

Penentuan Jumlah *Optimum Seed* pada Brakiterapi Kanker Payudara dengan Menggunakan Pd-103

Nurul Atiqah^{a)} dan Rena Widita^{b)}

Laboratorium Biofisika dan Fisika Medis,
Kelompok Keilmuan Fisika Nuklir dan Biofisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)} nurulatiqah4693@s.itb.ac.id (corresponding author)

^{b)} rena@fi.itb.ac.id

Abstrak

Salah satu pengobatan yang digunakan untuk mengobati kanker payudara adalah brakiterapi menggunakan sumber radioaktif yang diletakkan di dalam atau di dekat tumor (*seed*). Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan jumlah optimum *seed* pada brakiterapi kanker payudara dengan menggunakan sumber Pd-103. Phantom dibuat dengan ukuran 16x16x16 cm dengan kanker berukuran 2x2x2 cm yang terletak di pusat phantom. Laju dosis dihitung dengan menggunakan protokol dosimetri AAPM TG-43 yang disimulasikan dengan menggunakan PRISM. Jumlah *seed* divariasikan 1 hingga 10. Dosis yang telah diperoleh pada masing-masing jumlah *seed* akan dijadikan taksiran awal untuk mengetahui jumlah *seed* optimum untuk kanker payudara. Dengan mengetahui besar dosis optimum maka diperoleh jumlah *seed* optimum sekitar 271 *seed*.

Kata-kata kunci: AAPM TG-43, Kurva Isodosis, PRISM

PENDAHULUAN

Kanker merupakan penyakit utama penyebab kematian manusia dan jumlah kanker yang didiagnosa setiap tahunnya lebih dari 10.000.000 kasus di seluruh dunia [1]. Kanker payudara menjadi penyakit nomor dua terbesar setelah kanker serviks yang menyerang kaum wanita [2]. Salah satu pengobatan yang digunakan untuk mengobati kanker ini adalah brakiterapi yang kebanyakan bertujuan untuk membersihkan sisa sel kanker pasca operasi dan brakiterapi sangat baik untuk kanker stadium awal. Brakiterapi berasal dari bahasa Yunani *brachios* yang berarti dekat sehingga brakiterapi sering disebut internal radioterapi. Terapi ini merupakan salah satu prosedur khusus dalam radioterapi yang berguna untuk melakukan penyinaran dengan sumber radioaktif berada dekat dengan target [3].

Brakiterapi sangat baik untuk kanker yang terlokalisir dan tidak menyebar ke jaringan atau organ di sekitarnya. Keunggulan lain dari brakiterapi adalah dapat memberikan paparan radiasi yang lebih tinggi kepada jaringan tumor dan mengurangi paparan radiasi pada jaringan normal karena sumber radiasi diletakkan langsung pada tumor sehingga akan memberikan lokal kontrol yang lebih baik. Terapi ini memiliki geometri kanker yang baik sehingga radiasi akan mengenai jaringan tumor dan mengurangi radiasi pada lingkungan jaringan tumor [4].

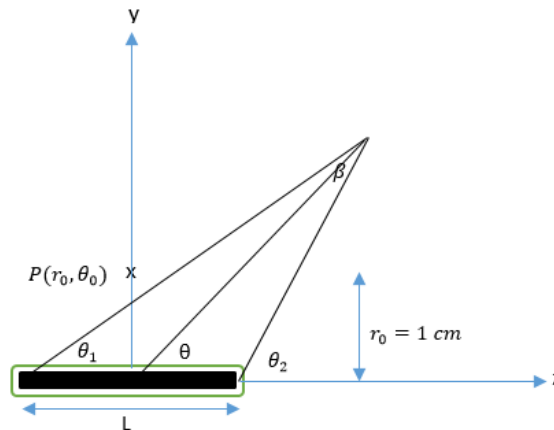
Brakiterapi menggunakan sumber radioaktif yang akan menghasilkan dosis yang berbeda-beda untuk tiap jenis sumbernya. Pada penelitian ini digunakan sumber Pd-103. Sumber tersebut disebut *seed* dan dikarenakan satu buah *seed* menghasilkan energi yang rendah maka dibutuhkan banyak *seed* agar dosis yang dihasilkan bisa menghancurkan sel kanker. Sampai sekarang belum ada rekomendasi tertulis berapa jumlah dan posisi *seed* yang seharusnya digunakan untuk brakiterapi kanker payudara. Oleh karena itu pada percobaan ini akan

dilakukan simulasi *seed* pada brakiterapi kanker payudara dengan menggunakan sumber Pd-103. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan jumlah *optimum seed* pada brakiterapi kanker payudara dengan menggunakan sumber Pd-103.

