

Analisis Pengaruh Sudut Penyinaran terhadap Dosis Permukaan Fantom Berkas Radiasi Gamma Co-60 pada Pesawat Radioterapi

Fiqi Diyona^{1,*}, Dian Milvita¹, Sri Herlinda², Kri Yudi Pati Sandy³

¹Jurusan Fisika Universitas Andalas

²Instalasi Radioterapi RSUP DR. M. Djamil Padang

³PTKMR BATAN Pasar Jumat, Jakarta

*fiphie@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan pengukuran dan perhitungan pengaruh sudut penyinaran terhadap dosis radiasi permukaan fantom dengan menggunakan *thermoluminescence-dosemeter-100* (TLD-100). Penelitian dilaksanakan di instalasi radioterapi salah satu rumah sakit di kota Padang menggunakan pesawat terapi Co-60. Pengukuran menggunakan teknik SSD 80 cm dan luas lapangan 10 cm x 10 cm. Faktor kalibrasi TLD-100 adalah 0,022 cGy/nC. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan sudut penyinaran dari 0° hingga 170°. Nilai dosis radiasi permukaan fantom berkisar antara 70,415 hingga 102,341 cGy. Hasil perhitungan menunjukkan sudut penyinaran memberikan pengaruh terhadap terimaan dosis radiasi pada permukaan fantom, namun dosis radiasi pada permukaan yang diterima fantom tidak linear dengan kenaikan sudut penyinaran.

Kata kunci: dosis radiasi permukaan, faktor kalibrasi, sudut penyinaran, TLD-100

ABSTRACT

A research on influence of irradiation angles on phantom surface dose has been performed by using thermoluminescence-dosemeter-100 (TLD-100). The research was conducted at a radiotherapy installation on a hospital in Padang city using therapy Co-60 device. Measurement using SSD 80 cm technique with field radiation area was 10 cm x 10 cm. Calibration factor of TLD-100 is 0.022 cGy/nC. The research was conducted by varying radiation angles from 0° to 170°. Result show that value of radiation dose on phantom surface are about 70,415 to 102,341 cGy. Result of measurement and calculation show that radiation angles influence the radiation dose on phantom surface, but radiation dose on surface phantom is not linear to increasing of radiation angles.

Keywords: surface dose, TLD-100, calibration factor, radiation angle

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang kedokteran saat ini terus mengalami peningkatan. Pemanfaatan radiasi sebagai sarana pengobatan penyakit selalu dikembangkan dari waktu ke waktu. Salah satu diantaranya pemanfaatan radiasi di bidang radioterapi.

Radioterapi merupakan suatu teknik terapi pengobatan kanker dengan menggunakan sinar radioaktif. Prinsip dasar dari radioterapi adalah memberikan sejumlah dosis radiasi yang seragam kepada jaringan abnormal (tumor) sampai jaringan abnormal tersebut mati, tetapi jaringan sehat disekitarnya juga ikut terkena paparan radiasi dengan dosis serendah mungkin (Susworo, 2007). Radioterapi terdiri dari tiga teknik yakni terapi eksterna (teleterapi), terapi interna (brakiterapi), dan radiofarmaka. Pesawat terapi eksterna (teleterapi) ada 2 jenis yaitu pesawat terapi Cobalt-60 (Co-60) dan pesawat terapi Linear Accelerator (linac). Pesawat terapi Co-60 adalah pesawat terapi yang banyak digunakan di rumah sakit. Co-60 memancarkan radiasi gamma yang dapat digunakan untuk proses pengobatan kanker. Energi radiasi yang dipancarkan sinar gamma adalah sebesar 10 keV sampai dengan 10 MeV sehingga pemanfaatan pesawat terapi Co-60 harus sesuai dengan semestinya. Apabila pemberian dosis radiasi tidak sesuai, maka akan menimbulkan efek berbahaya pada pasien (BAPETEN, 2013). Oleh karena itu ketepatan pemberian dosis radiasi sangat diperlukan.

