

DISTRIBUSI DOSIS RADIASI DARI PENGGABUNGAN LAPANGAN FOTON DAN ELEKTRON BERDASARKAN GRAFIK *DOSE VOLUME HISTOGRAM* (DVH) PADA TERAPI KANKER PAYUDARA

Ike Putri Liasari^{1,*}, Dian Milvita¹, Fiqi Diyona²

¹Laboratorium Fisika Nuklir, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

²Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Pendidikan Universitas Andalas, Padang, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 23 November 2021

Direvisi: 30 November 2021

Diterima: 06 Desember 2021

Kata kunci:

Distribusi dosis

Dose Volume Histogram

Fantom

Source Surface Distance

Keywords:

Dose distribution

Dose Volume Histogram

Phantom

Source Surface Distance

Penulis Korespondensi:

Ike Putri Liasari

Email: ikeputriliasari@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang distribusi dosis radiasi dari penggabungan lapangan foton dan lapangan elektron berdasarkan grafik *Dose Volume Histogram* (DVH) pada terapi kanker payudara. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak antara lapangan foton dan lapangan elektron terhadap distribusi dosis radiasi. Pengambilan data dilakukan dengan memvariasikan *Source Surface Distance* (SSD) dan jarak antara lapangan foton dan elektron. SSD yang digunakan yaitu 97,5 cm; 100 cm dan 102,5 cm dengan variasi jarak untuk setiap SSD mulai dari 0 cm; 0,3 cm; 0,6 cm dan 1 cm. Analisis data dilakukan pada hasil grafik DVH yang didapatkan dari *Treatment Planning System* (TPS). Distribusi dosis radiasi yang diperoleh tidak menunjukkan pengaruh dari jarak antar lapangan foton dan elektron. Nilai dosis maksimum yang diperoleh melebihi standar dosis maksimum yang ditetapkan oleh ICRU Report 62.

Radiation dose distribution has been carried out from the combined of photon and electron fields based on Dose Volume Histogram (DVH) graphs in breast cancer therapy. This study aims to determine the effect of the distance between the photon and electron field on the dose distribution. Data retrieval is accomplished by changing the Source Surface Distance (SSD) and the distance between the photon and electron fields. The SSD used are 97.5 cm, 100 cm and 102.5 cm with variations in the distance for each SSD starting from 0 cm, 0.3 cm, 0.6 cm and 1 cm. data analysis was carried out on the results of the DVH graphs obtained from the Treatment Planning System (TPS). The radiation dose distribution obtained does not show the effect of the distance between the photon and electron fields. The maximum dose value obtained exceeds the standard dose set by ICRU Report 62.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Kanker merupakan salah satu penyakit penyebab kematian tertinggi di dunia. Kanker adalah kondisi dimana terjadinya pertumbuhan sel secara abnormal dan tidak terkendali. Pengobatan kanker dapat dilakukan dengan radioterapi. Radioterapi merupakan salah satu teknik pengobatan kanker dengan memanfaatkan radiasi pengion. Radioterapi bertujuan untuk membunuh sel kanker semaksimal mungkin dan meminimalisir kerusakan pada organ sehat di sekitar kanker sebaik mungkin. Pada radioterapi dilakukan pengukuran, perhitungan serta penilaian dosis radiasi yang diserap oleh tubuh untuk mengontrol efek radiasi terhadap jaringan normal lainnya. Salah satu metode yang digunakan pada radioterapi yaitu teleterapi, dimana sumber radiasi berada pada suatu jarak tertentu dari target. Teknik penyinaran radiasi pada teleterapi ada dua yaitu teknik *Source Surface Distance* (SSD) dan teknik *Source Axis Distance* (SAD). Teknik SSD merupakan teknik penyinaran dimana sumber radiasi berada pada jarak tertentu dari permukaan target. Teknik SAD merupakan teknik penyinaran dengan sumber berada pada titik isosenter dari target. Alat yang digunakan pada teleterapi yaitu pesawat terapi Cesium-137 (Cs-137), pesawat terapi Cobalt-60 (Co-60) dan pesawat terapi *Linear Accelerator* (LINAC).

