

Perbandingan profil berkas *wedge* lapangan kecil foton 6 MV terhadap pengaruh *jaw* dan MLC sebagai pembentuk lapangan

Riana Dian Pertiwi¹, Wahyu Edy Wibowo², Elsa Angelina¹, dan Supriyanto Ardjo Pawiro¹

¹ Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, 16424, Depok, Indonesia

² Departemen Radioterapi, RSUPN Cipto Mangunkusumo, 10430, Jakarta, Indonesia

E-mail: supriyanto.p@sci.ui.ac.id

Received August 04 2018

Revised February 17 2018

Accepted for publication February 22 2018

Published March 05 2018

Abstrak: Kanker sinonasal memiliki karakteristik yang unik berkaitan dengan anatomi yang berdekatan dengan OAR, sehingga memerlukan gradien dosis yang tinggi untuk melakukan *treatment* yang dapat diamati dengan melihat FWHM dan penumbra yang dihasilkan pada profil berkas pada lapangan *wedge* yang dihasilkan dengan menggunakan *jaw* dan MLC. *Wedge* yang digunakan merupakan *physical wedge* dengan sudut 15°, 30°, 45°, dan 60° yang dilakukan di kedalaman 1.5 cm, 5 cm dan 10 cm pada lapangan 1 × 1 cm², 2 × 2 cm², 3 × 3 cm² dan 4 × 4 cm² dengan menggunakan film *Gafchromic EBT3*. Hasil menunjukkan nilai penumbra dan FWHM terbesar diperoleh dengan MLC sebagai pembentukan lapangan dan nilai terkecil dengan MLC (*edge*) sebagai pembentukan lapangan. Perbedaan hasil tersebut dikarenakan adanya perbedaan faktor transmisi *jaw* dan faktor transmisi MLC, dan adanya pengaruh dari kebocoran *interleaf* dan transmisi pada bagian tepi dari MLC. Penggunaan *wedge* pada profil berkas dapat mempengaruhi nilai FWHM dan penumbra yang dihasilkan sebagai akibat adanya efek *beam hardening* yang muncul dengan penggunaan *physical wedge*. Hasil studi ini menunjukkan pembentukan lapangan dengan menggunakan MLC (*edge*) merupakan pembentukan lapangan secara optimal, sedangkan penggunaan *wedge* dapat mempengaruhi nilai FWHM yang dihasilkan.

Abstract: Sinusoidal cancer has unique characteristics associated with anatomic location and the proximity to the OAR, requiring a high dose gradient to perform the observable treatment by looking at FWHM and the resulting penumbra in the beam profiles on the wedge fields generated using jaw and MLC. It is done used physical wedge with angle 15°, 30°, 45°, dan 60°, at depth of 1.5 cm, 5 cm and 10 cm on 1 × 1 cm², 2 × 2 cm², 3 × 3 cm² dan 4 × 4 cm² field size, using *Gafchromic EBT3* film. The result shows that the largest penumbra and FWHM value with MLC as field formation and the smallest value with MLC (*edge*) as field formation. It is due to the different transmission factor jaw and MLC and the influence of interleaf leakage and transmission at edge of MLC. The use of wedges in the beam profile can affect the FWHM value and the resulting penumbra as a result of the beam hardening effect that occurs with the use of the physical wedge. The results of this study indicate the formation of field using MLC (*edge*) is the optimal one, while the use of wedge can affect the value of FWHM produced.

Kata kunci: jaw, lapangan kecil, MLC, profil berkas, wedge

Keywords: beam profile, jaw, MLC, small field, wedge

1. Pendahuluan

Kanker nasofaring memiliki prevelensi yang cukup tinggi untuk wilayah Cina Selatan dan Asia Tenggara dengan kejadian rata-rata mencapai 15 sampai 50 per 100.000. Kanker kepala dan leher, terutama kanker nasofaring memiliki karakteristik yang unik berkaitan dengan epidemiologi, histologis, respon terhadap radioterapi dan kemoterapi dan lokasi anatomi yang cenderung dalam serta kedekatan dengan organ kritis, seperti retina dan saraf optik. Hal tersebut yang menjadi tantangan tersendiri untuk onkologis.¹⁻³