BAHAN DAN METODE

Jumlah *seed optimum* pada brakiterapi kanker payudara

Pada penelitian ini dibuat pemodelan *phantom* kanker payudara sebagai pengganti objek manusia. *Phantom* dibuat dengan ukuran 16x16x16 cm sesuai dengan ukuran payudara wanita yaitu 16 - 22 cm. Dalam *phantom* tersebut terdapat bagian inhomogenitas dari kanker yang berukuran 2x2x2 cm agar *phantom* mendekati keadaan anatomi manusia maka diberikan densitas 1,04 g/cm³ sesuai dengan densitas payudara. Proses ini dinamakan proses *contouring* dalam TPS. Titik uji digunakan untuk mengetahui berapa besar dosis yang mengenai titik uji tersebut. Sumber yang digunakan adalah Pd-103. Sumber tersebut disebut *seed* dalam brakiterapi dimana sumber ini diletakkan secara permanen di dalam phantom. Laju dosis dihitung dengan menggunakan protokol dosimetri AAPM TG-43 pada pers. 1. Protokol ini menerapkan penggunaan parameter-parameter yang berpengaruh terhadap besar dosis brakiterapi. Perhitungan ini disimulasi dengan menggunakan PRISM. Gambar 2 di bawah merupakan panel pada PRISM untuk menentukan laju dosis dan dosis pada penelitian ini.



Gambar 1. Sistem koordinat untuk perhitungan dosimetri brakiterapi [5]

Laju dosis (r, θ) pada titik P disekitar sumber (Gambar 1) dapat dirumuskan dari pers.1 berikut:

$$\dot{D}(r, \theta) = S_k \cdot \Lambda \cdot \frac{G(r, \theta)}{G(r_0, \theta_0)} \cdot g(r) \cdot F(r, \theta) \tag{1}$$

dengan r menyatakan jarak dari pusat sumber ke titik yang dituju, r_0 menyatakan jarak referensi sebesar 1 cm, θ menyatakan sudut polar dari titik yang dituju dan θ_0 menyatakan sudut referensi dari bidang melintang sumber sebesar 90^o.

Keterangan:

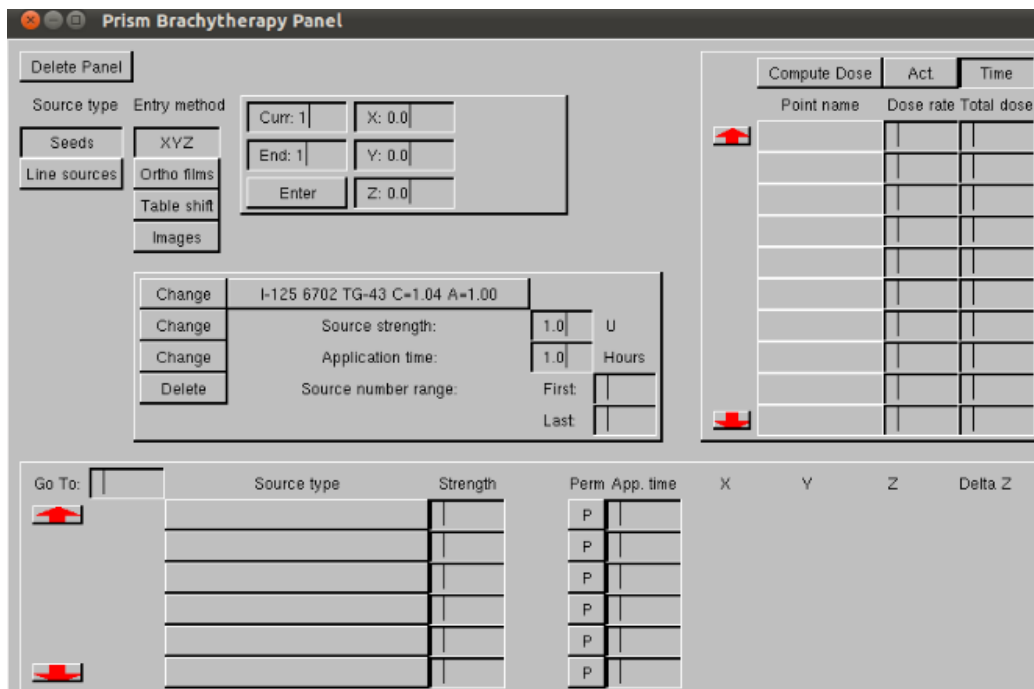
- $\dot{D}(r, \theta)$ = laju dosis serap di titik P ($Gy h^{-1}$)
- S_k = kuat kerma di udara untuk sumber titik ($\mu Gy m^2 h^{-1}$)
- Λ = konstanta laju dosis ($cGy h^{-1} U^{-1}$)