Penelitian untuk mengukur respon TLD-100 terhadap variasi jarak dan variasi arah sudut datang radiasi pesawat terapi Co-60 pernah dilakukan di RSUP RD. M. Djamil Padang pada tahun 2008. Variasi sudut yang diberikan berkisar antara sudut -80° sampai 80° dengan sudut referensi 0°. Hasil dari pengukuran diperoleh faktor koreksi (FK) bacaan TLD-100 sebanding dengan faktor koreksi (FK) dosis radiasi, semakin besar sudut yang diberikan maka

respon TLD-100 akan semakin besar. Faktor koreksi TLD-100 mendekati faktor koreksi (FK) pada sudut referensi, yaitu 1 (Ramadhani, 2008).

Penelitian lain dengan mengukur pengaruh sudut terhadap besar dosis radiasi yang diterima pada permukaan fantom juga pernah dilakukan di rumah sakit Persahabatan Jakarta. Metode pengukuran dosis radiasi dalam penelitian ini menggunakan thermoluminisence dosemeter-100 (TLD-100) dengan kisaran sudut yang diberikan mulai dari 0° sampai 70° selang interval sebesar 5° . Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah dosis permukaan pada fantom cenderung meningkat terhadap kenaikan sudut gantri, dimana dosis radiasi berbanding lurus dengan kenaikan sudut gantrinya (Amsori, 2009).

Pada saat melakukan penyinaran terhadap pasien, berkas radiasi yang datang harus tegak lurus di permukaan kulit pasien. Kenyataannya berkas radiasi pesawat terapi Co-60 tidak selalu datang tegak lurus terhadap permukaan tubuh pasien, sebab secara alami letak kanker pada tubuh pasien tidak selalu tegak lurus terhadap sumber radiasi. Kondisi tersebut menyebabkan terjadi perbedaan terimaan dosis permukaan pada pasien, dimana ketika berkas radiasi yang jatuh tidak tepat mengenai kanker maka akan mengenai jaringan sehat disekitarnya sehingga akan menimbulkan efek lain pada pasien. Jadi penelitian pengaruh sudut penyinaran terhadap dosis permukaan fantom berkas radiasi gamma Co-60 pada pesawat radioterapi perlu dilakukan. Pada penelitian ini pasien digantikan dengan fantom akrilik mengingat efek radiasi pada saat penyinaran akan membahayakan pasien. Variasi sudut penyinaran yang diberikan adalah 0° sampai 170° dengan selang interval sebesar 10° . Pemakaian sudut dengan rentang 0° hingga 170° telah mewakili sudut penyinaran lainnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengukur dan menghitung nilai faktor kalibrasi TLD-100, Mengukur dan menghitung dosis radiasi permukaan fantom untuk radiasi gamma dengan variasi sudut penyinaran (0° sampai 170°), Mengevaluasi sudut penyinaran yang sering digunakan di instalasi radioterapi salah satu rumah sakit di kota Padang

II. METODE

Pengukuran dosis radiasi pada permukaan fantom dengan variasi sudut penyinaran dilakukan untuk mengetahui pengaruh sudut penyinaran terhadap dosis radiasi yang diterima pada permukaan fantom. Langkah yang dilakukan sebelum pengukuran dosis radiasi pada permukaan fantom adalah menentukan faktor kalibrasi TLD-100.

Pengukuran faktor kalibrasi TLD-100 dilakukan menggunakan fantom akrilik dengan lapangan (10×10) cm, SSD 80 cm dan sudut gantri 0° . TLD-100 ditempelkan pada isosenter lapangan fantom akrilik sebanyak 5 keping. Selanjutnya dilakukan penyinaran menggunakan pesawat terapi Co-60 selama 0,5 menit. TLD-100 yang sudah diradiasi dikirim ke PTKMR BATAN Jakarta untuk dilakukan pembacaan menggunakan TLD reader. Hasil bacaan TLD-100 (TL_{bersih}) merupakan selisih dari bacaan TLD total (TL_{total}) dan bacaan TLD latar (TL_{latar}). Untuk mendapatkan hasil bacaan TLbersih secara matematis ditunjukkan oleh Persamaan 1.

$$TL_{bersih} = TL_{total} - TL_{latar} \quad (1)$$

Faktor kalibrasi TLD (FK_{TLD}) menunjukkan hubungan antara dosis yang diterima TLD (D) dengan hasil bacaan TLD bersih (TL_{bersih}) secara matematis ditunjukkan pada Persamaan 2.

$$FK_{TLD} = \frac{D}{TL_{bersih}} \quad (2)$$

FK_{TLD} merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam penentuan dosis radiasi permukaan. Pengukuran dosis radiasi permukaan pada fantom dilakukan untuk mengetahui dosis radiasi permukaan yang diterima dengan memvariasikan sudut penyinaran. Pengukuran ini dilakukan dengan menempelkan TLD-100 pada isosenter lapangan penyinaran pada permukaan fantom dengan waktu penyinaran yang telah ditentukan.

