembaban dan pengukuran radiasi latar di ruang Co-60. Waktu penyinaran dari hasil TPS kemudian akan dimasukkan ke komputer konsul kemudian dilakukan penyinaran dengan variasi pengukuran yaitu posisi penyinaran AP, posisi penyinaran PA tanpa meja pasien dan posisi penyinaran PA dengan meja pasien. Hasil pengukuran yaitu berupa data bacaan *electrometer* yang dibaca pada polaritas +300 V, +150 V dan -300 V.

Perhitungan dosis serap dilakukan dengan menggunakan *worksheet* TRS-398 IAEA dengan bantuan Microsoft Office Excel. Selanjutnya akan dihitung persentase deviasi dosis serap antara dosis referensi dan dosis hasil pengukuran. Jika nilai deviasi dosis serap lebih besar  $\pm 5\%$ , maka akan dilakukan perhitungan nilai faktor koreksi dan waktu penyinaran terkoreksi untuk meja pasien. Waktu penyinaran terkoreksi tersebut akan digunakan untuk melakukan penyinaran kembali guna melakukan verifikasi kesesuaian dosis serap hingga sesuai dengan ketetapan yang diizinkan yaitu  $\pm 5\%$ . Perhitungan nilai faktor koreksi dilakukan dengan menggunakan Persamaan (9).

$$\text{Faktor koreksi meja} = \frac{\dot{D}_{PA \text{ dengan meja}}}{\dot{D}_{AP\&PA \text{ tanpa meja}}} \quad (9)$$

dengan  $\dot{D}_{PA \text{ dengan meja}}$  adalah nilai laju dosis serap pada pengukuran posisi PA dengan pemasangan meja pasien dan  $\dot{D}_{AP\&PA \text{ tanpa meja}}$  adalah nilai rata-rata laju dosis serap pada pengukuran dengan posisi penyinaran AP dan posisi penyinaran PA tanpa pemasangan meja pasien. Perhitungan waktu penyinaran terkoreksi dilakukan menggunakan Persamaan (10).

$$\text{Waktu penyinaran terkoreksi} = \frac{\text{waktu penyinaran PA}}{\text{faktor koreksi meja}} \quad (10)$$

#### 4. Hasil Dan Pembahasan

Pengukuran keluaran radiasi pesawat Co-60 dibaca dengan menggunakan *software* PC *Electrometer*. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil pengukuran bacaan *electrometer*.

V (volt)	AP (nC)	PA tanpa meja (nC)	PA dengan meja (nC)
+300	36,55	36,82	35,29
	36,57	36,83	35,30
	36,58	36,83	35,29
rata-rata	36,57	36,83	35,29
+150	36,50	36,70	35,25
	36,50	36,76	35,27
	36,50	36,76	35,27
rata-rata	36,50	36,74	35,26
-300	36,60	36,85	35,28
	36,60	36,84	35,25
	36,60	36,84	35,37
rata-rata	36,60	36,84	35,30

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *worksheet* TRS 398 dengan bantuan *software* Microsoft Excel untuk mendapatkan nilai laju dosis serap, dosis serap dan penyimpangan atau deviasi dosis serap radiasi. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil perhitungan laju dosis serap, dosis serap dan deviasi.

Parameter	AP	PA tanpa meja	PA dengan meja
Laju dosis serap	129,96 cGy/menit	130,49 cGy/menit	125,77 cGy/menit
Dosis serap	197,53 cGy	197,04 cGy	189,91 cGy
Deviasi	1,24%	1,48%	5,04%

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai deviasi pada pengukuran dengan meja melebihi batas toleransi yang ditentukan oleh IAEA yaitu  $\pm 5\%$ , sehingga perlu dilakukan perhitungan nilai faktor koreksi meja yang bertujuan agar dosis yang diterima oleh phantom atau pasien sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Perhitungan nilai faktor koreksi meja dilakukan dengan menggunakan Persamaan (9) dan waktu penyinaran terkoreksi dihitung dengan Persamaan (10). Nilai faktor koreksi yang diperoleh adalah 0,97 dengan waktu penyinaran terkoreksi 1,56 menit. Pengukuran dengan waktu penyinaran terkoreksi

hanya dilakukan untuk posisi penyinaran PA, hal ini dikarenakan meja hanya berpengaruh pada posisi penyinaran PA. Berdasarkan hasil pengukuran, didapatkan hasil perhitungan laju dosis serap, dosis serap, dan deviasi yang ditampilkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil perhitungan laju dosis serap, dosis serap dan deviasi pada penyinaran dengan waktu terkoreksi.

