

Analisis Kurva *Profile Dose* Menggunakan Lapangan Radiasi Elektron pada Pesawat LINAC Tipe Clinac-Cx di Rs Unand

Nanang Sumitra¹, Dian Milvita¹, Muhammad Al Jabbar Kanie²

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

²Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Unand

Info Artikel	ABSTRAK
<p>Histori Artikel:</p> <p>Diajukan: 11 Oktober 2019 Direvisi: 18 Oktober 2019 Diterima: 21 Oktober 2019</p>	<p>Telah dilakukan analisis kurva <i>profile dose</i> menggunakan lapangan radiasi elektron pada pesawat LINAC tipe Clinac-CX di RS Unand. Penelitian ini menggunakan berkas elektron energi 9, 12, 15, 18 MeV pada lapangan radiasi <i>no off-set</i>, <i>off-set</i> 1 cm, <i>off-set</i> 3 cm yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh energi dan lapangan radiasi terhadap nilai <i>symmetry</i>, <i>flatness</i> dan penumbra. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai <i>symmetry</i> dan <i>flatness</i> pada tiap energi dan lapangan radiasi masih dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh AAPM TG-40 yaitu 3%. Begitu juga dengan nilai penumbra yang diperoleh masih dalam batas toleransi yaitu (10-15) mm.</p>
<p>Kata kunci:</p> <p>AAPM TG-40 LINAC <i>profile dose</i> RS Unand</p>	
<p>Keywords:</p> <p>AAPM TG-40 LINAC <i>profile dose</i> Unand Hospital.</p>	
<p>Penulis Korespondensi:</p> <p>Nanang Sumitra Email: nanangsumitra2@gmail.com</p>	<p><i>Research on the analysis of profile dose curves has been carried out using electron radiation fields on LINAC Clinac-CX type aircraft at Unand Hospital. This study uses electron beam energy 9, 12, 15.18 MeV using a radiation field no off-set, off-set 1 cm, off-set 3 cm which aims to determine the effect of energy and radiation field on the symmetry, flatness and penumbra values. The results showed that the symmetry and flatness values in each energy and radiation field were still within the tolerance limits set by the AAPM TG-40 at 3%. As well the penumbra value obtained is still within the tolerance range of 10-15 mm.</i></p> <p>Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved</p>

1. PENDAHULUAN

Radioterapi merupakan salah satu terapi ekterna yang memanfaatkan radiasi pengion untuk mengobati penyakit kanker. Radiasi pengion yang biasa digunakan adalah sinar-X, sinar gamma, maupun elektron dengan tingkat energi tinggi. Salah satu peralatan radioterapi yang telah dikembangkan untuk mengobati kanker yaitu pesawat terapi *Linear Accelerator* (LINAC). LINAC merupakan pesawat yang dirancang untuk mempercepat pergerakan elektron secara linier sehingga dapat menghasilkan berkas foton dan elektron (Khan, 2003).

Setiap pesawat LINAC yang digunakan pada radioterapi dibutuhkan audit kualitas terus menerus terhadap pelayanan radioterapi. Audit kualitas diperlukan untuk meminimalisasi terjadi

keganasan karena radiasi pada pasien kanker. Tujuan *quality control* dalam radioterapi adalah untuk memonitor performa visual dan uji kinerja dari LINAC sehingga kualitas keluaran berkasnya dapat dijamin. *Quality Control* yang dilakukan adalah mengukur *profile dose* pada berkas radiasi yang dikeluarkan pesawat LINAC, sehingga diperoleh kurva *profile dose* berkas radiasi foton maupun elektron.

Profile dose dipengaruhi oleh tiga parameter yaitu *symmetry*, *flatness* dan penumbra (Podgorsak, 2005). *Symmetry* adalah persentase deviasi maksimum yang diperbolehkan antara dosis radiasi di sebelah kiri dengan dosis radiasi di sebelah kanan pada suatu lapangan berkas radiasi. *Flatness* merupakan nilai dosis maksimum (D_{\max}) dan dosis minimum (D_{\min}) yang terletak pada daerah sentral 80% lebar berkas. Penumbra merupakan parameter keseragaman profil berkas radiasi yang didefinisikan sebagai daerah pada profil yang menerima dosis radiasi antara 80% dan 20% dari sumbu utama.