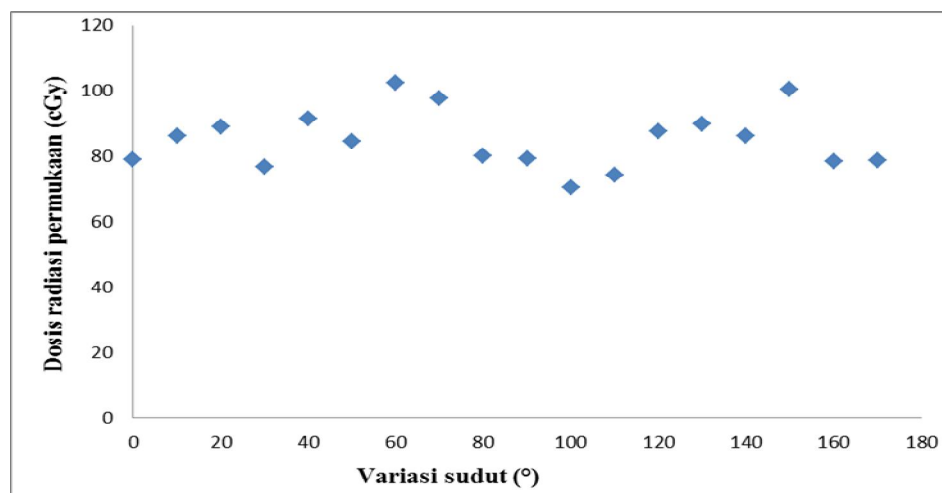
III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Faktor Kalibrasi TLD-100

Nilai faktor kalibrasi TLD-100 yang diperoleh adalah 0,022 cGy/nC. Pengukuran faktor kalibrasi TLD-100 dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara dosis radiasi dengan bacaan TLD-100. Nilai faktor kalibrasi TLD-100 ini selanjutnya digunakan untuk perhitungan dosis radiasi pada permukaan fantom terhadap variasi sudut penyinaran.

3.2 Pengaruh Sudut Penyinaran terhadap Dosis Radiasi pada Permukaan Fantom

Pengukuran dosis radiasi permukaan fantom dengan variasi sudut penyinaran dalam keadaan luas lapangan (10 x 10) cm, SSD 80 cm, dan waktu penyinaran 0,5 menit. Dosis radiasi pada permukaan fantom diukur menggunakan 18 keping TLD-100 untuk 18 variasi sudut penyinaran dan perhitungannya dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2. Hasil pengukuran dosis radiasi permukaan fantom dengan variasi sudut penyinaran ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Hubungan antara dosis radiasi permukaan fantom terhadap sudut penyinaran

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara dosis radiasi pada permukaan fantom terhadap sudut penyinaran berkas radiasi gamma Co-60. Dari grafik diketahui variasi sudut penyinaran pada fantom mempunyai pengaruh terhadap perubahan nilai dosis radiasi di permukaan fantom. Dosis radiasi pada permukaan fantom meningkat pada kondisi sudut penyinaran tertentu dan menurun pada beberapa sudut penyinaran. Hubungan ini menunjukkan bahwa sudut penyinaran memberikan pengaruh terhadap terimaan dosis radiasi pada permukaan fantom, namun dosis radiasi pada permukaan yang diterima fantom tidak linear dengan kenaikan sudut penyinaran. Hubungan tidak linear antara dosis radiasi pada permukaan fantom terhadap kenaikan sudut penyinaran juga diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Kry (2012). Dalam penelitian tersebut, Kry (2012) mengatakan peningkatan dosis radiasi permukaan terjadi secara monoton tetapi tidak linear dengan meningkatnya sudut penyinaran, sehingga hubungan antara dosis permukaan dengan sudut penyinaran pada radioterapi ini menjadi sulit untuk ditentukan dan tidak selalu sama dalam setiap pengukuran.