Pada saat ini strategi terapi untuk kanker nasofaring lebih umum menggunakan kemoradioterapi. Penggunaan kombinasi teknik radioterapi dengan kemoterapi memperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan dengan hanya radioterapi.¹ Namun, penggunaan kemoterapi dan radioterapi dapat meningkatkan resiko toksisitas yang lebih tinggi. Teknik *intensity modulated radiation therapy* (IMRT) merupakan salah satu teknik radioterapi yang direkomendasikan untuk treatment kanker nasofaring. Teknik IMRT tersebut memiliki gradien dosis yang tinggi, sehingga target mendapatkan lebih banyak dosis.³ Masalah yang terjadi pada teknik IMRT adalah ketidaktepatan posisi MLC pada saat pembentukan berkas yang dapat menghasilkan perbedaan penumbra yang mengakibatkan terdapatnya *hot spot* atau *cold spot*.⁴ Selain itu, masalah yang dapat terjadi berkaitan dengan keakuratan pengiriman berkas yang dapat disebabkan kestabilan kecepatan MLC, akurasi posisi MLC dan efek ketidakseimbangan lateral pada profil dosis karena perbedaan intensitas antara segmen MLC yang berdekatan.⁵

Oleh karenanya, penelitian ini ditujukan untuk studi awal dalam analisis gradien dosis dengan menggunakan *wedge* pada lapangan kecil. Gradien dosis dapat diamati dengan melihat nilai FWHM dan penumbra profil berkas yang dihasilkan dengan menggunakan *jaw*, MLC dan keduanya.

2. Bahan dan Metode

Linear accelerator Varian Unique dengan energi foton 6-MV dan 120-segmen MLC. *Slab solid water* fantom, *wedge* dan film *Gafchromic* EBT3.

2.1. Linear Accelerator Varian Unique

Linac Varian Unique yang digunakan memiliki 60 pasang segmen MLC yang berlawanan yang berada di bawah *Jaw* X. Sebanyak 80 pasangan segmen MLC pada sumbu pusat memiliki lebar sebesar 0.5 cm untuk masing-masing segmen dan sisanya sebesar 1 cm.⁶

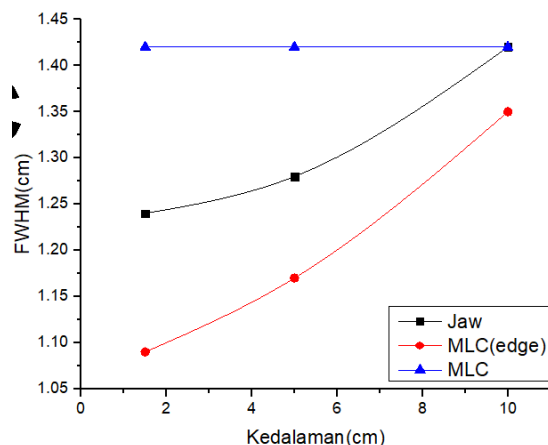
2.2. Pengukuran profil berkas

Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan film *Gafchromic* EBT3 pada *slab solid water* fantom dengan menggunakan tiga metode pembentukan lapangan: MLC dengan mengoptimalkan *jaw* (MLC (*edge*)), MLC dengan ukuran *jaw* 10 x 10 cm² (MLC) dan *jaw* dengan X1, X2, Y1 dan Y2 (*jaw*).

