

Analisis Dosis Serap Bolus Berbahan Campuran *Beeswax* dan *Petroleum Jelly* Dalam Radioterapi Menggunakan LINAC Pada Energi 6 MeV

Desy Yulia Ningsih^{1,*}, Rico Adrial¹, Fiqi Diyona²

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

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

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 16 Juni 2022

Direvisi: 15 Juli 2022

Diterima: 9 Agustus 2022

Kata kunci:

Beeswax

Bolus

Dosis Serap

Petroleum Jelly

Relative Electron Density (RED)

Keywords:

Beeswax

Bolus

Absorb Dose

Petroleum Jelly

Relative Electron Density (RED)

Penulis Korespondensi:

Desy Yulia Ningsih

Email: desyulia17@gmail.com

ABSTRAK

Pengobatan kanker pada permukaan kulit menggunakan berkas elektron menghasilkan dosis radiasi permukaan yang belum optimum, sehingga diperlukan material yang mampu meningkatkan dosis permukaan yang disebut dengan bolus. Penelitian ini menguji bolus berbahan campuran *beeswax* dan *petroleum jelly*. Pengujian bolus meliputi dosis serap dan nilai *Relative Electron Density* (RED). Nilai dosis serap didapatkan dengan melakukan penyinaran menggunakan *Linear Accelerator* (LINAC) pada energi 6 MeV. Nilai RED diperoleh dari citra tomografi bolus menggunakan CT-simulator dengan menentukan *Region of Interest* (ROI). Hasil pengukuran dosis serap dibaca pada elektrometer. Nilai dosis serap pada bolus saat disinari energi 6 MeV untuk ketebalan 0,2 cm sebesar 184,70 cGy, ketebalan 0,4 cm sebesar 182,67 cGy, ketebalan 0,6 cm sebesar 163,23 cGy, ketebalan 0,8 sebesar 125,27 cGy serta ketebalan 1,0 cm sebesar 80,10 cGy. Nilai RED bolus campuran *beeswax* dan *petroleum jelly* pada ketebalan 0,2 cm hingga 0,8 cm memiliki nilai RED yang lebih rendah dari nilai RED payudara sebesar 0,976 tetapi pada ketebalan 1,0 cm memiliki nilai RED yang setara dengan jaringan payudara. Hasil penelitian bolus berbahan campuran *beeswax* dan *petroleum jelly* memiliki nilai RED yang setara dengan jaringan lunak dan dapat mengurangi dosis serap pada kedalaman sehingga bolus berbahan campuran *beeswax* dan *petroleum jelly* menjadi salah satu alternatif material bolus saat radioterapi.

Treatment of cancer on the skin surface using electron beams produces a surface radiation dose that is not yet optimal, so a material that is able to increase the surface dose is called a bolus. This study tested a bolus made from a mixture of beeswax and petroleum jelly. The bolus test includes the absorbed dose and the value of Relative Electron Density (RED). The absorbed dose value was obtained by irradiating using a Linear Accelerator (LINAC) at an energy of 6 MeV. The RED value is obtained from the bolus tomography image using a CT-simulator by determining the Region of Interest (ROI). The results of the absorbed dose measurement were read on the electrometer. The value of the absorbed dose on the bolus when irradiated with 6 MeV energy for a thickness of 0.2 cm is 184.70 cGy, a thickness of 0.4 cm is 182.67 cGy, a thickness of 0.6 cm is 163.23 cGy, a thickness of 0.8 is 125.27 cGy and 1.0 cm thickness of 80.10 cGy. The RED bolus value of a mixture of beeswax and petroleum jelly at a thickness of 0.2 cm to 0.8 cm had a lower RED value than the RED value of the breast of 0.976 but at 1.0 cm the RED value was equivalent to breast tissue. The results of the study that boluses made from a mixture of beeswax and petroleum jelly had a RED value equivalent to soft tissue and could reduce the absorption dose at depth so that boluses made from a mixture of beeswax and petroleum jelly became an alternative bolus material during radiotherapy.