Dari hasil pengukuran didapatkan nilai dosis radiasi di permukaan fantom berkisar 70,415 cGy hingga 102,341 cGy. Dosis radiasi tertinggi pada permukaan fantom berada pada posisi sudut 60° dengan nilai dosis radiasi sebesar 102,341 cGy. Hal ini terjadi karena pada saat penyinaran dengan sudut 60°, radiasi dari sumber pada pesawat terapi sebagian akan dihamburkan ke udara. Hasil ini sesuai dengan pendapat Kry (2012) dimana dosis radiasi permukaan akan meningkat secara tajam pada sudut yang lebih besar, dimana dosis menjadi 50% lebih besar ketika berada pada posisi sudut $\pm 55^\circ$. Untuk nilai dosis radiasi minimum pada permukaan fantom terdapat pada sudut 100° yaitu sebesar 70,415. Saat penyinaran pada sudut 100° daerah luasan radiasi sangat miring, sehingga respon dari TLD-100 terhadap radiasi dari

sumber akan kecil. Hasil sama dengan pendapat Ramadhani (2008) bahwa semakin miring sudut daerah luasan radiasi yang mengenai TLD-100 maka respon TLD-100 akan berkurang. Hasil pengukuran dan perhitungan pada sudut tegak lurus sumbu utama 90° didapatkan nilai sebesar 79,237 cGy. Hasil tersebut mendekati 65% dari dosis radiasi pada kedalaman maksimum. Menurut teori radiasi datang pada sudut 90° dosis radiasi permukaan diambil 65% dari dosis pada kedalaman maksimum (D_{maks}).

Dosis radiasi permukaan yang berkaitan dengan radioterapi sangat menarik untuk dievaluasi secara klinis atau untuk mengetahui efek setelah diradioterapi (AAMP, 2015). Pemberian dosis yang besar ataupun kecil akan memberikan dampak terhadap kulit pasien. Dampak tersebut dapat dilihat dari kondisi fisik pasien setelah menjalani radioterapi ataupun pasien yang masih dalam proses radioterapi. Namun demikian hingga saat ini belum ada pengukuran yang dilakukan secara pasti untuk mengetahui dosis radiasi di permukaan kulit pasien karena kesulitan dalam mengukur dan ketersediaan alat yang belum memadai.

Secara keseluruhan hasil penelitian yang didapatkan untuk variasi sudut penyinaran dengan hasil sebelumnya berbeda. Hasil penelitian sebelumnya didapatkan arah datang berkas radiasi gamma Co-60 memberikan pengaruh terhadap terimaan dosis radiasi permukaan. Kenaikan sudut radiasi meningkatkan dosis radiasi di permukaan fantom (Amsori, 2009). Perbedaan hasil dengan penelitian sebelumnya dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah respon TLD-100 terhadap arah datang radiasi. Menurut Ramadhani (2008) semakin besar sudut datang berkas radiasi, maka nilai respon TLD akan semakin besar, karena sudut datang sangat mempengaruhi arah datangnya radiasi dari pesawat terapi Co-60. Peningkatan respon TLD terjadi karena pada saat arah datang tidak sama dengan 0° , jarak tempuh radiasi di dalam TLD akan semakin panjang, sehingga interaksi radiasi dengan TLD akan semakin banyak. Jumlah interaksi sebanding dengan besarnya dosis radiasi yang akan tersimpan di dalam TLD, sehingga semakin besar sudut akan meningkatkan jumlah radiasi yang tertangkap oleh TLD.

Respon TLD dari penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya. Hasil penelitian ini didapatkan TLD memiliki respon yang bervariasi terhadap kenaikan sudut yang diberikan. Hal ini dapat disebabkan oleh posisi TLD-100 pada saat penyinaran berlangsung. Posisi TLD yang berbeda pada setiap penyinaran menyebabkan arah datang radiasi berbeda ketika mengenai TLD. Arah datang radiasi mempengaruhi tingkat kesensitifan TLD. Sofyan (2012) mengatakan bahwa TLD memiliki ketergantungan terhadap sudut radiasi, dan perbedaan posisi TLD terhadap sudut datang radiasi dapat memberikan kontribusi kesalahan yang berarti pada nilai bacaan dosis radiasi.