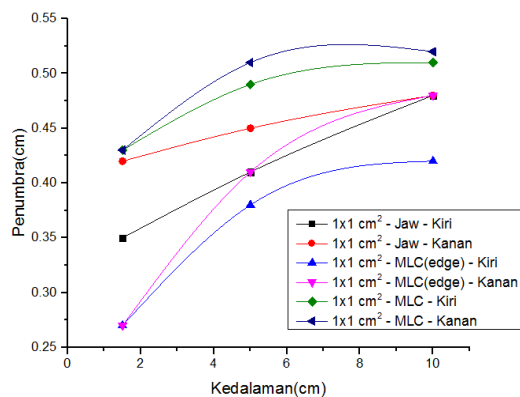
Pengukuran ini dilakukan dengan meletakkan film *Gafchromic* EBT3 di kedalaman 1.5 cm, 5 cm dan 10 cm pada *slab solid water* fantom. *Slab solid water* fantom yang digunakan memiliki dimensi 30 cm x 30 cm dengan ketebalan yang digunakan 1 cm dan 0.5 cm. Pengukuran dilakukan dengan SSD 100 cm pada ukuran lapangan 1 x 1 cm², 2 x 2 cm², 3 x 3 cm² dan 4 x 4 cm² dengan *wedge* sebesar 15°, 30°, 45°, dan 60° dengan orientasi *right*.

3. Hasil dan Pembahasan

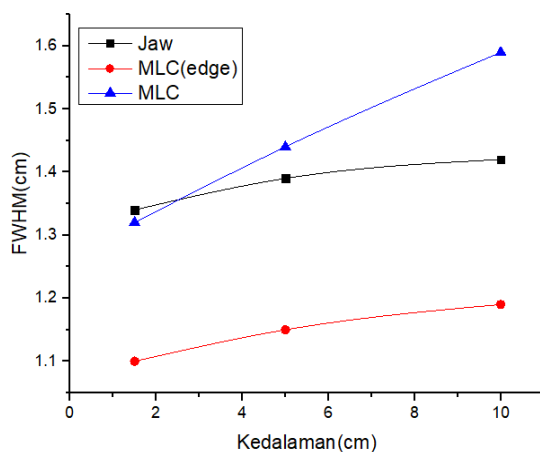
Profil berkas diukur dengan menggunakan 120 bagian MLC, untuk ukuran lapangan 1 x 1 cm², 2 x 2 cm², 3 x 3 cm² dan 4 x 4 cm² di kedalaman 1.5 cm, 5 cm dan 10 cm dengan menggunakan *wedge*. FWHM ditentukan saat dosis normalisasi mencapai 50%, sedangkan penumbra ditentukan dengan mengurangi dosis pada saat 80% dengan 20%. Berdasarkan Gambar 1 sampai Gambar 4 terlihat nilai FWHM dan penumbra untuk lapangan 1 x 1 cm² dengan *wedge* 15° dan *wedge* 60° menghasilkan nilai terkecil dengan menggunakan MLC (*edge*), sedangkan nilai terbesar diperoleh dengan menggunakan MLC. Pada Tabel 1 memperlihatkan nilai FWHM dan penumbra yang dihasilkan. Berdasarkan tabel tersebut nilai penumbra yang dihasilkan dengan MLC lebih besar 0.03-0.08 cm untuk sisi kiri dan 0.01-0.16 cm untuk sisi kanan jika dibandingkan dengan pembentukan lapangan dengan *jaw*.



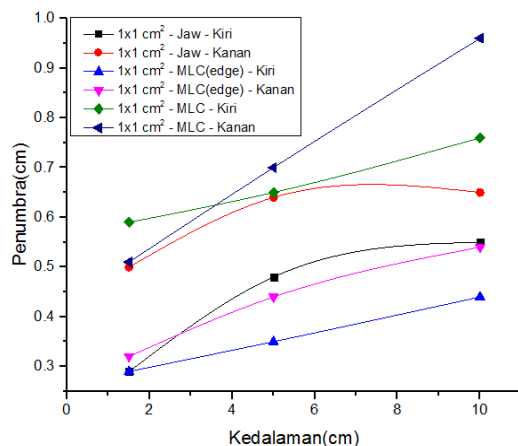
Gambar 1. Nilai FWHM yang dihasilkan pada lapangan $1 \times 1 \text{ cm}^2$ dengan wedge 15°