American Association of Physicists and Medicine (AAPM, 1994) merekomendasikan bahwa *symmetry* dan *flatness* berkas radiasi pada pesawat terapi LINAC mempunyai ketidakakuratan yang diperbolehkan yaitu 3%, sedangkan penumbra yang diperbolehkan yaitu (10-15) mm (AAPM TG-40, 1994). Oleh karena itu perlu dilakukan pengecekan analisis kurva *profile dose* pada pesawat terapi LINAC secara berkala sebagai salah satu jaminan kualitas.

Marten dkk (2015) telah melakukan penelitian mengenai *profile dose* pesawat LINAC tipe HCX 5640 untuk berkas elektron 6, 9, 12, dan 15 MeV menggunakan *water phantom*. Hasil analisis *profile dose* menunjukkan bahwa *flatness* dan *symmetry* masih dalam batas toleransi yang ditetapkan yaitu 3%. Khiftiyah dkk (2014) telah melakukan penelitian tentang analisis *profile dose* untuk lapangan radiasi simetri dan asimetri pada LINAC Elekta Precise 5991. Hasil yang diperoleh pada energi 6 MeV nilai *symmetry* dan *flatness* sebesar 1,09% dan 2,46%, sementara untuk energi 10 MeV diperoleh *symmetry* 1,29% dan *flatness* 3,19%. Nilai *symmetry*, *flatness* dan penumbra pada semua lapangan yang diperoleh masih dalam toleransi yang telah ditetapkan yaitu $\pm 3\%$, $\pm 2\%$ dan (10-15) mm.

Pada penelitian ini dilakukan analisis kurva PDD dan *profile dose* menggunakan berkas elektron pada pesawat LINAC tipe Clinac-CX di RS Universitas Andalas (UNAND). Penelitian perlu dilakukan agar pekerja radiasi yang menggunakan lapangan radiasi elektron dapat mengetahui berkas elektron yang dikeluarkan LINAC (apakah dalam keadaan baik atau tidak) sebelum dilakukan penyinaran pada pasien. Selain itu untuk mengantisipasi bentuk kanker yang tidak beraturan, maka lapangan radiasi yang digunakan tidak simetri lagi melainkan asimetri. Pemberian lapangan radiasi simetri (*no off-set*) dan asimetri (*off-set* 1 cm, *off-set* 3 cm) dilakukan agar letak posisi target (kanker) tepat pada saat penyinaran. Oleh karena itu, pengecekan berkas elektron untuk lapangan radiasi simetri dan asimetri perlu dilakukan di RS UNAND. Hal ini bertujuan agar jaringan pada tubuh pasien tidak terkena dosis radiasi berlebih pada saat dilakukan penyinaran.