Respon TLD terhadap ketergantungan sudut datang radiasi disebabkan oleh hamburan balik pada fantom atau pada pasien (Moshleh-Shirazi, 2012). TLD menangkap radiasi primer dan radiasi sekunder. Radiasi primer pada pesawat terapi Co-60 berasal dari sumber, sedangkan radiasi sekunder berasal dari hamburan-hamburan. Dosis radiasi pada setiap titik dalam medium terdiri dari dosis radiasi primer dan dosis radiasi hambur. Dosis radiasi hambur dapat berasal dari kolimator dan medium. Radiasi hambur dari kolimator yang diterima oleh permukaan akan maksimum pada pusat lapangan dan dipengaruhi oleh energi radiasi dan luas lapangan. Pada sisi lainnya dosis radiasi hambur dari medium pada permukaan juga maksimum pada pusat lapangan dan mempunyai sifat meningkat dengan ketebalan medium dan kenaikan luas lapangan, namun dosis radiasi hambur dari medium akan menurun dengan kenaikan energi (Amsori, 2009).

Pada penelitian ini TLD yang digunakan adalah TLD-100. TLD-100 yang digunakan memiliki nilai bacaan intensitas TLD_{latar} (*background*) adalah 0, sehingga nilai *background* tidak berpengaruh terhadap hasil bacaan intensitas TLD_{bersih} . Pemudaran pada TLD dapat terjadi karena adanya perangkap-perangkap dalam kristal TLD sehingga akan melepaskan tangkapan elektron pada suhu lingkungan. Jika jangka waktu penyinaran dengan pembacaan TLD lama, maka akan banyak elektron-elektron dalam perangkap metastabil yang terlepas dari perangkap. Amsori (2009) mengatakan bahwa pemudaran akan mengakibatkan terjadinya

pengurangan nilai bacaan dosis radiasi sehingga nilai dosis radiasi yang terbaca akan rendah dari nilai dosis yang sebenarnya.

IV. KESIMPULAN

Nilai faktor kalibrasi TLD-100 yang diperoleh adalah 0,022 cGy/nC. Dari hasil pengukuran didapatkan nilai dosis radiasi di permukaan fantom berkisar 70,415 cGy hingga 102,341 cGy. Sudut penyinaran memberikan pengaruh terhadap terimaan dosis radiasi pada permukaan fantom, namun dosis radiasi pada permukaan yang diterima fantom tidak linear dengan kenaikan sudut penyinaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, M., Dasar-Dasar Proteksi Radiasi(Rineka Cipta, Jakarta, 2000), hal. 239-247.
- Amsori, "Pengaruh Kemiringan Sudut Gantri pada Dosis Permukaan Fantom Berkas Radiasi Gamma Co-60", Skripsi S1, Universitas Indonesia, 2009.
- Kry, S. F. Smith, S. A. Eathers, R. dan Stovall, M., Journal of Applied Clinical Medical Physics, **13**, 20-34, (2012).
- Mosleh-Shirazi, M. A. Karbasi, S. Shahbazi-Gahrouei, D. dan Monadi, S., Journal of Applied Clinical Medical Physics, **13**, 326-338, (2012).
- Podgorsak, E. B., Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teacher and Students (IAEA, Vienna, 2005), hal. 142.
- Ramadhani, "Pengukuran Respon TLD-100 Terhadap Variasi Jarak dan Variasi Arah Sudut Datang Radiasi berkas Pesawat Terapi Co-60", Skripsi S1, Universitas Andalas, 2008.
- Sofyan, H. "Dosimeter ThermoLuminisensi sebagai Dosimetri Personal dalam Pemantauan Dosis Radiasi Eksternal," *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY*, ISSN: 0853-0823, (2012)
- Susworo, R.,Radioterapi(UI Press, Jakarta, 2007), hal.2-3.
- BAPETEN Homepage, 2013, Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor: 21/Ka-BAPETEN/XII-02 tentang Program Jaminan Kualitas Instalasi Radioterapi, <http://www.bapeten.go.id>, diakses Mei 2015.