

Analisis Pengaruh Variasi Sudut *Wedge* Pada *Treatment Planning System* Kasus Kanker Laring

Eunike Winda Ayusari

Program Studi Fisika Fakultas Sains Teknologi Dan Matematika –
Universitas Matana

e-mail: eunikeayusari@gmail.com

Taat Guswantoro

Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan – Universitas
Kristen Indonesia

e-mail: taat.guswantoro@uki.ac.id

ABSTRACT

Treatment Planning System (TPS) is a computerized radiation therapy treatment plan using special software with the aim of maximizing the dose to the target (cancer) and minimizing the dose to the surrounding normal tissue. One way to minimize radiation dose to healthy tissue is to create a homogeneous distribution of radiation dose in areas with uneven surfaces such as the neck by utilizing a wedge filter. Researchers compared the results of TPS with varying wedge angles ranging from 15°, 30°, 45°, and 60° and assessed the effectiveness against cancer based on the isodose curve, in cases of laryngeal cancer. From the results of this comparison, the use of a 15o wedge is considered less effective because the radiation dose distribution does not cover the entire larynx. The use of a 30o wedge is considered effective because the maximum radiation dose distribution covers the entire larynx. The use of a 45o wedge is considered ineffective because the maximum radiation dose distribution is found in almost all organs in the neck. The use of a 60o wedge is considered ineffective because the dose distribution in the neck has a radiation dose of above 110% or even 125%. From the results of the comparison of wedge angle variations, an angle of 30o is considered the most effective so that it can be used for implementing the Treatment Planning System in the field.

Keywords: *Laryngeal Cancer, Treatment Planning System, Wedge, Radiotherapy.*

ABSTRAK

Treatment Planning System (TPS) merupakan perencanaan pengobatan terapi radiasi yang dilakukan secara terkomputerisasi menggunakan software khusus dengan tujuan memaksimalkan dosis pada target (kanker) serta meminimalisir dosis pada jaringan normal disekitarnya. Salah satu cara untuk meminimalisir dosis radiasi pada jaringan sehat adalah membentuk distribusi dosis radiasi yang homogen pada area yang permukaannya tidak rata seperti leher dengan memanfaatkan penggunaan wedge filter. Peneliti membandingkan hasil TPS dengan variasi sudut wedge mulai dari sudut 15°, 30°, 45°, dan 60° serta menilai efektivitas terhadap kanker berdasarkan kurva isodosisnya, pada kasus kanker laring. Dari hasil perbandingan tersebut, penggunaan wedge 15° dinilai kurang efektif karena distribusi dosis radiasi tidak mencakup keseluruhan bagian laring. Penggunaan wedge 30° dinilai efektif karena distribusi dosis radiasi maksimalnya mencakup keseluruhan bagian laring. Penggunaan wedge 45° dinilai tidak efektif karena distribusi dosis radiasi maksimal terdapat pada hampir seluruh organ yang berada bagian leher. Penggunaan wedge 60° dinilai tidak efektif karena distribusi dosis pada bagian leher memiliki dosis radiasi diatas 110% bahkan mencapai 125%. Dari hasil perbandingan variasi sudut wedge, sudut sebesar 30° dinilai paling efektif sehingga dapat digunakan untuk pelaksanaan Treatment Planning System di lapangan.

Kata Kunci: *Kanker Laring, Treatment Planning System, Wedge, Radioterapi.*

LATAR BELAKANG

Teknik 3DCRT merupakan teknik pendekatan dalam terapi radiasi yang melibatkan proses perencanaan dan pelaksanaan radioterapi berdasarkan data citra tiga dimensi, di mana pola penyinaran disesuaikan dengan bentuk target radiasi yang sesuai dengan struktur jaringan target (Rizkiyah dkk., 2023). *Treatment Planning System* merupakan perencanaan pengobatan terapi radiasi yang dilakukan secara terkomputerisasi menggunakan *software* khusus dengan tujuan memaksimalkan dosis pada target (kanker) serta meminimalisir dosis pada jaringan normal disekitarnya (Farhiyati dkk., 2020). Dalam perancangan *Treatment Planning System* (TPS), terdapat berbagai teknik yang dapat digunakan untuk memaksimalkan dosis pada target. Teknik 3DCRT merekonstruksi hasil citra secara tiga dimensi untuk mengetahui letak dan volume organ sehingga dosis radiasi dapat maksimal pada target serta memperhitungkan dosis radiasi pada jaringan sehat disekitarnya (Farhiyati dkk., 2020).