Copyright © 2022 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Radioterapi merupakan salah satu metode pengobatan kanker yang memanfaatkan radiasi pengion. Salah satu alat penghasil berkas radiasi pengion yaitu *Linear Accelerator* (LINAC) yang menghasilkan berkas foton dan elektron berenergi tinggi. Kasus kanker yang dapat di terapi oleh LINAC bervariasi mulai dari bentuk, lokasi, ukuran, dan jenis kankernya. Lokasi kanker dapat berada di dalam tubuh, mendekati permukaan kulit dan berada di permukaan kulit.

Pada kasus tertentu seperti pengobatan kanker pada permukaan kulit umumnya menggunakan berkas elektron karena memiliki distribusi dosis yang homogen di permukaan. Dosis radiasi yang diterima dari berkas elektron tersebut belum mampu memberikan dosis permukaan secara optimum dikarenakan adanya efek *skin sparing*. Efek *skin sparing* merupakan dosis radiasi permukaan yang rendah dibandingkan dengan dosis radiasi maksimum pada kedalaman di bawah kulit (Podgorsak, 2005). Oleh karena itu, diperlukan material untuk meningkatkan dosis radiasi permukaan yang dikenal dengan bolus. Bolus merupakan material yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan tubuh dan ditempatkan pada permukaan kulit (Podgorsak, 2005). Bolus ini berfungsi untuk meningkatkan dosis permukaan, mengurangi dosis kedalaman dan meratakan jaringan yang tidak rata (Mayles, et al., 2007).

(Vidal & Souza, 2012) melakukan penelitian mengenai karakterisasi dan pemilihan *beeswax* sebagai jaringan pengganti pada teleterapi foton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai densitas untuk *beeswax* mendekati nilai densitas air yaitu sebesar 1 g/cm^3 . Nilai densitas air ini sebagai bahan referensi yang biasa digunakan dalam simulasi dosimetri dengan berkas megavoltase dalam radioterapi. (Olaosun, et al., 2020) melakukan penelitian pembuatan bolus alternatif untuk teleterapi cobalt-60 menggunakan dua bahan yaitu bahan *beeswax* dan *petroleum jelly*. Bolus dengan tebal 0,5 cm dan dimensi 10 cm x 10 cm diukur dosis serapnya menggunakan *Thermoluminescent Dosimeter* (TLD) chip sebanyak enam puluh enam (66) buah. Penelitian ini menunjukkan bahwa bolus berbahan *beeswax* dan *petroleum jelly* dapat digunakan sebagai alternatif material bolus untuk menghilangkan efek *skin sparing* dari radiasi cobalt-60. Penelitian ini menguji kelayakan penggunaan bolus berbahan campuran *beeswax* dan *petroleum jelly* sebagai material bolus radioterapi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis dosis serap dan menentukan nilai *Relative Electron Density* (RED). Sebelum digunakan pada pasien, material bolus ini harus diperiksa homogenitasnya dan dosis serapnya sehingga dosis menyebar secara merata.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan bolus berbahan campuran *beeswax* dan *petroleum jelly* dengan ketebalan 0,2 cm, 0,4 cm, 0,6 cm, 0,8 cm dan 1,0 cm yang dianalisis dosis serapnya dan penentuan nilai RED. Pengukuran dosis serap dilakukan menggunakan berkas elektron energi 6 MeV yang dihasilkan dari LINAC. Fantom *solid water* disiapkan pada meja pasien LINAC dan jarak antara sumber dengan permukaan fantom *source surface dose* (SSD) diatur sejauh 100 cm dengan *mechanical pointer*. Pengukuran dosis serap dilakukan menggunakan detektor *plan parallel chamber* tipe PPC40 yang diletakkan pada kedalaman dosis maksimum fantom yang telah dihubungkan dengan elektrometer dalam kondisi tanpa bolus. Selanjutnya bolus diletakkan di atas fantom dengan memvariasikan ketebalan bolus dan penyinaran kembali dilakukan dengan energi yang sama. Hasil pengukuran dosis serap dari detektor tersebut ditampilkan oleh elektrometer. Kemudian nilai dosis serap dalam satuan Gray (Gy) dikonversi dalam satuan centiGray (cGy).

