

TREATMENT PLANNING SYSTEM PADA KANKER PROSTAT DENGAN TEKNIK BRACHYTERAPY

Junios^{1*}, Kariman D²

¹ STIKes Prima Nusantara Bukittinggi, Jl. Kusuma Bhakti No. 99 Gulai Bancah

² STKIP PGRI Sumatera Barat, Padang, Sumatera Barat

*e-mail: juniossi@yahoo.co.id

Submitted: 21-06-2016, Reviewed: 21-06-2016, Accepted: 21-06-2016

<http://dx.doi.org/10.22216/jit.2016.v10i3.587>

Abstract

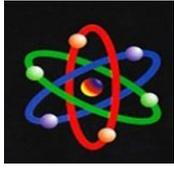
The succes of patient therapy is very influenced by carefulness and official maturation on making of treatment planning. The substansial matters in tumor treatment planning are : patient medical information, radiation technique, simulation and verification, medical approval, and dose calculation. In with this study has been designed to optimize treatment planning system to create a model of prostate tumors using I-125 seed implantation number 16 seed at a distance of 0.5 cm, 1 cm, and 1.5 cm from the tumor. Brachyteraphy simulations performed using EGSnrc program with a model 6711 seed I-125, using comparable TG-43 data. Results of the optimization is done is: For the treatment to be extended to voxel number 16 seed I-125 at coordinates are varied. This situation turns out to be the highest absorbed dose in a combined sixteen seed I-125 at coordinates 0.5 cm and 1 cm in both the target and organs at risk. Brachyterapy treatment planning system that is used for the target (prostate cancer) is designed to measure the volume of $4x4x4\text{ cm}^2$, 11-30 voxel distance to x, for y =11-30, and 11-30 to z. In the bladder with a volume the size of $2x2x2\text{ cm}^2$, with a size of 31-40 for x, 21-40 for y, and 31-40 for z. Rectal designed using the size of $1x1x1\text{ cm}^2$ voxel at a distance of 1-5 for x, y and 21-25 to 21-25 for z. Healthy tissue around the cancer was designed to measure the volume of $40x40x40\text{ cm}^2$ at a distance of 1-40 voxel for x, y and 1-40 to 1-40 for z. System design brachyterapy treatment is done by planting seed that contains radioactive I-125 on the target (cancer). The results of the dose distribution is calculated using Electron Gamma Showernrc (EGSnrc).

Keywords: *treatment planning system, kanker prostat, brachyteraphy.*

Abstrak

Salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan pelaksanaan brachyteraphy terhadap penderita kanker adalah faktor kejelian dan kematangan petugas radioterapi dalam perencanaan perlakuan. Hal-hal pokok yang menjadi dasar pembuatan perencanaan perlakuan kanker antara lain : informasi medis pasien, teknik penyinaran, simulasi dan verifikasi, serta perhitungan dosis yan tepat. Melalui penelitian ini dirancang sistem perencanaan perlakuan untuk model kanker prostat menggunakan penanaman seed I-125 sejumlah 16 seed pada jarak 0,5 cm, 1 cm, dan 1,5 cm dari tumor. Simulasi brachyterpy dilakukan menggunakan program EGSnrc dengan model 6711 seed I-125, menggunakan data pembanding TG-43. Sistem perencanaan perlakuan brachyterapy yang digunakan untuk target (kanker prostat) dirancang dengan ukuran volume $4x4x4\text{ cm}^2$, jarak voxel 11-30 untuk x, 11-30 untuk y, dan 11-30 untuk z. Pada bladder dengan ukuran volume $2x2x2\text{ cm}^2$, dengan ukuran 31-40 untuk x, 21-40 untuk y, dan 31-40 untuk z. Pada rektum dirancang menggunakan ukuran $1x1x1\text{ cm}^2$ dengan jarak voxel 1-5 untuk x, 21-25 untuk y dan 21-25 untuk z. Jaringan sehat disekitar kanker dirancang dengan ukuran volume $40x40x40\text{ cm}^2$ dengan jarak voxel 1-40 untuk x, 1-40 untuk y dan 1-40 untuk z. Sistem perancangan perlakuan brachyterapy dilakukan dengan menanam seed yang berisi radioaktif I-125 pada target (kanker). Hasil distribusi dari dosis dihitung menggunakan Electron Gamma Shower nrc (EGSnrc).