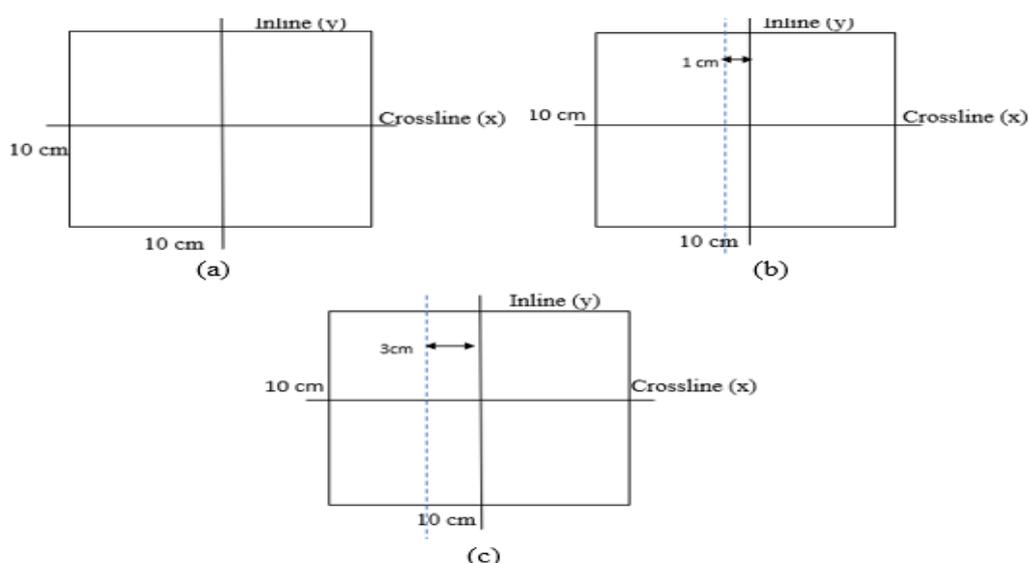
2. METODE

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian menggunakan pesawat LINAC tipe Clinac-CX, energi elektron 9, 12, 15, dan 18 MeV, *blue phantom*, detektor ionisasi *chamber reference* dan *field*, *software* MyQa, kabel koaksial, aplikator, dan *Computer Control Unit* (CCU).

2.2 Prosedur Pengukuran *Profile Dose*

Pengukuran dilakukan pada arah *Crossline* dengan lapangan radiasi *no off-set*, *off-set* 1 cm, *off-set* 3 cm, dengan SSD 100 cm, dan detektor *reference* dan *field* yang diletakkan di dalam air dan udara untuk mengukur *profile dose* yang akan ditampilkan pada layar komputer. Skema lapangan radiasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema Lapangan Penyinaran (a) *no off-set* (b) *off-set 1cm* (c) *off-set 3cm*

Pengambilan data pertama yaitu pada energi berkas elektron yang sama menggunakan lapangan radiasi *no off-set*, *off-set 1 cm*, *off-set 3 cm*. Setelah itu, dilakukan pengukuran untuk semua energi elektron dengan lapangan radiasi *no off-set*. Berdasarkan hasil pengambilan data maka penelitian ini akan menghasilkan kurva *profile dose* untuk mengetahui *symmetry*, *flatness* dan penumbra pada lapangan radiasi elektron..

2.3 Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software* origin pro8 serta mengacu pada protokol AAPM TG-40 Report No 46 Tahun 1994. Penentuan nilai *symmetry* (S) diperoleh melalui Persamaan 1 (Podgorsak, 2005).

$$S = 100\% \times \frac{\text{Daerah}_{kiri} - \text{Daerah}_{kanan}}{\text{Daerah}_{kiri} + \text{Daerah}_{kanan}} \quad (1)$$

Penentuan nilai *Flatness* (F) dihitung melalui Persamaan 2, dimana D_{max} adalah dosis maksimum pada daerah 80% dan D_{min} adalah dosis minimum pada daerah 80%.

$$F = 100\% \times \frac{D_{max} - D_{min}}{D_{max} + D_{min}} \quad (2)$$

3. HASIL DAN DISKUSI

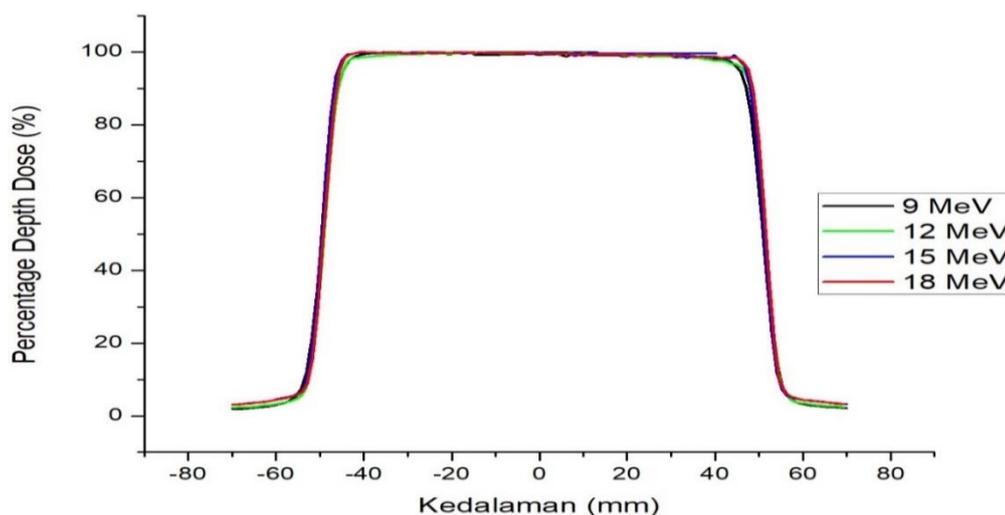
3.1 *Profile Dose* pada Lapangan Radiasi *No Off-set*