Tujuan utama dari terapi radiasi eksternal adalah memaksimalkan dosis radiasi pada target dan meminimalisir dosis radiasi pada jaringan sehat disekitarnya. Faktor - faktor yang mempengaruhi hasil terapi radiasi adalah jenis tumor, ukuran tumor, posisi tumor, serta keakuratan perhitungan dosis radiasi yang diberikan ke tumor. Terapi radiasi dapat dikombinasikan dengan pembedahan maupun kemoterapi untuk mematikan sel tumor dengan maksimal agar meminimalisir risiko kambuhnya tumor tersebut dalam jangka panjang serta meningkatkan kualitas hidup pasien. Prosedur pembedahan dapat dilakukan untuk memperkecil volume tumor dan dikombinasikan dengan terapi radiasi eksternal untuk menghancurkan residu sel tumor (Selmani dkk., 2019).

Fisikawan medik berperan penting dalam perencanaan terapi radiasi dengan menentukan arah penyinaran radiasi dan mempertimbangkan penggunaan *wedge* saat melakukan perhitungan *Treatment Planning System*. Berbagai metode dan teknik dilakukan untuk meminimalisir dosis radiasi pada jaringan sehat sekitar sel tumor, salah satu cara untuk meminimalisir dosis radiasi pada jaringan sehat adalah membentuk distribusi dosis radiasi yang homogen pada area yang permukaannya tidak rata seperti leher dengan memanfaatkan penggunaan *wedge filter*. Umumnya, *wedge filter* terbuat dari bahan yang memiliki kepadatan yang tinggi (baja tahan karat, timbal, atau paduan tungsten) berbentuk prisma segitiga siku - siku yang mempunyai daya serap yang tinggi terhadap radiasi pengion. Pemakaian *wedge filter* ditujukan untuk mengoptimalkan distribusi dosis yang diterima

pasien sehingga bentuk dari kurva isodosisnya akan termodifikasi (Purwaningrum dkk., 2023).

Penelitian ini akan membahas perancangan *Treatment Planning System* menggunakan teknik 3DCRT dan menganalisa setiap variasi sudut *wedge* berdasarkan kurva isodosi, sehingga dapat ditentukan sudut *wedge* yang paling efektif untuk *treatment planning* pasien kanker laring.

KAJIAN TEORITIS

Radioterapi

Salah satu modalitas yang sering diterapkan dalam pengobatan radioterapi adalah *Linear Accelerator* (LINAC). LINAC merupakan perangkat teleterapi yang menggunakan sumber radiasi pada jarak tertentu dari tubuh pasien untuk dengan tujuan membunuh sel kanker. Perangkat LINAC dirancang untuk mempercepat pergerakan elektron secara linier serta menerapkan berbagai teknik penyinaran radiasi, seperti teknik dua dimensi (2D), *Three Dimensional Conformal Radiotherapy* (3DCRT), *Intensity Modulated Radiation Therapy* (IMRT), dan *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT) (Fardela dkk., 2023).

Teknik 3DCRT merupakan teknik pendekatan dalam terapi radiasi yang melibatkan proses perencanaan dan pelaksanaan radioterapi berdasarkan data citra tiga dimensi, di mana pola penyinaran disesuaikan dengan bentuk target radiasi yang sesuai dengan struktur jaringan target. Sebelum menjalani prosedur radioterapi, pasien akan menjalani prosedur CT-Simulator dan hasil citra digitalnya akan diolah menggunakan *Treatment Planning System* (TPS). Dalam perencanaan radioterapi yang menggunakan teknik 3DCRT, penetapan area yang akan diradiasi dilakukan dengan mempertimbangkan dosis radiasi pada organ - organ sehat yang perlu diminimalisir. Area ini melibatkan *Gross Target Volume* (GTV), *Clinical Target Volume* (CTV), dan *Planning Target Volume* (PTV), dengan distribusi dosis yang disesuaikan sesuai arah penyinaran serta mempertimbangkan area *Organ At Risk* (OAR) (Rizkiyah dkk., 2023).