Katakunci: *perencanaan perlakuan, kanker prostat, brachyteraphy.*



PENDAHULUAN

Brachyteraphy adalah pengobatan kanker dimana bibit atau sumber radioaktif ditempatkan di dalam atau di dekat tumor itu sendiri, memberikan dosis radiasi yang tinggi ke tumor sekaligus mengurangi paparan radiasi pada jaringan sehat disekitarnya. Istilah **brachy** adalah bahasa Yunani yang berarti untuk jarak pendek, dan *brachyteraphy* adalah terapi radiasi yang diberikan pada jarak yang cukup, terlokalisasi, tepat, dan menggunakan teknologi tinggi. *Brachyteraphy* adalah salah satu jenis terapi radiasi yang digunakan untuk mengobati kanker. Terapi radiasi adalah penggunaan jenis energi, yang disebut radiasi pengion, yang berguna untuk membunuh sel kanker.

Pada *brachyteraphy* distribusi dosis pada volume tumor tidak homogen. Pusat tumor yang dekat dengan sumber radiasi akan menerima dosis yang lebih besar dari bagian tepi tumor. Karena pusat tumor biasanya lebih radioresisten maka keadaan yang demikian justru menjadi keuntungan dalam teknik *brachyteraphy*. Kekurangan teknik ini adalah jangkauannya yang sangat terbatas sehingga tidak bisa dilakukan pada tumor yang besar. Apabila ukuran dan volume tumor tersebut besar maka harus dilakukan dengan teknik implantasi yang bisa meliputi keseluruhan tumor. Pada penelitian ini dirancang teknik implant agar jangkauannya lebih panjang.

Dengan menggunakan DOSxyz_nrc (EGSnrc) sebaran dosis pada model yang dibuat didapatkan. Penelitian ini mengadopsi model 6711 seed I-125. Geometri materi atau bahan ditempatkan pada koordinat yang telah ditentukan agar dapat diketahui serapan dosis yang diterima oleh target dan resiko organ.

Pada kasus model *brachyteraphy* kanker prostat ini, setelah sebaran dosis masing-masing didapatkan selanjutnya hasilnya disimpulkan dalam bentuk kurva isodosis.

Standar yang digunakan untuk menghitung laju dosis disekitar sumber *brachyteraphy* adalah dokumen TG 43. Dokumen TG 43 ini merupakan dokumen untuk memvalidasi model yang didapatkan dengan program EGSnrc.

LANDASAN TEORI/POKOK BAHASAN

Sistem Perencanaan Radiasi Brachyteraphy

Prosedur perencanaan perlakuan *brachyteraphy* pada umumnya terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut :

- Mendefinisikan volume target perencanaan (PTV) dan organ beresiko (OAR)
- Rekonstruksi sumber tertanam atau kateter dan aplikator
- Perhitungan dan optimalisasi distribusi dosis
- Evaluasi distribusi dosis ^[2]

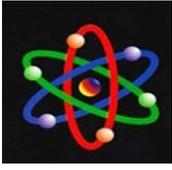
METODE / METODOLOGI

Model Phantom

Model phantom yang dirancang dalam bentuk tiga dimensi, berupa kubus dengan ukuran 8 x 8 x 8 cm. Penggambaran kubus ini dengan membagi elemen voxel (volume elemen) menjadi 40 x 40 x 40, artinya setiap satu voxel dengan voxel lainnya berjarak 0,2. Pada koordinat tersebut ditempatkan prostat dan organ disekitarnya pada koordinat tertentu sebagai penggambaran keadaan sebenarnya.