$\frac{G(r, \theta)}{G(r_0, \theta_0)}$ = fungsi geometri sumber untuk memperhitungkan pengaruh bentuk geometri sumber

$g(r)$ = fungsi radial dosis untuk memperhitungkan hamburan foton dan atenuasi yang terjadi sebagai fungsi jarak dari sumber

$F(r, \theta)$ = fungsi anisotropi untuk memperhitungkan hamburan dan penyerapan pada medium pembungkus sumber

Jumlah *seed* divariasikan 1 hingga 10. *Seed* diletakkan pada titik koordinat maksimal 1 cm dari pusat. Dosis yang telah diperoleh pada masing-masing jumlah *seed* akan dijadikan taksiran awal untuk mengetahui jumlah *seed optimum* untuk kanker payudara. Total dosis diperoleh dari pers. 2 dimana laju dosis awalnya diperoleh dari laju dosis pada jarak referensi jarak 1 cm dari sumber.



Gambar 2. Tampilan panel brakiterapi pada PRISM

Total dosis untuk permanent interstitial dapat ditentukan dengan persamaan:

$$D = 1.44 t_{1/2} \dot{D}_0 \tag{2}$$

Keterangan:

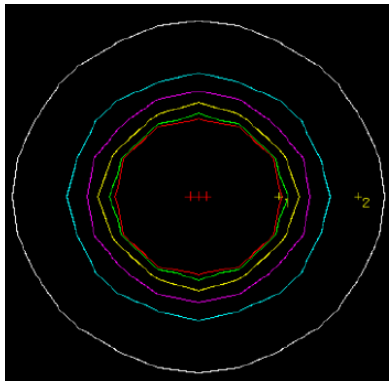
\dot{D}_0 = laju dosis awal (cGy/jam)

HASIL DAN PEMBAHASAN

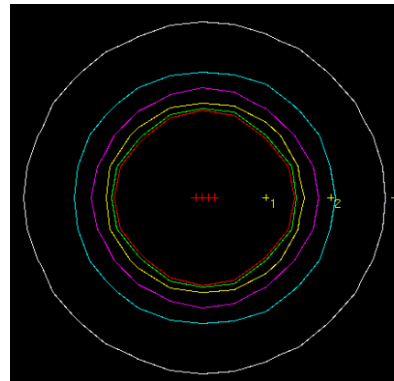
Jumlah *seed optimum* pada brakiterapi kanker payudara

Menurut protokol AAPM TG-43 sumber dianggap sebagai sumber titik yang tidak berdimensi dimana

distribusi dosis dianggap simetris sferis dengan jarak radial tertentu dari sumber. Laju dosis digunakan untuk melihat bagaimana persebaran distribusi dosis pada objek yang diteliti. Distribusi dosis tersebut dapat dilihat dari kurva isodosis yang merupakan titik-titik (posisi) pada jarak tertentu dari sumber radioaktif yang memiliki laju dosis yang sama dari titik tengah tegak lurus sumber[6]. Penggunaan jenis brakiterapi dengan banyak *seed* dilakukan untuk mengetahui distribusi dosis yang tepat karena tiap jumlah sumber yang digunakan akan memiliki dosis yang berbeda-beda. Banyaknya sumber ini terdiri dari jenis sumber radioaktif yang sama namun posisi sumber tersebut yang divariasikan. Jarak antar sumber ini sangat menentukan distribusi dosis. Jarak radial yang kecil menyebabkan radiasi yang terpapar di titik tersebut akan semakin besar.