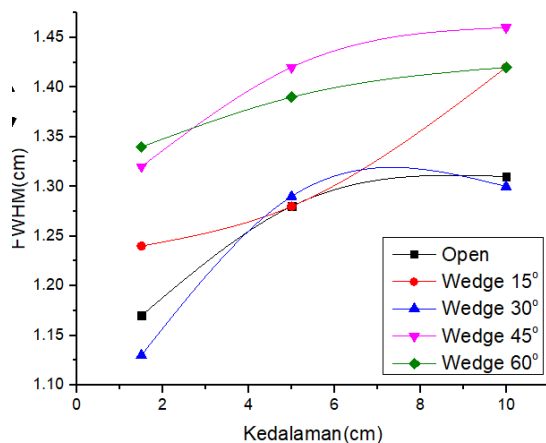
Gambar 2. Nilai penumbra yang dihasilkan pada lapangan $1 \times 1 \text{ cm}^2$ dengan wedge 15°



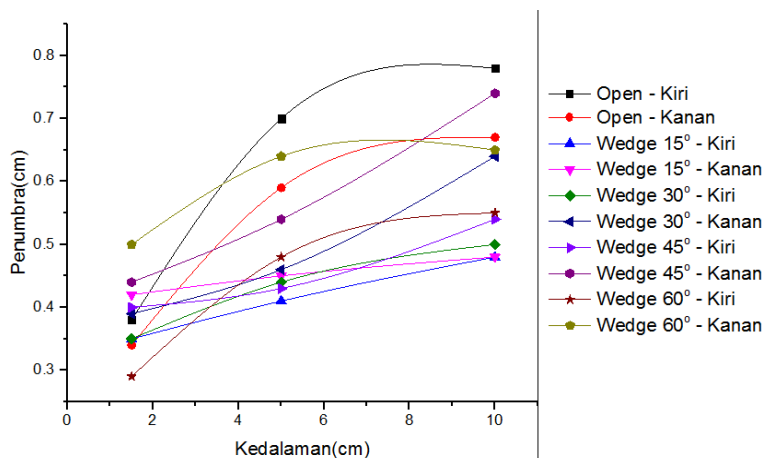
Gambar 3. Nilai FWHM yang dihasilkan pada lapangan $1 \times 1 \text{ cm}^2$ dengan wedge 60°



Gambar 4. Nilai penumbra yang dihasilkan pada lapangan $1 \times 1 \text{ cm}^2$ dengan wedge 60°



Gambar 5. Nilai penumbra yang dihasilkan pada lapangan $1 \times 1 \text{ cm}^2$ dengan jaw



Gambar 6. Nilai penumbra yang dihasilkan pada lapangan $1 \times 1 \text{ cm}^2$ dengan jaw

Pada pembentukan lapangan dengan MLC (*edge*) memiliki nilai yang lebih rendah 0.01 sampai 0.2 cm untuk sisi kiri dan 0.01 sampai 0.19 cm untuk sisi kanan penumbra jika dibandingkan dengan *jaw*. Nilai deviasi FWHM sendiri diperoleh dengan membandingkan nilai FWHM terukur dengan geometri lapangan.

Besarnya nilai FWHM dan penumbra pada pembentukan lapangan dengan menggunakan MLC dikarenakan adanya perbedaan faktor transmisi *jaw* dan faktor transmisi MLC, dimana nilai faktor transmisi MLC lebih besar, sehingga nilai FWHM dan penumbra yang diperoleh dengan menggunakan MLC lebih besar dibandingkan dengan *jaw*. Selain itu, terdapat pengaruh dengan adanya kebocoran *interleaf*, transmisi pada bagian tepi dari MLC dan perbedaan dimensi antara MLC dengan *jaw*.^{7,8-11}