Egs nrc (DOSxyz_nrc)

Untuk simulasi digunakan sistem Monte Carlo EGS_nrc atau lebih tepatnya dosxyz_nrc. Software ini adalah software gratis untuk kepentingan non komersial.



Pada software dosxyz_nrc ini pengguna dapat menggambarkan geometri, material, spektrum energi dan menentukan jumlah partikel yang akan diberikan pada saat simulasi.

Pada penelitian ini diambil sampel sebanyak 300.000.000 partikel. Penanaman sumber radioaktif I-125 ditanam satu-satu pada koordinat yang telah ditentukan, sedangkan media yang disimulasikan adalah H₂O ICRU700 untuk jaringan sehat disekitar target dan media prostat, bladder (kandung kemih) dan rektum digunakan ICRU700 Tissue. Kemudian dilihat bagaimana penyebaran dosis pada model 6711 yang dibuat.

Dipilihnya media H₂O ICRU700 dan ICRU700 Tissue dalam simulasi karena kedua media memiliki kepadatan (kerapatan) fisik menyerupai prostat dan organ beresiko yang menyerupai anatomi keduanya.^[3]

Brachyteraphy

Brachyteraphy digunakan tidak lama setelah ditemukannya radium oleh Marie dan Perre Currie pada tahun 1898. Pada *brachyteraphy* dosis yang sangat besar dapat diberikan pada tumor tanpa mengakibatkan penerimaan dosis yang besar pada kulit dan jaringan sehat sekitarnya.

Pada *brachyteraphy* distribusi dosis pada volume tumor tidak homogen. Pusat tumor yang dekat dengan sumber radiasi akan menerima dosis yang lebih besar dari bagian tepi tumor. Karena pusat tumor biasanya lebih radioresisten maka keadaan yang demikian justru menjadi keuntungan dalam teknik *brachyteraphy*. Kekurangan teknik ini adalah jangkauannya yang sangat terbatas sehingga tidak bisa dilakukan pada tumor yang besar. Apabila ukuran dan volume tumor tersebut besar maka harus

dilakukan dengan teknik implantasi yang bisa meliputi keseluruhan tumor.^[1]

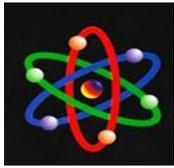
Konsep Dasar Simulasi Monte Carlo

Nama Monte Carlo diciptakan pada tahun 1940 oleh ilmuwan perancang senjata nuklir di Los Alamos untuk membentuk sejumlah metoda perancang senjata nuklir di Los Alamos untuk membentuk sejumlah metoda numerik yang berdasarkan bilangan random. Saat ini, metoda Monte Carlo diketahui digunakan untuk mengatasi permasalahan fenomena fisika dan matematika. Metoda Monte Carlo merupakan metoda yang sangat efektif untuk melakukan proses simulasi yang bersifat stokastik, seperti penyebaran polutan, fenomena transport, difusi, radioaktivitas dan sebagainya.

Simulasi Monte Carlo untuk transport partikel dapat dibedakan menjadi beberapa bagian seperti bagian sumber, bagian pelacakan jalannya partikel di bahan (*tracking*), bagian identifikasi jenis reaksi, bagian hamburan, dan bagian terminasi (Stabin. M., dkk, 2003). EGSnrc (Electron Gamma Shower) merupakan salah satu software yang mengaplikasikan konsep dasar ini.

EGSnrc merupakan suatu sistem kode komputer yang menggunakan simulasi Monte Carlo sebagai transport dari partikel elektron dan foton dalam berbagai geometri. EGSnrc digunakan untuk mengikuti jejak partikel dengan menghitung kemungkinan partikel berpindah dari satu jejak ke jejak lainnya. Dalam berpindah dari satu jejak ke jejak lainnya ini EGSnrc dapat menentukan interaksi foton dengan materi atau bahan, seperti hamburan Compton, efek foto listrik, atau produksi pasangan. Metoda yang digunakan oleh EGSnrc menyelesaikan semua fenomena ini adalah metoda Monte Carlo.

