

EVALUASI DOSIS FOTON PADA PASIEN KANKER REKTUM DENGAN TEKNIK 3DCRT DAN IMRT

Gabriella Novinda¹, Gregoria Illya²

Universitas Matana, Indonesia^{1,2}

Gabriella.novinda@student.matanauniversity.ac.id

Abstract: Photon Dose Evaluation in Rectal Cancer Patients With 3DCRT And IMRT Techniques. Rectal cancer is one of the deadliest cancers in Indonesia. Treatment of rectal cancer is often done with radiotherapy. External radiotherapy of rectal cancer uses linac which has several methods of irradiation. This study aims to determine the distribution of photon doses through the Conformity Index (CI) and Homogeneity Index (HI) values as well as the doses received by healthy tissue around cancer tissue. This study also aimed to compare the 3DCRT technique with IMRT on external radiotherapy. Making treatment planning using Xi-O Treatment Planning System software. In this study, with the 3DCRT technique, HI values of 0.084 ± 0.017 and CI of 0.98 ± 0.02 , while with the IMRT technique, HI values of 0.099 ± 0.028 and CI of 0.96 ± 0.03 were produced. Based on HI and CI analysis, it was found that the 3DCRT technique was better than IMRT in the treatment of rectal cancer but not significantly. Meanwhile, the IMRT bowelbag technique has a lower average dose compared to the 3DCRT method and the results are significant. In bladder and femoral tissues, the IMRT technique is better than the 3DCRT technique but is not significant.

Keywords: 3DCRT;IMRT;rectal cancer;TPS

Abstrak: Evaluasi Dosis Foton pada Pasien Kanker Rektum dengan Teknik 3DCRT dan IMRT. Kanker rektum merupakan salah satu kanker mematikan di Indonesia. Pengobatan kanker rektum sering dilakukan dengan radioterapi. Radioterapi eksternal kanker rektum menggunakan linac yang memiliki beberapa teknik penyinaran. Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui distribusi dosis foton melalui nilai *Conformity Index* (CI) dan *Homogeneity Index* (HI) serta dosis yang diterima oleh jaringan sehat disekitar jaringan kanker. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi teknik 3DCRT dengan IMRT pada radioterapi eksternal. Pembuatan treatment planning menggunakan *software Treatment Planning System Xi-O*. Pada penelitian ini, dengan teknik 3DCRT dihasilkan nilai HI $0,084 \pm 0,017$ dan CI sebesar $0,98 \pm 0,02$, sedangkan dengan teknik IMRT dihasilkan nilai HI sebesar $0,099 \pm 0,028$ dan CI sebesar $0,96 \pm 0,03$. Berdasarkan analisis HI dan CI didapatkan bahwa teknik 3DCRT lebih baik daripada IMRT dalam pengobatan kanker rektum namun tidak signifikan. Sementara itu, pada teknik IMRT bowelbag memiliki dosis rata rata lebih rendah dibandingkan dengan teknik 3DCRT dan hasilnya signifikan. Pada jaringan bladder

dan femoral, teknik IMRT lebih baik daripada teknik 3DCRT namun tidak signifikan.

Kata kunci: 3DCRT; IMRT; Kanker Rektum; TPS

PENDAHULUAN

Kanker merupakan penyakit yang disebabkan oleh perkembangan sel abnormal yang tidak terkendali. Tumor dapat bermetastasis ke bagian lain melalui kelenjar getah bening (Güngör dkk., 2014). Pada tahun 2020, terdapat 16.059 jiwa mengidap kanker rektum dengan kematian 8.342 jiwa di Indonesia (WHO, 2020). Kanker rektum dapat disebabkan oleh polip, faktor genetik, diet, gaya hidup, dan usia (Trisna dkk., 2020).

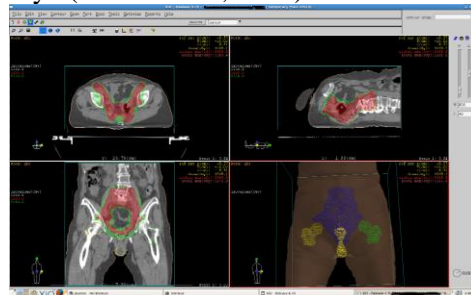
Pengobatan kanker rektum dapat dilakukan dengan menggunakan kemoterapi, radioterapi, dan pembedahan. Radioterapi merupakan salah satu modalitas pengobatan kanker dengan menggunakan radiasi pengion untuk menghancurkan sel kanker (Vanya, 2023). Radioterapi merupakan teknik pengobatan kanker yang dapat dilakukan pada saat pasien telah melakukan pembedahan maupun tidak melakukan pembedahan (Agustiana, 2022).