Pada penentuan nilai RED, dimulai dengan melakukan pengambilan citra tomografi bolus menggunakan CT-simulator metode *axial scanning*. Tegangan dan arus yang digunakan sebesar 120 kV dan 150 mAs. Citra bolus tersebut dikirim ke komputer *Treatment Planning System* (TPS) untuk dilakukan pembuatan daerah *Region of Interest* (ROI) sebanyak 5 yang berbentuk lingkaran dengan luas ROI 17 mm^2 . Pembuatan daerah ROI bertujuan untuk mendapatkan nilai CT-number. Nilai CT-number adalah nilai koefisien penyerapan sinar-X yang dihitung dari *pixel* pada daerah ROI. Nilai CT-number dinyatakan dalam satuan Hounsfield Unit (HU) pada suatu material yang sama sesuai dengan standar yang telah ditetapkan (AAPM, 2013). Nilai CT-number yang diperoleh kemudian dirata-ratakan, untuk mencari nilai RED dari bolus menggunakan Persamaan (1) dan Persamaan (2) (Sutanto, et al., 2018):

$$\rho_a = 1,052 + 0,00048N_{CT} \quad (1)$$

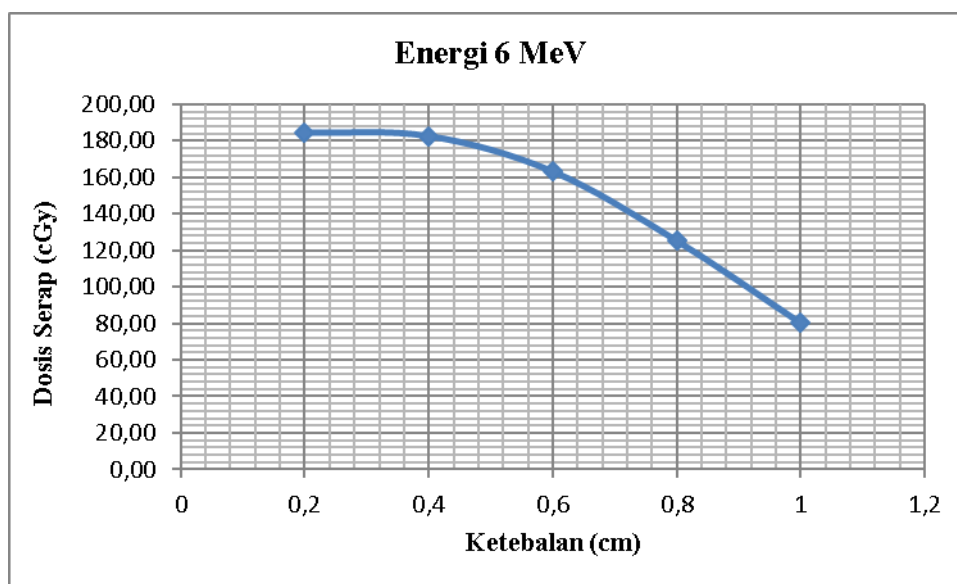
$$\rho_b = 1,000 + 0,001N_{CT} \quad (2)$$

Keterangan: N_{CT} adalah nilai dari CT-number, ρ_a adalah nilai RED dengan N_{CT} yang lebih besar dari 100, dan ρ_b adalah nilai RED dengan N_{CT} yang lebih kecil dari 100.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Dosis serap Bolus Campuran *Beeswax* dan *Petroleum Jelly*