Dosxyz_nrc adalah bagian program EGSnrc yang memiliki fungsi untuk

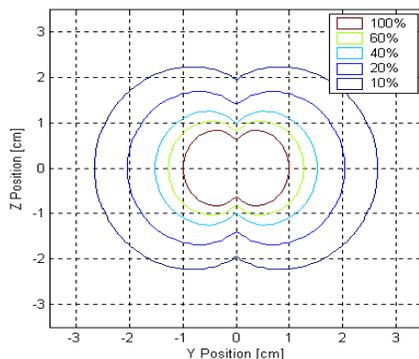


mensimulasikan suatu penyinaran radiologi. Materi tersusun dari elemen voxel dengan koordinat x , y , z . Untuk dapat mensimulasikan suatu penyinaran dengan baik, ada tiga komponen pokok yang mesti dipahami :1) pengaturan input model materi, 2) sumber sinar dan 3) parameter EGSnrc.

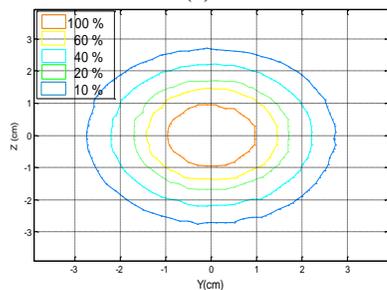
HASIL DAN PEMBAHASAN

Validasi Model dengan Standar Task Group (TG 43)

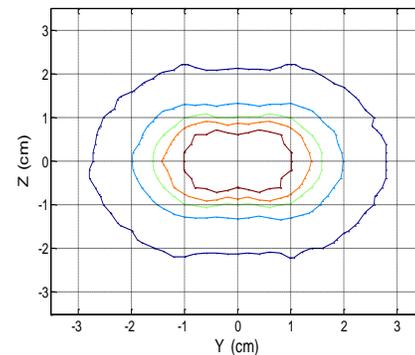
Standar yang digunakan untuk menghitung laju dosis disekitar sumber brachyteraphy adalah dokumen TG 43. Berikut dibandingkan kurva isodosis dari TG 43 dengan salah satu kurva isodosis yang didapatkan dari model.



(a)



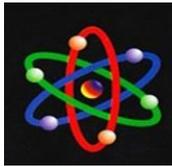
(b)



(c)

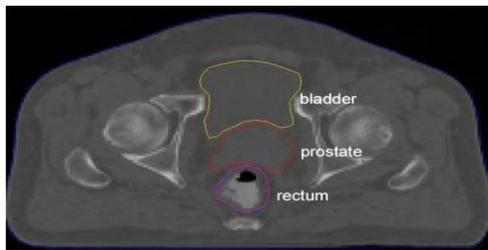
Gambar 3. (a). Kurva Isodosis seed I.125 model 6711 dihitung oleh protocol TG 43 (b). Kurva Isodosis seed I. 125 model 6711 phantom air tanpa Ti dihitung dengan dosxyz_nrc MonteCarlo (c). Kurva Isodosis seed I. 125 model 6711 phantom air dengan Ti dihitung dengan dosxyz_nrc MonteCarlo
Sumber : (a). Badrigan dari Dokumen TG43 (b) dan (c) Data penelitian.