LINAC merupakan perangkat yang menggunakan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi tinggi untuk mempercepat pergerakan partikel bermuatan secara linier (Khan, 2014). LINAC dapat menghasilkan dua berkas radiasi yaitu berkas elektron dan foton. Penggunaan kedua berkas radiasi tersebut bergantung pada jarak atau posisi kanker dari permukaan kulit. Jika kanker berada pada target yang dangkal atau dipermukaan kulit maka akan digunakan berkas elektron, sedangkan berkas sinar foton digunakan pada target dengan kedalaman tertentu. Sebelum pasien mendapatkan penyinaran dengan LINAC, pasien terlebih dahulu akan mendapatkan penyinaran dengan CT Simulator yang digunakan untuk simulasi serta mengambil citra pasien, dimana citra tersebut akan dikirim ke *Treatment Planning System* (TPS) untuk dilakukan perencanaan terapi.

Perencanaan terapi atau yang dikenal dengan *Treatment Planning System* (TPS) harus dilakukan sebelum penyinaran radiasi diberikan kepada pasien. TPS merupakan proses yang sistematis dalam perencanaan terapi. TPS meliputi penentuan desain geometri sudut, energi radiasi, jumlah lapangan radiasi, dosimetri, serta distribusi dosis pada pasien. Berdasarkan *International Commission on Radiation Units (ICRU) Report 62* yang menjadi target pada TPS yaitu *Planning Target Volume* (PTV) dan *Organ At Risk* (OAR). PTV adalah volume target dari kanker yang akan diradiasi, sedangkan OAR adalah organ sehat disekitar kanker yang beresiko terkena paparan radiasi. Distribusi dosis pada sejumlah volume organ dapat dilihat pada grafik *Dose Volume Histogram* (DVH). Grafik DVH adalah histogram yang menghubungkan dosis radiasi dengan volume organ dalam perencanaan terapi. DVH merupakan grafik dua dimensi yang dapat mewakili distribusi dosis tiga dimensi suatu organ.

Penggunaan lapangan penyinaran radiasi dengan berkas sinar yang berbeda diperlukan banyak situasi klinis. Berkas elektron dengan energi tinggi dapat digunakan untuk terapi kanker yang dekat dengan permukaan atau ditembakkan ke sebuah target untuk menghasilkan sinar-X (foton) energi tinggi untuk terapi kanker dengan kedalaman tertentu. Ketika dua lapangan radiasi digabungkan akan menimbulkan daerah yang kekurangan dosis (*coldspot*) atau kelebihan dosis (*hotspot*) yang tidak diinginkan. Pada situasi klinis, keputusan untuk menggabungkan atau memisahkan lapangan radiasi bergantung pada keseragaman distribusi dosis di seluruh volume target. Kelebihan atau kekurangan dosis dapat diterima dengan melihat besar, luas, dan lokasi dimana terjadi kelebihan atau kekurangan dosis.

Penelitian mengenai penggabungan lapangan foton dan elektron pernah dilakukan oleh Kemikler (2006). Pada penelitian dosis radiasi diukur pada kedalaman 1 cm, 2 cm, dan 3 cm dengan variasi jarak (*gap*) 0 mm, 2 mm dan 4 mm serta SSD yang digunakan yaitu tetap (100 cm). Hasil penelitian menunjukkan jarak 2 mm dengan kedalaman 1 cm dan 3 cm masing-masing menghasilkan *hotspot* kira-kira +15% dan +20% pada lapangan foton. Namun, pada kedalaman 2 cm terjadi sekitar +30% *hotspot* dan -10% *coldspot* di daerah *junction*. Besarnya *hotspot* dan *coldspot* secara klinis dapat diterima untuk celah 2 mm antara bidang foton dan elektron. Kukołowicz and Kamiński (2006) melakukan penelitian tentang meningkatkan pencocokan bidang foton dan elektron untuk teknik *Invers Hockey Stick* (IHS). Hasil penelitian menunjukkan perbedaan dosis minimum dan maksimum di

daerah pencocokan sekitar 10%. Perbedaan antara dosis maksimum dan minimum bergantung pada jangkauan berkas elektron.