Laring

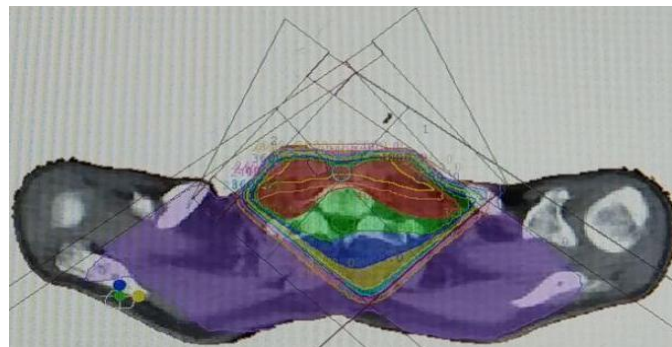
Laring atau dikenal juga kotak suara berperan dalam menghasilkan suara dan sebagai saluran udara antara faring dan trakea. Laring terdiri dari sembilan bagian tulang rawan yang terhubung oleh ligamen. Tulang rawan terbesar pada laring adalah tulang rawan tiroid. Epiglotis merupakan tulang rawan yang berada paling atas yang berfungsi untuk menutup laring saat menelan. Pita suara berada di kedua sisi glotis yang memungkinkan udara masuk dan keluar saat bernapas. Saat manusia sedang berbicara, maka otot-otot laring akan menarik

pita suara dan udara yang dihembuskan akan menggetarkan pita suara untuk menghasilkan suara yang dapat diubah menjadi ucapan (Scanlon & Sanders, 2007).

METODE

Penelitian ini menggunakan teknik 3DCRT dalam pembuatan *Treatment Planning System* dan di dukung dengan *software* MONACO. Selain itu, peneliti akan membandingkan variasi sudut *wedge* pada *Treatment Planning System* yang telah dirancang dengan sudut – sudut yang akan dibandingkan sebesar 15°, 30°, 45°, dan 60°.

Hal pertama yang dilakukan dalam pembuatan *Treatment Planning System* adalah menentukan berkas radiasi yang akan digunakan dalam pengobatan terapi radiasi. Pada kasus kanker laring, berkas radiasi yang digunakan adalah foton dengan energi yang dipakai sebesar 6 MV. *Treatment* menggunakan teknik SAD (*Source Axis Distance*) dengan lapangan asimetris. Pengerjaan terapi radiasi pada pasien kanker laring dilakukan sebanyak 50x2, artinya fraksinasi sebanyak 25 kali dengan dosis 2 Gray/hari. Berdasarkan hasil anamnesis dokter spesialis onkologi radiasi, total dosis yang akan diterima oleh pasien sebesar 50 Gy. Setelah pasien mencapai total dosis 40 Gy, maka akan dilakukan blok MS (*Medula Spinalis*) karena maksimal dosis yang dapat diterima oleh medula spinalis sebesar <45 Gy.



Gambar 1. Lembar Kurva Isodosis *Treatment Planning System*

Gambar yang ditunjukkan pada gambar 1 merupakan gambar kurva isodosis dari hasil perhitungan *Treatment Planning System*. Kurva isodosis tersebut menggambarkan titik *hotspot* yang dipengaruhi oleh sudut *gantry* dan *wedge* sehingga dapat terlihat distribusi dosis radiasi pada wilayah target dan organ disekitarnya. Beberapa area dalam kurva isodosis ditandai dengan berbagai warna yang menunjukkan distribusi dosis radiasi yang diterima pada area - area tertentu.

- a. Warna coklat tua menunjukkan distribusi dosis pada area tersebut sebesar 4280 cGy.
- b. Warna merah menunjukkan distribusi dosis pada area tersebut sebesar 4000 cGy.
- c. Warna hijau menunjukkan distribusi dosis pada area tersebut sebesar 3800 cGy.
- d. Warna biru tua menunjukkan distribusi dosis pada area tersebut sebesar 3600 cGy.