Sebagai perbandingan pada gambar (a) adalah kurva isodosis dari TG 43 yang dijadikan kurva pembanding, sedangkan gambar (b) adalah kurva isodosis yang didapatkan dari sebaran dosis pada model hasil simulasi dosxyznrc. Kedua metoda ini menggunakan spektrum I-125. Kedua gambar tersebut menunjukkan hasil yang hampir sama antara kurva isodosis pada protokol TG 43 dengan simulasi MonteCarlo. Dilakukan pembandingan dengan protokol TG 43 ini bertujuan agar model yang dibuat ini layak untuk dinalisis lebih lanjut. Pada gambar IV.3 (c) kurva isodosis yang menggunakan spektrum I. 125 model 6711 full artinya sesuai dengan desain aslinya. Pada kurva isodosis yang didapatkan memiliki sebaran dosis yang hampir sama, hanya saja kurang melebar dibagian bawahnya, hal ini peneliti duga karena voxel yang digunakan tidak terlalu besar. Dalam penelitian ini hanya digunakan voxel berukuran $40 \times 40 \times 40$. Dengan panjang phantom $8 \times 8 \times 8$ cm.



Hasil *Treatment Planning System* *Brachytherapy*

Bentuk model ini didasarkan pada bentuk kanker yang diambil dari referensi. Pada penelitian ini diambil data sekunder kanker prostat menggunakan pencitraan CT seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2. Pencitraan CT dari prostat. Sumber : Widita. R., Thesis Doctoral

Berdasarkan gambar CT yang didapatkan dirancang *treatment planning system* dengan memperhatikan ukuran target, organ at risk, dan jaringan sehat yang berada disekitar gambar CT tersebut.

Hasil dari pengolahan data CT dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Hasil *Treatment Planning System* Data Pencitraan CT Kanker Prostat

No	Nama Anatomi	Medium	Volume (cm ³)	Jarak (x,y,z) (cm)	Jarak Voxel
1	Bladder (Kandung Kemih)	ICRU700 Tissue	2 x 2 x 2	x = 2 - 4,	x = 31 - 40
				y = 0 - 2,	y = 21 - 30
				z = 2 - 4,	z = 31 - 40
2	Prostat	ICRU700 Tissue	4 x 4 x 4	x = - 2 - 2,	x = 11 - 30
				y = - 2 - 2,	y = 11 - 30
				z = - 2 - 2,	z = 11 - 30
3	Rektum	ICRU700 Tissue	1 x 1 x 1	x = - 4 - 3,	x = 1 - 5
				y = 0 - 1,	y = 21 - 25
				z = 0 - 1,	z = 21 - 25
4	Jaringan sehat sekitar phantom	ICRU700 H ₂ O	40 x 40 x 40	x = - 4 - 4,	x = 1 - 40
				y = - 4 - 4,	y = 1 - 40
				z = - 4 - 4,	z = 1 - 40

Berdasarkan tabel 1. Dapat dilihat bahwa untuk bladder (kandung kemih) sebagai organ at risk (OAR) di rancang dengan ukuran volume 2x2x2 cm², jarak yang dirancang pada program egsnrc pada sumbu x = (2-4) cm, y=(0-2) cm, dan z=(2-4)cm. Pada jarak voxel dirancang letak bladder ini

pada phantom sebesar: x=(31-40) voxel, y=(21-30) voxel dan z=(31-40) voxel.

Untuk target (kanker prostat) dirancang volume dengan ukuran 4x4x4 cm², jarak untuk rancangan egsnrc pada sumbu x=(-2-2) cm, y=(-2-2) dan z=(-2-2) cm. Untuk jarak voxel pada phantom dirancang dengan ukuran x=(11-30), y=(11-30) dan z=(11-30).

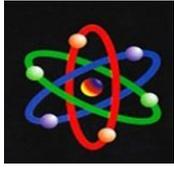
Untu OAR lainnya (Rektum) dirancang volume 1x1x1 cm², jarak untuk rancangan egsnrc pada sumbu x=(-4,-3), y=(0-1), dan z=(0-1). Untuk jarak voxel pada phantom di rancang dengan ukuran x=(1-5) cm, y=(21-25) cm dan z=(21-25) cm.