Penelitian lain dilakukan oleh Salem, dkk. (2015) dengan mengambil data 13 pasien yang menderita kanker payudara dan melakukan tiga perencanaan terapi (gabungan foton-elektron, hanya foton dan hanya elektron). Hasil penelitian menunjukkan berdasarkan ICRU *Report 62* nilai *hotspot* pada foton saja 100% dapat diterima dan untuk gabungan foton-elektron 69,2% dapat diterima sedangkan untuk elektron saja nilai *hotspot* tidak dapat diterima. Famani, dkk., (2019) juga melakukan penelitian mengenai efek dosimetri dan jarak dari penggabungan lapangan foton dan elektron pada kanker payudara. Penelitian dilakukan menggunakan variasi jarak antar lapangan 0-5 mm dengan SSD 95 cm, 97,5 cm, 100 cm, 102,5 cm dan 105 cm. Hasil penelitian menunjukkan jarak antara lapangan foton dan elektron mempengaruhi distribusi dosis berkas elektron dan berkas foton serta menghasilkan dosis yang seragam. Dari penelitian juga dianjurkan menggunakan jarak antar lapangan sebesar 3 mm dengan SSD 97,5% karena memiliki selisih dosis yang paling seragam.

Pada penelitian ini dilakukan distribusi dosis radiasi dari penggabungan lapangan foton dan elektron berdasarkan grafik DVH yang diperoleh dari hasil TPS. Ketika dilakukan penggabungan dua lapangan radiasi akan menyebabkan adanya daerah yang kelebihan dosis radiasi dan kekurangan dosis radiasi. Penelitian ini dilakukan agar dapat mengurangi kelebihan dosis radiasi atau kekurangan dosis radiasi pada penggabungan lapangan foton dan elektron. Hal tersebut bertujuan untuk menghindari jaringan tubuh pasien terkena dosis radiasi yang tidak diinginkan. Pada penelitian ini dilakukan pengujian yang sama dengan Famani, dkk. (2019) dimana digunakan variasi pada SSD serta jarak antar lapangan penyinaran tetapi energi radiasi elektron yang digunakan berbeda.

II. METODE

Alat yang digunakan pada penelitian adalah fantom, CT Simulator, dan seperangkat komputer yang disertai dengan *software Eclipse*. *Software Eclipse* yaitu *software* yang digunakan dalam proses TPS dengan tampilan yang sederhana dan tidak banyak warna serta mudah dipahami untuk pemula. *Software* ini berfungsi untuk melakukan proses *contouring*, pengolahan data, dan menampilkan grafik DVH.

Penelitian dimulai dengan pemindaian fantom menggunakan CT Simulator sehingga diperoleh citra fantom. Hasil citra fantom ditransfer ke komputer TPS yang telah dilengkapi dengan *software Eclipse*. Hasil citra tersebut dilakukan *contouring* untuk membuat gambar lapangan penyinaran foton dan elektron dengan variasi SSD 97,5 cm; 100 cm dan 102,5 cm, dimana setiap SSD memiliki variasi jarak antar lapangan foton dan electron 0 cm; 0,3 cm; 0,6 cm dan 1 cm. Pada hasil *contouring* diperoleh gambar target yang digunakan untuk proses *planning*. Kedalaman target yang digunakan yaitu 1,89 cm. Proses *planning* dilakukan dengan dua tahap, yaitu *planning* untuk lapangan penyinaran elektron dan *planning* lapangan penyinaran foton. Energi radiasi yang digunakan pada *planning* lapangan elektron 9 MeV sedangkan energi radiasi untuk lapangan foton 6 MV. Dosis radiasi yang digunakan pada masing-masing *planning* 200 cGy. Selanjutnya, dilakukan *plan sum* setelah kedua proses *planning* selesai dilakukan. *Plan sum* dilakukan dengan menggabungkan *planning* lapangan elektron dan foton sehingga diperoleh grafik DVH. Pada pengambilan data untuk distribusi dosis radiasi secara klinis tidak dilakukan pengaturan SSD karena nilai SSD sudah diatur secara otomatis oleh TPS. Distribusi dosis radiasi secara klinis dilakukan pada setiap variasi jarak antar lapangan 0 cm; 0,3 cm; 0,6 cm dan 1 cm.