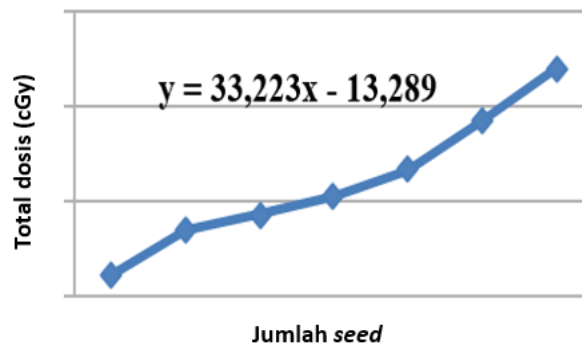


Gambar 3. Kurva isodosis Pd-103 pada 5 *seed*



Gambar 4. Kurva isodosis Pd-103 pada 10 *seed*

Gambar 3 dan 4 di atas merupakan kurva isodosis untuk simulasi pemodelan kanker payudara dengan menggunakan sumber Pd-103 dengan jumlah 5 dan 10 *seed*. Angka 1, 2 dan 3 pada gambar 3 dan 4 menyatakan jarak dalam cm dari titik pusat 0,0. Dari kurva isodosis yang diperoleh dapat dilihat bahwa bentuk kurva tidak homogen untuk titik yang sama. Hal ini dikarenakan untuk satu buah *seed* hanya menghasilkan energi yang sangat kecil yaitu 22,032 cGy.



Gambar 5. Kurva dosis terhadap jumlah *seed* Pd-103

Dari grafik yang diperoleh pada Gambar 5 bahwa semakin banyak jumlah *seed* yang digunakan maka semakin besar nilai dosis. Dari 10 *seed* yang telah dilakukan simulasi, total dosis yang diperoleh sangat kecil / jauh dari dosis optimum payudara sehingga hasil yang telah diperoleh ini digunakan sebagai taksiran awal untuk menentukan jumlah *seed* optimum brakiterapi kanker payudara. Dosis serapan optimum untuk payudara adalah 90 Gy [7]. Dengan mengetahui besar dosis optimum maka diperoleh jumlah *seed* optimum sekitar 271 *seed*. Namun hal ini dapat dinyatakan bahwa penggunaan sumber Pd-103 kurang efisien sebagai sumber dalam pengobatan brakiterapi karena dalam proses pengobatannya sendiri akan membutuhkan waktu yang sangat lama dan membutuhkan aplikator dalam jumlah yang banyak pula.

KESIMPULAN

Kurva isodosis menunjukkan besar dosis yang mengenai titik-titik tertentu pada *phantom*. Variasi *seed* yang dilakukan menghasilkan dosis yang sangat kecil dari dosis *optimum* payudara sehingga hasil tersebut dijadikan taksiran awal dalam menentukan jumlah *seed* optimum. Dari hasil hubungan antara jumlah *seed* dan total dosis masing-masing jumlah *seed* diperoleh jumlah *seed* optimum untuk brakiterapi payudara menggunakan sumber Pd-103 adalah 271 *seed*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing penulis Ibu Rena Widita, S.Si., M.Si., Ph.D. serta mahasiswa fisika medis ITB yang telah membantu dalam penulisan makalah ini.

REFERENSI

1. *Cancer Research UK*. (n.d.). Retrieved January 26, 2015, from <http://www.cancerresearchuk.org/cancer-info/cancerstats/world>
2. Baltas, d. (2007). *The Physics of Modern Brachytherapy for Oncology*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
3. Rusmanto. (2011). Penentuan Parameter Distribusi Dosis Dalam Air dari Sumber Bakterapi Ir-192 HDR dengan Monte Carlo. In Tesis. Fisika FMIPA UI.
4. Podgorsak, E. (2005). *Radiation Oncology Physics*. Vienna: International Atomic Energy Agency.
5. Thomadsen, d. (2014). *Brachytherapy Physics, Comprehensive Biomedical Physics Radiation Therapy Physics and Treatment Optimization*.
6. Zehtabian, d. (n.d.). *A review on Main Defects of TG-43*. School of Mechanical Engineering, Shiraz University.
7. Pignol JP, K. B. (2006). First Report of a Permanent Breast Pd103 Seed Implant as Adjuvant Radiation Treatment for Early Stage Breast Cance. Elsevier, Vol.64 No.1, pp. 176-181.
8. Darwis, I. (2001). *Upaya Pencegahan dan Deteksi Dini Kanker Payudara*.
9. Khan, e. a. (2007). *Treatment Planning in Radiation Oncology*. Lippincott Williams & Wilkins.
10. Nath, R. (n.d.). *Overview of Brachytherapy Physics*. New Haven : Yale University School of Medicine.
11. Stabin, M. (2007). *Radiation Protection And Dosimetry: An Introduction to Health Physics*. LLC: Springer Science Business Media.