Pada jaringan sehat, dirancang volume sebesar : 40x40x40 cm². Jarak untuk rancangan egsnrc pada sumbu x=(-4,4) cm, y=(-4-4) cm, dan z=(-4-4) cm. Untuk jarak voxel pada phantom dirancang dengan ukuran x=(1-40), y=(1-40) dan z=(1-40).

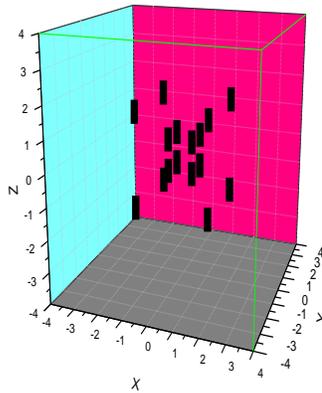
Dipilihnya medium ICRU 700 H₂O (air) sebagai medium yang paling tepat mewakili jaringan sehat di sekitar target, sedangkan anatomi prostat, kandung kemih dan rectum diwakili oleh medium ICRU 700 Tissue. Tujuan utama pemilihan media ini adalah agar model yang dibuat mendekati keadaan anatomi prostat dan jaringan sehat disekitarnya.

Seed I-125 ditanam pada jarak 0,5 cm, 1 cm, dan 1,5 cm dari pusat phantom (0,0,0) cm. Variasi jarak penanaman seed ini dilakukan bertujuan melihat pengaruh jarak seed terhadap sebaran dosis pada materi atau bahan disekitar model yang terdiri dari prostat, bladder, rektum dan jaringan sehat. Dalam penelitian ini perlakuan yang diberikan antara lain:

Gabungan enambelas seed I-125 model 6711 yang ditanam pada jarak yang berfariasi yaitu delapan seed I-125 model 6711 pada jarak 0,5 cm dan delapan seed I-125 model 6711 pada jarak 1,5 cm,



kemudian dilihat sebaran dosis yang terjadi pada geometri phantom.



Gambar 1. Model phantom dengan posisi gabungan enam belas seed pada koordinat yang bervariasi

KESIMPULAN

Treatment planning system yang telah dirancang adalah bentuk real dari keadaan kanker prostat yang didapatkan dari pencitraan CT. Membuat rancangan yang tepat untuk perencanaan perlakuan brachytherapy adalah kegiatan yang mutlak yang wajib dilakukan agar penanganan kanker prostat dengan teknik Brachytherapy dapat dengan baik dilakukan.

Informasi medis pasien, teknik penyinaran, simulasi dan verifikasi, serta perhitungan dosis yang tepat adalah bagian terpenting yang Fisikawan Medis lakukan agar penanganan kanker tepat sasaran. Dalam perencanaan acuan untuk kebenaran dosis yang diberikan adalah hal yang sama mutlak. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan acuan menggunakan TG 43, sebagaimana standar resmi yang digunakan untuk kegiatan radioterapi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat diselesaikan tepat waktu, atas kerjasama yang baik tersebut saya ucapkan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Badragan, I and Sterian P., Space Phase Characteristic of A Typical I-125 Brachy Seed, Modelled By Monte Carlo Techniques. U.P.B Sci. Bull, Series A, Vol 71. 4. 81-88. 2009.
- Baltas. D and Zamboglou. N., 2D and 3D Planning in Brachytherapy, Springer, USA, 2006.
- Stabin, M and Zaidi H., Monte Carlo for use in therapeutic nuclear medicine. Institute of Physics Publishing. 133-153, 2003.
- Junios., Pengaruh Jumlah Seed Terhadap Distribusi Dosis I.125 Brachyseed pada Model Kanker Prostat dengan Dose Volume Histogram. Vol. I No.34. 83-92.2013, 2013.
- Junios., Kariman D., Optimalisasi Perlakuan Tumor dalam Perencanaan Pelaksanaan Brachytherapy, SKN., Bapeten RI. 199-202, 2015