Pengolahan data dilakukan terhadap grafik DVH yang memperlihatkan hubungan antara dosis radiasi dengan volume jaringan dalam perencanaan terapi. Analisis data dilakukan dengan melihat keseragaman distribusi dosis radiasi yang diperoleh dari grafik DVH. Pada grafik DVH dilihat pengaruh pemberian jarak terhadap distribusi dosis radiasi pada masing-masing SSD. Dosis radiasi maksimum yang diperoleh dibandingkan dengan nilai standar dosis, berdasarkan ICRU *Report 62* yaitu 103%.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Distribusi Dosis Radiasi Secara Simulasi

Distribusi dosis radiasi diperoleh dari data hasil TPS pada grafik DHV. Distribusi dosis dilakukan menggunakan variasi SSD 97,5 cm; 100 cm dan 102,5 cm. Setiap SSD memiliki jarak antar lapangan foton dan elektron 0 cm; 0,3 cm; 0,6 cm dan 1 cm. Hasil distribusi dosis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil analisis grafik DVH

SSD (cm)	Jarak (cm)	Dosis Radiasi (cGy)
97,5	0,0	381,0
	0,3	384,4
	0,6	383,3
	1,0	383,9
100	0,0	1031,9
	0,3	1027,7
	0,6	1028,5
	1,0	1030,0
102,5	0,0	375,8
	0,3	380,4
	0,6	376,6
	1,0	1030,6

Berdasarkan Tabel 1 setiap SSD dengan variasi jarak antar lapangan memiliki nilai dosis radiasi yang berbeda. Jarak antar lapangan foton dan elektron mempengaruhi distribusi dosis radiasi. Semakin besar jarak antar lapangan maka dosis radiasi yang diperoleh semakin kecil. Nilai dosis radiasi yang diperoleh mengalami fluktuatif. Hal tersebut terjadi karena adanya pengaruh dari sebaran dosis radiasi, dimana jarak dari sumber radiasi ke titik isosenter mempengaruhi sebaran dosis radiasi. Menurut Kukołowicz dan Kamiński (2006) perbedaan nilai dosis radiasi bergantung pada jangkauan berkas elektron. Penyinaran yang jatuh kurang dari target atau melebihi target juga mempengaruhi nilai dosis radiasi yang diperoleh.

Hasil distribusi dosis radiasi dianalisis dengan membandingkan antara dosis radiasi yang diperoleh dengan nilai standar dosis maksimum. Berdasarkan ICRU *Report 62*, standar dosis maksimum adalah 103%. Standar dosis maksimum menggunakan persentase maka dosis radiasi yang telah diperoleh dikonversi ke persentase sehingga nilainya dapat dibandingkan. Hasil konversi dosis radiasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil konversi dosis radiasi

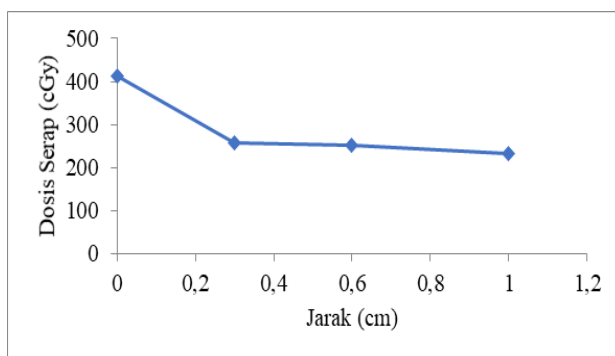
SSD (cm)	Jarak (cm)	Dosis Radiasi (%)	Standar Dosis (%)
97,5	0,0	190,50	103
	0,3	192,20	
	0,6	191,65	
	1,0	191,95	
100	0,0	515,95	
	0,3	513,85	
	0,6	514,25	
	1,0	515,00	
102,5	0,0	187,90	
	0,3	190,20	
	0,6	188,30	
	1,0	515,30	

Dilihat dari Tabel 2 nilai dosis radiasi yang diperoleh pada penggabungan lapangan foton dan elektron jauh melebihi standar dosis maksimum yang telah ditetapkan oleh ICRU *Report 62*, dapat dikatakan pada daerah *junction* (daerah antara lapangan foton dan elektron) mendapatkan *hotspot* (kelebihan dosis) yang besar. *Hotspot* merupakan volume diluar *Plan Target Volume* (PTV) yang

menerima dosis radiasi lebih besar dari 100% dari dosis radiasi TPS. *Hotspot* di daerah *junction* tergantung pada akurasi *set-up* pasien dan kesesuaian berkas dan lapangan radiasi (Kemikler, 2006). Beberapa faktor yang menyebabkan dosis radiasi lebih dari standar dosis yaitu fantom yang digunakan berbahan dasar akrilik dan ada kesalahan pada *settingan* saat *planning*. Target uji yang digunakan merupakan fantom dimana toleransinya bukan ke jaringan sehingga hal tersebut mempengaruhi dosis radiasi yang diperoleh. Densitas fantom yang digunakan jauh berbeda dengan jaringan. Densitas fantom dengan bahan dasar akrilik yaitu $0,994 \text{ gr/cm}^3$ yang nilainya hampir sama dengan densitas air.