Parameter	Nilai
Laju dosis serap	124,91 cGy/menit
Dosis serap	195,39 cGy
Deviasi	2,35%

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penggunaan atau pemasangan meja pasien terhadap dosis serap radiasi. Dosis serap pada pengukuran dengan pemasangan meja pasien lebih kecil dibandingkan pada pengukuran tanpa pemasangan meja pasien. Dengan demikian, terdapat sebagian kecil radiasi yang diserap oleh meja pasien. Berkurangnya nilai dosis serap pada pemasangan meja pasien diakibatkan karena terdapat bahan/material dari meja yang menyerap sebagian kecil radiasi yang lewat sebelum akhirnya sampai ke target, akibatnya dosis yang diterima oleh phantom tidak sesuai dengan dosis yang telah direncanakan pada TPS. Material atau bahan dari meja pasien yang dilewati oleh radiasi ketika melakukan penyinaran dapat menyebabkan radiasi mengalami atenuasi atau pelemahan energi sehingga daya tembusnya semakin berkurang. Hal ini akan berakibat pada ketidaksesuaian antara dosis yang telah direncanakan dengan dosis yang diterima oleh *phantom* maupun pasien. Adapun nilai deviasi dosis serap pada pengukuran dengan posisi penyinaran AP yaitu 1,24% dan deviasi dosis serap pada pengukuran dengan posisi penyinaran PA tanpa meja pasien yaitu 1,48%. Nilai ini masih dalam rentang batas toleransi yang diizinkan oleh IAEA. Sedangkan deviasi dosis serap ketika pengukuran dengan pemasangan meja pasien mencapai 5,06%. Sehingga diperlukan waktu terkoreksi untuk penyinaran dengan meja agar dosis serap radiasi yang direncanakan sesuai dengan dosis yang diterima oleh pasien. Adapun nilai faktor koreksi untuk meja pasien yaitu 0,97 dengan nilai waktu penyinaran terkoreksi yaitu 1,56 menit. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan dengan waktu penyinaran terkoreksi, didapatkan nilai deviasi dosis serap yaitu 2,35%. Nilai ini telah memenuhi batas toleransi yang diizinkan, sehingga saat ini keluaran berkas radiasi pada pesawat Co-60 di Instalasi Radioterapi RSUP Sanglah Denpasar telah sesuai dengan protokol TRS 398 IAEA dan layak digunakan.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pemasangan meja pasien terhadap dosis serap radiasi. Adapun nilai faktor koreksi untuk meja pasien adalah 0,97 dengan waktu penyinaran terkoreksi 1,56 menit. Hasil perhitungan deviasi dosis serap pada penyinaran dengan waktu terkoreksi yaitu 2,35% sehingga keluaran berkas radiasi pada pesawat Co-60 di Instalasi Radioterapi RSUP Sanglah Denpasar telah sesuai dengan protokol TRS 398 IAEA dan layak digunakan.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terimakasih kepada seluruh staff di Instalasi Radioterapi RSUP Sanglah Denpasar Bali yang telah memberikan izin dan bantuan berupa fasilitas dalam penelitian ini, serta staf dosen Program Studi Fisika, FMIPA, UNUD yang telah memberikan saran serta masukan terkait penelitian ini.

## Pustaka

- [1] C. R. Septianti, E. P. Syarif, dan A. Tarigan, Studi Kasus Radiasi Eksterna pada Kasus Keloid dengan Teknik 3 Dimensional-Conformal Radiation Therapy, *Prosiding Seminar Nasional dan Call For Papers Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jakarta II*, 2020, pp. 134-145
- [2] G. N. Sutapa, I W. Supartha, I N. Wijaya, I K. Puja dan M. Syaifudin, The effectiveness of  $^{60}\text{Co}$  gamma-ray exposure to the reproductive systems of rat (*Rattus argentiventer*) as sterile male technique, *Biodiversitas*, vol 21, no. 8, 2020, pp. 3805-3810.