Pengukuran *profile dose* dilakukan pada arah *crossline* dengan energi berkas elektron 9, 12, 15 dan 18 MeV dan lapangan radiasi *no off-set*. Hasil pengukuran *profile dose* diperoleh tiga parameter keseragaman berkas yaitu *symmetry*, *flatness* dan penumbra (Tabel 1).

Tabel 1 Hasil Pengukuran Profile Dose

Energi (MeV)	Off-set (cm)	Symmetry (%)	Flatness (%)	Penumbra	
				Kanan (mm)	Kiri (mm)
9	no off-set	1,5	1	4,8	4,9
	off-set 1	2	1	4,8	5
	off-set 3	1,9	2,7	4,9	5
12	no off-set	0,9	1,2	4,3	4,4
	off-set 1	1,7	1	4,3	4,4
	off-set 3	2,3	2,8	4,4	4,4
15	no off-set	1,5	0,8	4	4
	off-set 1	1,2	0,7	4	4,1
	off-set 3	1	2,1	4,1	4,1
18	no off-set	1,2	0,8	4	4
	off-set 1	0,8	0,5	4	4
	off-set 3	1,1	1,7	4	4

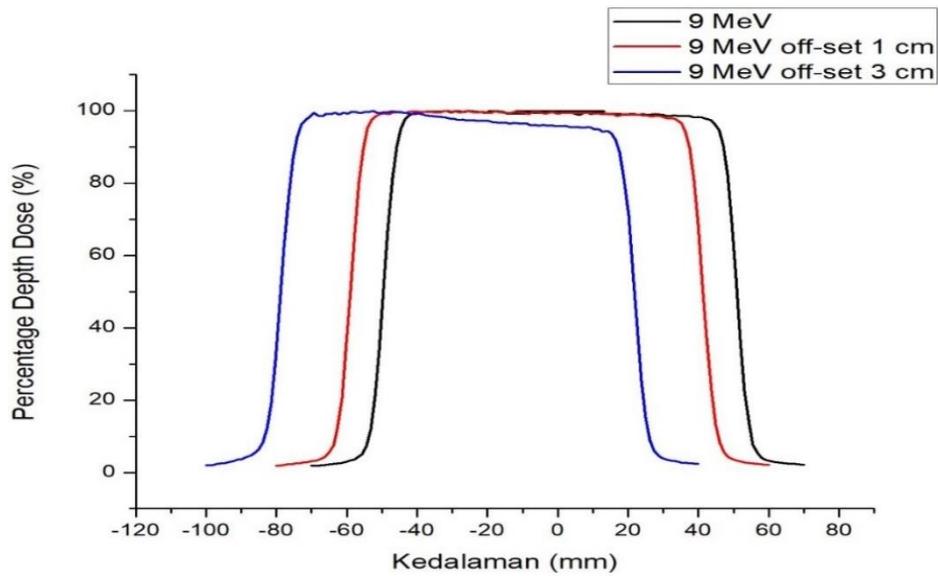
Kurva *profile dose* menggunakan lapangan radiasi *no off-set* dapat dilihat pada Gambar 1. Jarak kurva *profile dose* pada setiap energi tidak terlalu jauh sehingga kurva kelihatan seperti menyatu antara energi satu dengan lainnya. Hal ini dikarenakan nilai *symmetry*, *flatness* dan penumbra pada masing-masing energi yang diperoleh mengalami kenaikan maupun penurunan nilai yang tidak signifikan (Tabel 1). Nilai *symmetry*, *flatness* dan penumbra yang diperoleh cenderung fluktuatif, hal ini dikarenakan setiap energi mempunyai kedalaman maksimum yang berbeda-beda. Namun nilai *symmetry*, *flatness* pada energi 9, 12, 15 dan 18 MeV yang diperoleh masih dalam batas toleransi yang ditetapkan yaitu 3% (AAPM TG-40, 1994). Selanjutnya nilai penumbra yang diperoleh juga fluktuatif, baik nilai penumbra pada bagian kanan maupun nilai penumbra bagian kiri. Teori penyebab fluktuatif nya nilai penumbra belum ditemukan pada jurnal yang terkait dengan penelitian ini. Namun nilai penumbra yang didapatkan masih dalam rentang batas toleransi yang diperbolehkan yaitu 10 mm – 15 mm.