- e. Warna kuning menunjukkan distribusi dosis pada area tersebut sebesar 3200 cGy.
- f. Warna biru muda menunjukkan distribusi dosis pada area tersebut sebesar 2800 cGy.
- g. Warna ungu tua menunjukkan distribusi dosis pada area tersebut sebesar 2400 cGy.
- h. Warna coklat muda menunjukkan distribusi dosis pada area tersebut sebesar 2000 cGy.
- i. Warna ungu muda menunjukkan distribusi dosis pada area tersebut sebesar 1000 cGy.

Tabel 1. Statistik *Dose-Volume Histograms*

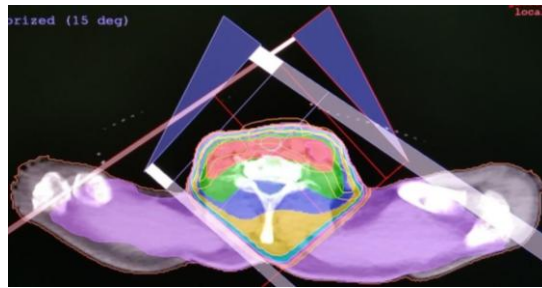
<i>Structure</i>	<i>Volume (cc)</i>	<i>Goal Type</i>	<i>Goal Dose (cGy)</i>	<i>Actual</i>
Tumor	15,77	<i>Max Dose</i>	4000	4104 cGy
<i>Spinal cord</i>	19,97	<i>Max Dose</i>	4000	3876 cGy
Tiroid kanan	8,23	<i>OAR Mean</i>	2600	3996 cGy

Tabel yang ditunjukkan pada tabel 1 merupakan hasil perhitungan DVH (*Dose-Volume Histograms*) secara statistik. Pada kasus kanker laring, terlihat pada tabel perhitungan distribusi dosis pada setiap organ, baik pada wilayah target maupun wilayah *Organ At Risk* (OAR). Perhitungan dosis pada setiap organ bergantung pada volume organ yang diperhitungkan dan berdasarkan tabel *Dose Volume Histogram Limits* dengan dosis radiasi pada target mencapai minimal 95% dan maksimal 107% dari total dosis yang diperhitungkan. Tabel Statistik *Dose-Volume Histograms* mendeskripsikan perbandingan antara dosis yang ditargetkan dengan dosis aktual di lapangan. Pada area tumor yang bervolume 15,77 cc, memiliki target penyinaran tipe dosis maksimal sebesar 4000 cGy dengan dosis aktual di lapangan sebesar 4104 cGy. Sedangkan, area tiroid kanan yang bervolume 8,23 cc memiliki target penyinaran tipe *OAR Mean* sebesar 2600 cGy dengan dosis aktual di lapangan sebesar 3996 cGy. Hal ini wajar terjadi jika dosis radiasi yang diterima oleh area tiroid cukup besar karena bagian leher merupakan bagian tubuh manusia yang memiliki banyak *Organ At Risk* (OAR).

HASIL

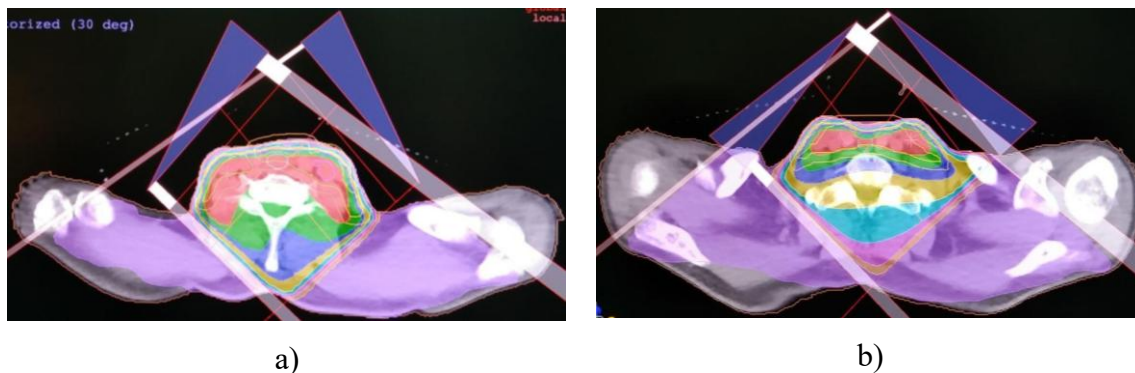
Pada pasien kasus kanker laring, arah penyinaran radiasi diberikan dengan dua arah *oblique*, yaitu LAO (*Left Anterior Oblique*) dan RAO (*Right Anterior Oblique*). Selain itu, dalam perhitungan *Treatment Planning System* terdapat penambahan *wedge* untuk memaksimalkan dosis radiasi pada daerah penyinaran agar dosis radiasi terdistribusi secara merata di daerah *Planning Target Volume* (PTV). Sudut *wedge* yang dipakai dalam terapi radiasi pasien kanker laring sebesar 30° berdasarkan kurva isodosis dan disesuaikan dengan