- [3] N. Fitriatuzzakiyyah, R. K. Sinuraya dan I. M. Puspitasari, Terapi Kanker dengan Radiasi: Konsep Dasar Radioterapi dan Perkembangannya di Indonesia, *Jurnal Farmasi Klinik Indonesia*, vol.6, no. 4, 2017, pp. 311-320.
- [4] Dita, S. Iramanda dan M. A. Aristianingrum, Quality Assurance (Qa) Dan Quality Control (Qc) Cobalt, *Jurnal Biosains Pascasarjana*, vol. 23, 2021, pp. 61-74.
- [5] N. Abuhadi and A. B. A. Hassan, Assessment of Radiotherapy Treatment Field on Portal Film Using Image Processing, *Open Journal of Biophysics*, vol. 9, no. 4, 2019, pp. 267-275.
- [6] G. N. Sutapa, I W. Supartha, I N. Wijaya dan I K. Puja, Effect of Radiation Gamma Co-60 on Sterile Male Technique Competitiveness in Inhibiting Population of *Rattus argentiventer*, *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, vol. 11, no. 06-Special Issue, 2019, pp. 1873-1879.
- [7] H. Setyono, Darmini, Khumaidi dan A. N. Kurniawan, Tatalaksana Radioterapi Eksterna Kanker Tiroid dengan Mass Malignant Thyroid di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Umum Daerah dr. Moewardi Surakarta, *Jurnal Imejing Diagnostik*, vol. 4, no. 1, 2018, pp. 53-55.
- [8] M. Handayani, D. Milvita, S. Herlinda, dan K. Y. P. Sandy, Verifikasi Ketepatan Hasil Perencanaan Nilai Dosis Radiasi terhadap Penerimaan Dosis Radiasi pada Pasien Kanker, *Jurnal Fisika Unand*, vol. 5, no. 2, 2016, pp.159-165.
- [9] International Atomic Energy Agency, *Technical Report Series No.398 Absorbed Dose Determination In External Beam Radiotherapy: An International Code Of Practice For Dosimetry Based On Standards Of Absorbed Dose to Water*, Vienna, 2006.
- [10] A. Handoko, Hidayatullah, E. Hidayanto dan V. Richardina, Analisis Keakuratan Verifikasi Dosis dengan Menggunakan Perbandingan Phantom Standar dan Phantom Replica, *Youngster Physics Journal*, vol. 7, no 1, 2018, pp. 1-10.
- [11] National Cancer Institute, External Beam Radiation Therapy for Cancer, 2018, Available from: <https://www.cancer.gov/about-cancer/treatment/types/radiation-therapy/external-beam>. [Cited 2022 January 10].
- [12] R. Prahardi, G. Winamo, A. Tarigan dan E. Marliani, Penatalaksanaan Radiasi Eksterna Kasus Kanker Nasofaring Teknik 2D Menggunakan Pesawat Cobalt 60, *Jurnal Radiografer Indonesia*, vol. 2, no. 1, 2019, pp. 1-4.
- [13] Elaine M. Zeman, Eric C. Schreiber, and Joel E. Tepper, Basics of Radiation Therapy, 2013, Available from: <https://d2ogjlfjkptkow.cloudfront.net/putextbook/19698.pdf>. [Cited 2022 January 10].
- [14] BAPETEN, *Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 3 Tahun 2013 Tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Radioterapi*, Jakarta, 2013.
- [15] M. Akhadi, *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*, Jakarta, 2001.
- [16] Supriyanto, Penentuan Hubungan antara Waktu Penyinaran Radioterapi dengan Laju Dosis Radionuklida Co-60, *Skripsi*, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro, 2001.
- [17] L. Yuniarsari, K. Kristiyani, B. Rozali, dan B. Syawaludin, Perancangan Perisai Radiasi pada Kepala Sumber untuk Pesawat Radioterapi Eksterna Menggunakan Co-60 pada Posisi Beam Off, *Jurnal Perangkat Nuklir*, vol. 7, no. 1, 2013, pp. 32-40.
- [18] Z. suhartono, *Dosimetri Radioterapi*, Jakarta, 1990.