Pengukuran dosis serap diperoleh dengan melakukan penyinaran menggunakan LINAC pada energi 6 MeV. Energi tersebut memiliki nilai D_{max} sebesar 1,4 cm yang diperoleh dari kurva *percentage depth dose*. Nilai dosis serap bolus campuran *beeswax* dan *petroleum jelly* saat disinari dengan energi 6 MeV untuk ketebalan 0,2 cm sebesar 184,70 cGy, pada ketebalan 0,4 cm sebesar 182,67 cGy, pada ketebalan 0,6 cm sebesar 163,23 cGy, pada ketebalan 0,8 cm sebesar 125,27 cGy sedangkan ketebalan 1,0 cm sebesar 80,10 cGy. Hasil pengukuran dosis serap bolus campuran *beeswax* dan *petroleum jelly* dengan variasi ketebalan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Nilai dosis serap bolus campuran *beeswax* dan *petroleum jelly* pada energi 6 MeV

Berdasarkan grafik pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin tebal bolus yang digunakan maka semakin kecil pula kenaikan dosis serapnya. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara ketebalan bolus berbanding terbalik dengan dosis serapnya. Ketebalan bolus radioterapi sangat berpengaruh terhadap kemampuan bolus dalam menyerap dosis radiasi. Hal ini dikarenakan adanya interaksi antara partikel elektron dengan medium yang dilaluinya menyebabkan terjadinya pelepasan elektron sekunder akibat proses ionisasi. Proses tersebut terjadi karena adanya gaya tarik Coulomb, sehingga elektron melakukan penetrasi lebih dalam menuju kedalaman dosis maksimum (D_{max}). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Olaosun, et al., 2020) bahwa pembuatan bolus *beeswax* yang disinari menggunakan pesawat cobalt-60 memiliki dosis serap yang menurun seiring bertambahnya kedalaman dari 1,0 cm menjadi 5,0 cm untuk semua ukuran lapangan penyinaran karena efek dari hukum kuadrat terbalik dan koefisien atenuasi dari cobalt-60 saat melintasi bolus *beeswax* yang disusun berlapis-lapis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bolus berbahan campuran *beeswax* dan *petroleum jelly* mampu meningkatkan dosis permukaan pada saat radioterapi.

3.2 Penentuan Nilai *Relative Electron Density* (RED)

Berdasarkan hasil citra tomografi bolus berbahan campuran *beeswax* dan *petroleum jelly* diperoleh nilai CT-number yang dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel tersebut menunjukkan nilai CT-number yang diperoleh dari bolus campuran *beeswax* dan *petroleum jelly*.

Tabel 1 Nilai *CT-number* bolus campuran *beeswax* dan *petroleum jelly*

Ketebalan (cm)	<i>N_{CT}</i> (HU)
0,2	-149,20
0,4	-144,90
0,6	-123,26
0,8	-114,18
1,0	-91,92

Nilai *CT-number* bolus tersebut memiliki nilai yang negatif hal ini karena adanya rongga udara pada bolus dan permukaan yang tidak rata (Chantika, et al., 2022). Jika dibandingkan dengan nilai *CT-number* pada organ paru-paru dan jaringan lemak, nilai *CT-number* yang diperoleh pada penelitian ini memiliki nilai yang hampir mendekati nilai *CT-number* dari jaringan lemak yaitu sebesar -100 HU. Nilai *CT-number* menunjukkan nilai kerapatan dari suatu material. Nilai *CT-number* yang rendah menunjukkan bahwa suatu material tersebut memiliki nilai kerapatan lebih rendah dari nilai kerapatan air (Jeffrey, 2015).

Tabel 2 Nilai RED bolus campuran *beeswax* dan *petroleum jelly*

Ketebalan (cm)	<i>Relative Electron Density</i>
0,2	0,8508
0,4	0,8551
0,6	0,8767
0,8	0,8858
1,0	0,9081