lokasi tumor yang ingin diradiasi. Berikut adalah variasi sudut *wedge* yang diterapkan dalam perhitungan *Treatment Planning System* beserta penjelasan yang diuraikan sebagai berikut.



Gambar 3. Kurva isodosis dengan sudut *wedge* 15°

Pada gambar kurva isodosis dengan sudut *wedge* 15°, terlihat pada bidang axial bahwa distribusi dosis radiasi sebesar 4000 cGy tidak mencakup keseluruhan bagian laring, namun hanya terdistribusi pada bagian depan laring dengan kedalaman mendekati permukaan kulit sehingga pemakaian *wedge* dengan sudut 15° dianggap kurang efektif untuk mematikan tumor pada laring secara keseluruhan.

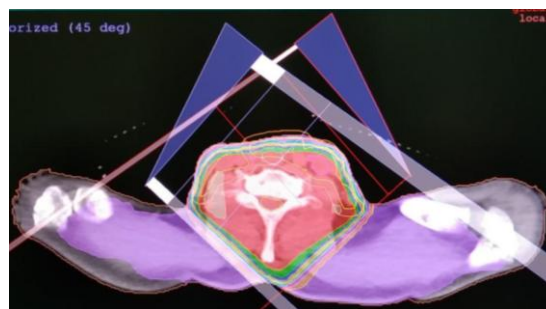


Gambar 4. Kurva isodosis dengan sudut *wedge* 30°

a) Kurva isodosis dengan sudut *wedge* 30° (bagian *Toe* menghadap pasien) b) Kurva isodosis dengan sudut *wedge* 30° (bagian *Toe* berlawanan arah dengan pasien)

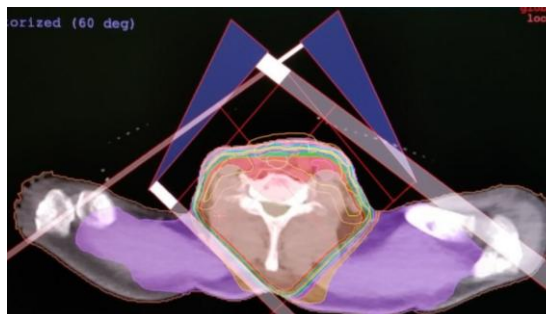
Kedua gambar kurva isodosis dengan sudut *wedge* 30° dapat dibandingkan dengan mengamati kurva isodosis dan distribusinya. Hal yang membedakan di antara kedua gambar tersebut adalah ketebalan *wedge* yang berbeda di mana *wedge* pada gambar (a) dan (b) merupakan keterbalikan satu sama lain. Pada gambar (a), terlihat penggunaan sudut *wedge* sebesar 30° terhadap hasil distribusi dosis radiasi maksimalnya mencakup keseluruhan bagian laring ketika bagian *Toe motorized wedge* menghadap pasien. Distribusi dosis radiasi pada laring dan organ sehat disekitarnya akan cukup besar mengingat bagian leher merupakan bagian tubuh yang memiliki banyak OAR sehingga penggunaan *wedge* pada gambar (a) akan jauh lebih efektif untuk digunakan dalam perencanaan terapi radiasi.