Pengobatan dengan radioterapi dapat dilakukan secara eksternal dan internal. Radioterapi internal merupakan modalitas terapi radiasi dengan memasukkan sumber radiasi ke dalam tubuh dan menempatkannya sedekat mungkin dengan tumor. Radioterapi eksternal merupakan teknik radiasi dengan memancarkan radiasi dari luar tubuh. Radiasi eksternal untuk pengobatan kanker rektum dapat menggunakan *Linear Accelerator* (LINAC) maupun Cobalt-60 (Suharmono dkk., 2020).

Linac merupakan salah satu alat radioterapi yang dapat menghasilkan dua berkas keluaran, yaitu elektron dan foton. Elektron digunakan untuk jaringan tumor yang berada di permukaan kulit, sementara foton digunakan pada jaringan tumor yang berada lebih dalam. Penggunaan jenis energi dan besar energi disesuaikan dengan lokasi tumor sesuai dengan karakteristik dari setiap energi tersebut. Linac memiliki prinsip mempercepat partikel bermuatan sepanjang lintasan lurus sehingga

dihasilkan radiasi berenergi tinggi (Podgorsak, 2005).

Linac dilengkapi dengan *Treatment Planning System* (TPS) yang digunakan untuk merancang perencanaan terapi radiasi (Effina, 2021). TPS dapat menampilkan hasil dari perencanaan radioterapi berdasarkan parameter yang diberikan gambar 1. Parameter yang diberikan adalah jumlah *beam*, arah *gantry*, energi radiasi, jenis *beam*, preskripsi dosis dan lainnya (Suriani dkk., 2022).



Gambar 1. *Treatment Planning System* XiO Kanker Rektum (sumber: Novinda, 2024)

Linac dilengkapi dengan MLC atau *Multi-Leaf Collimator* yang digunakan untuk melindungi jaringan sehat yang berada disekitar jaringan tumor. MLC dapat membuat area radiasi menyerupai dengan bentuk jaringan tumor. Oleh karena itu, dosis radiasi yang diterima oleh OAR akan lebih sedikit dan akan terpusat di jaringan tumor.

Linac memiliki beberapa teknik penyinaran, diantaranya adalah *3-Dimension Conformal Radiotherapy* (3DCRT), *Intensity Modulated Radiotherapy* (IMRT), dan *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT). RS XYZ memiliki dua teknik penyinaran yaitu 3DCRT dan IMRT. Teknik 3DCRT dan IMRT digunakan pada berbagai kasus kanker rektum di RS XYZ.

3DCRT merupakan teknik penyinaran *forward planning*, dimana pada penyinaran ini optimisasi dari *planning* dilakukan secara manual oleh fisikawan medik (Satiti, 2020). Optimisasi yang dilakukan ialah dengan

menentukan pembobotan dan segmentasi untuk setiap *beam* serta mengatur pergerakan MLC (*Multi-Leaf Collimator*). Keberhasilan radioterapi dengan menggunakan teknik 3DCRT dipengaruhi oleh pengalaman dan keterampilan dari fisikawan medik.

IMRT merupakan teknik penyinaran *inverse planning*, dimana optimisasi dilakukan secara otomatis oleh TPS (Satiti, 2020). Pada teknik penyinaran ini, fisikawan medik hanya perlu melakukan *input* data preskripsi yang diinginkan pada jaringan tumor maupun OAR. Selanjutnya, TPS akan mengkalkulasikan bobot *beam*, segmentasi, serta pergerakan MLC secara otomatis.

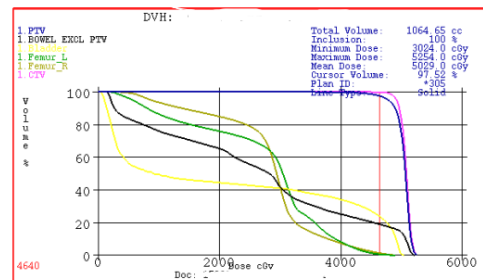
Penelitian ini akan mengevaluasi teknik penyinaran 3DCRT dan IMRT pada 10 kasus kanker rektum di RS XYZ. Beberapa jurnal referensi yang digunakan sebagai acuan mengevaluasi distribusi dosis foton dengan menggunakan nilai HI, CI serta *mean dose* yang diterima oleh *Organ At Risk* OAR. Jurnal referensi tersebut pada dasarnya mengevaluasi dosis yang diterima oleh Planning Target Volume (PTV) yang idealnya mendapatkan dosis maksimal serta mengurangi dosis yang diterima oleh OAR.

HI merupakan parameter yang menggambarkan tingkat homogenitas distribusi dosis di dalam PTV. Dosis radiasi yang merata digambarkan pada saat nilai HI mendekati 0 sehingga seluruh dosis radiasi tersebar secara merata di dalam PTV (ICRU Report 83, 2010). Nilai CI menggambarkan seberapa baik radiasi yang diterima oleh PTV. CI didapat dengan membagi volume PTV yang terkena dosis sesuai dengan preskripsi (95%) dengan total volume PTV (ICRU Report 62, 1999). Nilai CI yang ideal adalah 1 karena hal tersebut mengindikasikan bahwa preskripsi dosis diterima secara menyeluruh pada PTV.