Pada Gambar 4 dan Gambar 5 ditunjukkan nilai FWHM dan penumbra yang dihasilkan untuk lapangan $1 \times 1 \text{ cm}^2$ dengan menggunakan *jaw* sebagai pembentuk lapangan. Berdasarkan gambar tersebut penggunaan *wedge* dapat mempengaruhi nilai FWHM yang dihasilkan, namun tidak memiliki pola tertentu, sedangkan untuk penumbra terlihat nilai penumbra pada sisi kanan cenderung lebih besar dengan semakin besarnya sudut *wedge* yang digunakan. Hal tersebut dapat dikarenakan adanya perbedaan hamburan yang terjadi antara sisi tebal dan sisi tipis dari *wedge* yang digunakan. Pada sisi kanan merupakan sisi *wedge* bagian tebal sehingga atenuasi yang terjadi akan semakin besar dan nilai yang terbaca pada detektor akan kecil. Selain itu, juga dapat dikarenakan Peningkatan hamburan akibat penggunaan *wedge*, dikombinasikan dengan peningkatan jumlah hamburan akibat fantom dan peningkatan kedalaman.¹²

4. Kesimpulan

Profil berkas *wedge* lapangan kecil telah diukur dengan menggunakan tiga pembentukan lapangan yang berbeda. Berdasarkan hasil yang diperoleh nilai FWHM dan penumbra tertinggi dihasilkan dengan menggunakan MLC dan terendah dengan menggunakan MLC (*edge*). Kemudian penggunaan *wedge* dapat mempengaruhi nilai FWHM yang dihasilkan, namun tidak memiliki pola tertentu. Penggunaan *wedge* pada nilai penumbra yang dihasilkan akan cenderung meningkat dengan meningkatnya penggunaan sudut *wedge* pada sisi kanan profil berkas.

Referensi

- ¹ E. Leoncini, W. Ricciardi, G. Cadoni, et al., "Adult height and head and neck cancer: A pooled analysis within the INHANCE Consortium," *Eur. J. Epidemiol.* **36**(10), 35–48 (2014).
- ² B.S. Glisson, G. Sanguineti, S.L. Tucker, et al., "Induction Chemotherapy followed by Radiotherapy Results of a Matched Cohort Study," 3–10 (1997).
- ³ A.W.M. Lee, "Nasopharyngeal Cancer: Advances in Radiotherapy," *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* **69**:115–117 (2007).
- ⁴ W.U. Laub, T. Wong, "The volume effect of detectors in the dosimetry of small fields used in IMRT The volume effect of detectors in the dosimetry of small fields used in IMRT," *Med. Phys.* **30**(3), 341 – 347 (2003).
- ⁵ T. Losasso, C. Chui, C.C. Ling, "Physical and dosimetric aspects of a multileaf collimation system used in the dynamic mode for implementing intensity modulated radiotherapy," *Med. Phys.* **25**(10), 1919–1927 (1998).
- ⁶ P. Biggs, J. Galvin, E. Klein, BASIC APPLICATIONS. 72 (2001).
- ⁷ T. Hwang, S. Kang, K. Cheong, et al., "Estimation of Jaw and MLC Transmission Factor Obtained by the Auto-modeling Process in the Pinnacle³ Treatment Planning System," 269–276 (2009).
- ⁸ R. Mohan, K. Jayesh, R.C. Joshi, et al., "Dosimetric evaluation of 120-leaf multileaf collimator in a Varian linear accelerator with 6-MV and 18-MV photon beams," *J. Med. Phys.* **33**(3):114-118 (2008).
- ⁹ D. Zhou, H. Zhang, P. Ye, "Lateral penumbra modelling based leaf end shape optimization for multileaf collimator in radiotherapy," *Comput. Math. Methods. Med.* (2016).
- ¹⁰ R.J. Watts, A. Ahnesjö, J. Gibbons, et al., "Accelerator beam data commissioning equipment and procedures : Report of the TG-106 of the Therapy Physics Committee of the AAPM," *Med. Phys.* **35**(9), 4186–4215 (2008).
- ¹¹ D.A. Low, J.M. Moran, J.F. Dempsey, M. Oldham, "Dosimetry tools and techniques for IMRT," *Med. Phys.* **38**(3), 1312– 1338 (2011).
- ¹² T. Dawod, E.M. Abdelrazek, M. Elnaggar, R. Omar, "Dose Validation of Physical Wedged Asymmetric Fields in Artiste Linear Accelerator," 201–209 (2014).