Pada gambar (b), terlihat penggunaan sudut *wedge* sebesar 30° terhadap hasil distribusi dosis radiasi maksimalnya hanya mencakup bagian laring yang dekat permukaan kulit saja ketika bagian *Toe motorized wedge* berlawanan arah dengan pasien sehingga dinilai kurang efektif untuk perencanaan pengobatan terapi radiasi kedepannya. Oleh karena distribusi dosis radiasi maksimalnya hanya terdapat di area depan laring, maka dosis radiasi yang akan diterima pada bagian belakan laring cukup rendah berkisar antara 3600 cGy sampai dengan 1000 cGy. Walaupun begitu, penggunaan *wedge* pada gambar (b) tetap tidak dapat digunakan karena dinilai kurang efektif untuk mematikan tumor pada laring sehingga kurva isodosis pada gambar (a) lebih cocok digunakan untuk perencanaan terapi radiasi kedepannya dibandingkan kurva isodosis pada gambar (b).



Gambar 5. Kurva isodosis dengan sudut *wedge* 45°

Pada gambar kurva isodosis dengan sudut *wedge* 45° , terlihat bahwa kurva isodosis dengan distribusi dosis radiasi maksimal terdapat pada hampir seluruh organ yang berada bagian leher dan terdapat distribusi dosis radiasi yang mencapai 110% bahkan lebih dari batas maksimal toleransi yang diperbolehkan. Artinya, penggunaan variasi sudut *wedge* sebesar 45° dinilai tidak mungkin untuk diterapkan dalam perencanaan terapi radiasi karena dosis radiasi yang terlalu besar pada organ sehat di sekitar laring dan berpotensi lebih besar membahayakan pasien karena distribusi dosis radiasi yang terlampaui tinggi.



Gambar 6. Kurva isodosis dengan sudut *wedge* 60°

Pada gambar kurva isodosis dengan sudut *wedge* 60° , terlihat bahwa hampir keseluruhan kurva isodosis pada bagian leher memiliki distribusi dosis radiasi diatas 110%

bahkan dapat lebih jauh dari 110% atau berkisar 125% dari dosis radiasi maksimal yang dapat ditoleransi atau diperbolehkan. Penggunaan sudut *wedge* 60° tidak mungkin digunakan untuk perencanaan pengobatan terapi radiasi pasien kanker laring karena distribusi dosis radiasi yang sangat tinggi dan membahayakan keselamatan pasien.

KESIMPULAN

Hasil dari perbandingan variasi sudut *wedge* mulai dari 15°, 30°, 45°, 60° beserta penjelasan yang telah dijabarkan, dapat disimpulkan bahwa variasi sudut *wedge* yang akan dipakai adalah sebesar 30° dengan bagian *Toe motorized wedge* menghadap pasien karena kurva isodosis yang mencakup seluruh bagian laring dan distribusi dosis radiasi yang berada dalam batas toleransi yang diperbolehkan sehingga pelaksanaan terapi radiasi pada pasien dapat dilakukan sesuai hasil variasi sudut *wedge* yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fardela, R. et al. (2023). *Analisis Dosis OAR Pada Radioterapi Kanker Payudara Sinistra Di Rumah Sakit Universitas Andalas*. Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA, 9(2), 112-123.
- Farhiyati, W. et al. (2020). *TREATMENT PLANNING SYSTEM (TPS) KANKER PAYUDARA MENGGUNAKAN TEKNIK 3DCRT*. ORBITA. Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika, 6(1), 150-154.
- Purwaningrum, N. P. D. et al. (2023). *Wedge Filter Variation on Wedge Factor in Patients Cancer Breast in Sub Installation Radiotherapy RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah*. Asian Journal of Medicine and Health, 21(10), 233-240.
- Rizkiyah, N. et al. (2023). *Peranan metode hipofraksinasi pada radioterapi dengan kasus kanker payudara*. Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 1(10), 1153-1166.
- Scanlon, V. C. & Sanders T. (2007). *Essentials of Anatomy and Physiology (Fifth ed.)*. USA: F. A. Davis Company. ISBN-13: 978-0-8036-1546-5.
- Selmani, I., & Malkaj, P. (2019). *The assessment of dependence of wedge factor from the size of radiation field*. doi:10.1063/1.5091381.