Gambar 1 Kurva *Profile Dose* Menggunakan Lapangan Radiasi *No Off-set*

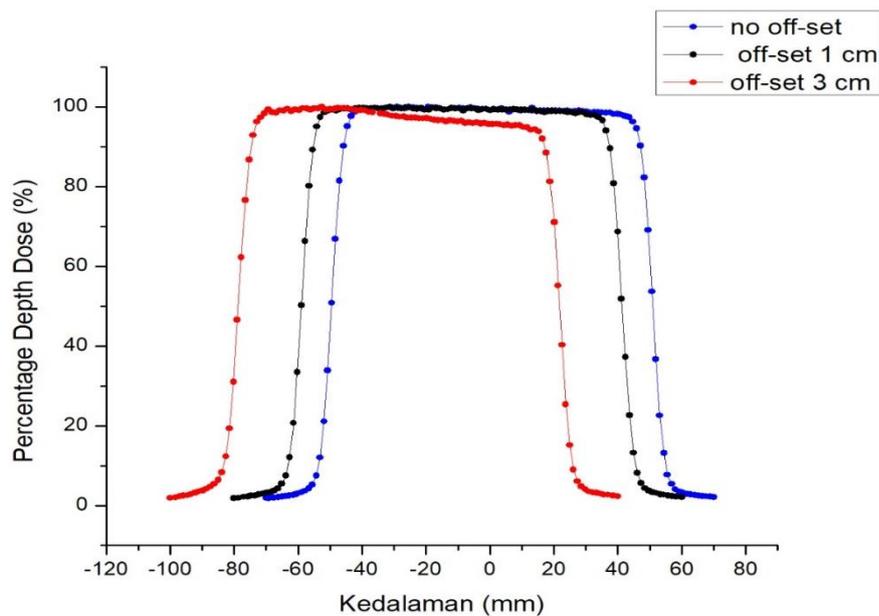
3.2 *Profile Dose* pada Lapangan Radiasi *No Off-set*, *Off-set 1 cm*, *Off-set 3 cm*

Pengukuran *profile dose* dilakukan pada arah *crossline* dengan satu energi berkas elektron 9 MeV dan lapangan radiasi yang digunakan yaitu *no off-set*, *off-set 1 cm*, *off-set 3 cm*. Hasil pengukuran *profile dose* didapatkan tiga parameter keseragaman berkas yaitu *symmetry*, *flatness*, penumbra pada energi berkas elektron 9 MeV.