3.2 Distribusi Dosis Radiasi Secara Klinis

Secara klinis yang dimaksud pada penelitian ini yaitu nilai SSD yang digunakan sudah terinput secara otomatis pada saat *planning* sehingga tidak dilakukan lagi penginputan nilai SSD. SSD yang digunakan pada penelitian klinis ini yaitu 97 cm untuk lapangan foton dan 98,7 cm untuk lapangan elektron. Hasil distribusi dosis secara klinis dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Distribusi dosis radiasi secara klinis

Dosis radiasi yang diperoleh untuk jarak 0 cm yaitu 413,6 cGy, jarak 0,3 cm yaitu 256,9 cGy, jarak 0,6 yaitu 251,1 cGy dan untuk jarak 1 cm yaitu 232,4 cGy. Berdasarkan Gambar 4.1 prosedur yang dilakukan pada penyinaran menggunakan penggabungan lapangan foton dan elektron secara klinis (praktek di lapangan) menunjukkan hasil yang baik, dimana dosis radiasi yang diperoleh mendekati standar dosis yang telah ditetapkan. Hasil secara klinis ini juga sesuai dengan penelitian Famani, dkk., (2019), dimana semakin besar jarak antar lapangan maka nilai dosis radiasi yang diperoleh akan semakin kecil. Pada distribusi dosis radiasi secara klinis ini juga dapat dikatakan bahwa SSD 97,5 cm baik digunakan untuk penggabungan lapangan foton dan elektron karena dosis radiasi yang didapatkan mendekati standar dosis maksimum dan nilai dosis radiasi secara klinis dimana hasil ini juga sesuai dengan penelitian Famani, dkk., (2019).

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan penggabungan lapangan foton dan elektron, dapat disimpulkan bahwa distribusi dosis radiasi yang diperoleh tidak menunjukkan adanya pengaruh dari jarak antar lapangan foton dan elektron terhadap distribusi dosis. Nilai dosis radiasi yang diperoleh melebihi standar dosis yang telah ditetapkan oleh ICRU *Report 62* yaitu 103%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Instalasi dan Staff Radioterapi Rumah Sakit Universitas Andalas yang telah menyediakan sarana dan prasarana sehingga penelitian ini dapat terlaksana, serta semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Famani, S.T.M., Maslebu, G., Trihandaru, S. dan Hidayatullah, M. 2019, "Analisis Efek Dosimetri dan Jarak dari Penggabungan Lapangan Foton 6 MV dan Lapangan Elektron 8 MeV pada Terapi Ca Mammae", *Jurnal Fisika FLUX*, Vol. 15 No. 2, pp. 66-75.

- ICRU Homepage. (n.d.). 1999, "ICRU Report 62 Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50)", available at: https://kupdf.net/download/icru-62pdf_5982d5f3dc0d606f622bb17f_pdf (accessed 9 September 2020).
- Kemikler, G. 2006, "Dosimetric Effects of Matching 6 MV Photon and Electron Fields In The Treatment of Head and Neck Cancers", *Radiation Measurements*, Vol. 41 No. 2, pp. 183–188.
- Khan, M.F. 2014, *The Physics of Radiation Therapy, Fifth Edition*, Lippincott Williams and Wilkins, New York.
- Kukołowicz, P.F. dan Kamiński, K. 2006, "Improving The Matching of Photon and Electron Fields for Inverse Hockey Stick Technique (IHS Technique)", *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy*, Vol. 11 No. 4, pp. 183–189.
- Salem, A., Mohamad, I., Dayyat, A., Kanaa'n, H., Sarhan, N., Roujob, I., Salem, A.F., Affi, S., Jaradat, I., Mubiden, R., dan Almousa, A. 2015, "Combined Photon-Electron Beams In The Treatment of The Supraclavicular Lymph Nodes In Breast Cancer: A Novel Technique That Achieves Adequate Coverage While Reducing Lung Dose", *Medical Dosimetry*, Vol. 40 No. 3, pp. 210–217.