Tabel 2 menunjukkan nilai RED yang diperoleh dari bolus campuran *beeswax* dan *petroleum jelly*. Nilai RED pada penelitian ini memiliki nilai yang lebih tinggi dari nilai RED air yaitu 1,000 tetapi lebih rendah dibandingkan nilai RED tulang padat yaitu sebesar 1,512. Pada penelitian ini nilai RED bolus pada ketebalan 0,2 cm hingga 0,8 cm memiliki nilai RED yang lebih rendah dari nilai RED payudara yaitu sebesar 0,976 (Sutanto, et al., 2018), tetapi pada ketebalan 1,0 cm memiliki nilai RED yang setara dengan jaringan payudara. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Carina, et al., 2019) bolus plastisin memiliki nilai RED di antara jaringan otot hingga hati dengan nilai sebesar 1,04 hingga 1,05. Hal ini menunjukkan bahwa nilai RED bolus platisin lebih tinggi dibandingkan dengan nilai RED bolus campuran *beeswax* dan *petroleum jelly*. Berdasarkan nilai RED pada jenis bolus *wax* lainnya, seperti bolus *paraffin wax* memiliki nilai RED yang setara dengan jaringan lunak. Hal ini karena bolus *paraffin wax* terdiri dari ikatan polimer organik, yaitu C_5H_8 dan kandungan air H_2O . Polimer organik tersebut menunjukkan bahwa memiliki kesamaan bahan penyusun dengan jaringan lunak dari tubuh manusia (Endarko, et al., 2020).

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan nilai RED bolus pada ketebalan 0,2 cm hingga 0,8 cm memiliki nilai RED yang lebih rendah dari nilai RED payudara yaitu sebesar 0,976, tetapi pada ketebalan 1,0 cm memiliki nilai RED yang setara dengan jaringan payudara. Semakin tebal bolus yang digunakan maka semakin kecil pula kenaikan dosis serapnya. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara ketebalan bolus berbanding terbalik dengan dosis serapnya. Dosis serap bolus campuran *beeswax* dan *petroleum jelly* sangat berpengaruh terhadap ketebalan yang digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak Rumah Sakit Pendidikan Universitas Andalas yang telah menyediakan sarana dan prasarana sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan terima kasih untuk semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- AAPM, 2013. *Specification and Acceptance Testing of Computed Tomography Scanners*, American Institute of Physics, New York,.
- Carina, C. C. C. et al., 2019, 'Evaluation of Dosimetric Characterization of Homemade Bolus for Radiation Therapy', *Journal of Physics, Conference Series*, vol. 1505, no. 1, pp. 1-7.
- Chantika, L., Hanif, V. F., Defira, E. & Sri Oktamuliani, A. M. M. I., 2022, 'Comparison of Absorbed Dose Plasticine Bolus and Silicone Rubber Bolus', *Journal Physics: Theories and Applications*, vol. 6, no.1, pp. 25-33.
- Endarko, et al., 2020, 'Evaluation of Dosimetric Properties of Handmade Bolus for Megavoltage Electron and Photon Radiation Therapy', *J Biomed Phys Eng*, vol. 11, no. 6, pp. 735-746.
- Jeffrey, P., 2015, *Quality Management In The Imagin Sciences*, 5th ed. Elsevier Mosby, St. Louis Missouri.
- Mayles, P., Nahum, A. & Rosenwald, J. C., 2007, *Handbook of Radiotherapy Physics Theory and Practice*. 1st ed. Taylor and Francis Group, New York.
- Olaosun, A. M., Aborisade, C. A. & Uwadiae, I. B., 2020, 'Fabrication of Alternative Bolus for Cobalt-60 Teletherapy Using Two Locally Available Materials', *Engineering Physics*, vol. 4, no. 1, pp. 15-18.
- Podgorsak, E. B., 2005, *External Photon Beams: Physical Aspects in Radiation Oncology Physics: A Hand Book for Teachers and Student*, IAEA, Vienna.
- Sutanto, H. et al., 2018, *Bolus Berbahan Silicone Rubber dan Natural Rubber*, Undip Press, Semarang.
- Vidal, R. M. & Souza, D. d. N., 2012, 'A Model for the Characterization and Selection of Beeswaxes for Use as Base Substitute Tissue in Photon Teletherapy', *Materials Sciences and Applications*, vol. 3, no. 4, pp. 218-223.