Gambar 2 Kurva *Profile Dose* Energi 9 MeV

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat kurva *profile dose* pada energi 9 MeV dengan lapangan radiasi *no off-set*, *off-set 1 cm*, *off-set 3 cm* menunjukkan bahwa terjadi penyimpangan pada kurva dengan *off-set 3 cm*. Penyimpangan terjadi karena *flatness* pada *off-set 3 cm* dengan energi 9 MeV mengalami kenaikan (Tabel 1 bagian *off-set 3 cm*). Nilai *flatness* meningkat pada *off-set 3 cm* disebabkan karena titik penyinaran semakin jauh dari titik isosenter sehingga ketika dilakukan penyinaran, berkas elektron pada *blue phantom* mengalami hamburan dan penyebaran dosis radiasi menjadi tidak merata pada seluruh permukaan *blue phantom*. Namun nilai *flatness* yang diperoleh masih dalam batas toleransi yang ditetapkan yaitu 3% (AAPM TG-40, 1994). Sementara itu nilai nilai *symmetry* dan penumbra (Tabel 1) yang diperoleh cenderung fluktuatif. Akan tetapi nilai *symmetry* dan penumbra yang diperoleh masih dalam batas toleransi yang ditetapkan yaitu 3% dan 10 mm – 15 mm. Akan tetapi, teori penyebab fluktuatif nya nilai penumbra belum ditemukan pada jurnal yang terkait dengan penelitian ini.



Gambar 3 Kurva *Profile Dose* Energi 6 MV

Pada energi 12, 15 dan 18 MeV dengan lapangan radiasi *no off-set*, *off-set 1 cm*, *off-set 3 cm* diperoleh nilai *symmetry* dan penumbra yang sama dengan energi 9 MeV yaitu cenderung fluktuatif. Namun nilai *symmetry* dan penumbra yang diperoleh masih dalam batas toleransi yang ditetapkan yaitu 3% dan 10 mm – 15 mm. Begitu juga dengan nilai *flatness* yang diperoleh pada energi 12, 15, dan 18 MeV yang mengalami kenaikan sama halnya dengan energi 9 MeV. Akan tetapi, nilai *flatness* yang diperoleh masih dalam batas toleransi yang ditetapkan yaitu 3%. Kurva *profile dose* yang didapatkan pada penelitian memiliki pola yang sama dengan Khiftiyah dkk (2014) pada energi 6 MV. Pada kurva *profile dose* tersebut juga terjadi penyimpangan pada lapangan radiasi *off-set 3 cm*. Kurva *profile dose* pada energi 6 MV dapat dilihat pada Gambar 3.

4. KESIMPULAN

Pada pengukuran *profile dose* menggunakan pesawat LINAC tipe Clinac-CX didapatkan nilai *symmetry*, *flatness* dan penumbra pada tiap energi dan lapangan radiasi elektron masih dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh AAPM TG-40 Report 46 Tahun 1994 yaitu 3% dan 10 mm – 15 mm. Hal tersebut menandakan bahwa lapangan radiasi *no offset*, *off-set 1 cm* dan *off-set 3 cm* dapat digunakan untuk terapi kanker.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada radioterapis, pekerja radiasi dan fisikawan medis yang telah membantu terlaksananya penelitian di RS Unand.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of Physicists in Medicine, Comprehensive QA for Radiation Oncology; Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group-40, (Medical Physics, New York, 1994), hal 589.
- Khan, F.M., The Physics of Radiation Therapy, (Lippincott Williams and Wilkins, New York, 2003), hal 297.
- Khiftiyah, M., Hidayanto E., & Arifin Z., “Analisa Kurva Percentage Depth Dose (PDD) dan Profile Dose Untuk Lapangan Radiasi Simetri dan Asimetri Pada Linier Accelerator (LINAC) 6 dan 10 MV”, *Youngster Physics Journal*, 3 (4), 279 – 286 (2014).
- Marten, P., Dewang, S., dan Bidayatul, A., “Verifikasi Percentage Depth Dose (PDD) dan Profile Dose Pesawat Linear Accelerator (LINAC) Berkas Elektron 6 MeV, 9 MeV, 12 MeV dan 15 MeV Menggunakan Water Phantom”, *Repository Unhas*, 1-8 (2015).
- Podgorsak, E.B., *Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students*, (IAEA, Vienna, 2005), hal 196-197.