Dosis radiasi yang diterima oleh jaringan sehat tidak melebihi preskripsi dosis yang sudah ditentukan. Dosis radiasi yang diterima oleh PTV dan *Organ At Risk* (OAR) didapatkan melalui *Dose Volume Histogram* (DVH). DVH merupakan *output* dari TPS yang terdapat informasi dosis dari serbagai jaringan gambar 2. Gambar 2, sumbu Y menggambarkan persentase volume jaringan, sementara pada sumbu X

menggambarkan dosis dalam cGy. Setiap jaringan tumor maupun OAR digambarkan

dengan warna yang berbeda (PTV = biru, *bowelbag* = hitam, *bladder* = kuning, *left femoral* = hijau, *right femoral* = olive, dan CTV = ungu). Pada penelitian ini, akan di analisis rata-rata dosis yang diterima oleh jaringan sehat yaitu *bladder*, *bowel bag*, dan *femoral*. Dosis yang diterima oleh jaringan sehat tersebut diharapkan seminimal mungkin.



Gambar 2. *Dose Volume Histogram* XiO (sumber: Novinda, 2024)

METODE

Pada penelitian ini digunakan 4 beam pada kedua teknik dengan sudut 0° , 90° , 180° , dan 270° . Penyinaran ini menggunakan teknik SAD 100 dan perencanaan penyinaran menggunakan TPS XiO. Energi yang digunakan adalah foton 6 MV pada 7 pasien dan 10 MV pada 3 pasien. Penggunaan energi dipengaruhi oleh ketebalan tubuh dan kedalaman lokasi tumor.

Penelitian ini menggunakan data primer dari 10 pasien kanker rektum di RS XYZ. Data tersebut diolah menggunakan *software* TPS dengan menggunakan dua teknik yaitu IMRT dan 3DCRT. Data yang telah diolah akan menghasilkan DVH yang akan menjadi sumber data untuk menghitung nilai CI, HI, dan *mean dose*.

Analisis data dilakukan setelah didapatkan nilai CI, HI, dan *mean dose*. HI didapatkan dengan menggunakan rumus 1 (ICRU Report 83, 2010). Sementara itu, nilai CI didapatkan dengan menggunakan rumus 2 (ICRU Report 62, 1999). *Mean dose* didapatkan dari DVH masing masing OAR.

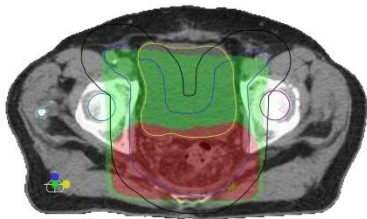
$$HI = \frac{D2\% - D98\%}{D50\%} \quad 1$$

$$CI = \frac{V_{TV}}{V_{PTV}} \quad 2$$

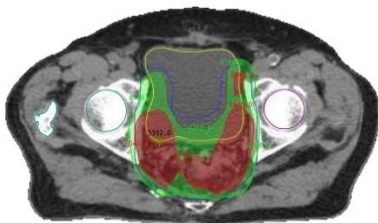
CI, HI, dan *mean dose* akan diuji pra syarat yaitu dengan uji normalitas. Uji normalitas yang dilakukan menggunakan uji *shapiro-wilk*. Uji *shapiro-wilk* dilakukan untuk melihat posisi *p-value*, jika *p-value* > 0,05 maka data terdistribusi normal, dan jika *p-value* < 0,05 maka data tidak terdistribusi normal (Cahyono, 2015). Selanjutnya akan dilakukan uji statistik dengan menggunakan metode statistik *paired t-test* (jika data terdistribusi normal) dan *Wilcoxon signed rank test* (jika data tidak terdistribusi normal). Pada penelitian ini digunakan syarat signifikansi metode statistik *paired t-test* dan *Wilcoxon signed rank test* yaitu *p-value* < 0,01. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel dan *Software SPSS*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Homogeneity Index dan Conformity Index



Gambar 3. Persebaran Dosis Teknik 3DCRT (axial) (sumber: Novinda, 2024)



Gambar 4. Persebaran Dosis Teknik IMRT (axial) (sumber: Novinda, 2024)

Persebaran dosis didapatkan dari TPS yang menggambarkan hasil dari treatment yang telah dilakukan. Persebaran dosis pada salah satu pasien dari arah axial dapat dilihat pada Gambar 3 untuk teknik 3DCRT dan Gambar 4 untuk teknik IMRT. Berdasarkan persebaran dosis yang terdapat pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa persebaran dosis pada teknik 3DCRT berbentuk kotak. Sementara pada Gambar 4 terlihat bahwa persebaran dosis mengikuti bentuk PTV. Warna hijau pada Gambar 3 dan 4 menggambarkan 95% dosis sementara warna merah menggambarkan 100% dosis.

Hasil dari uji normalitas dengan menggunakan *shapiro-wilk* dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil uji normalitas tersebut diketahui bahwa nilai HI, CI, *Mean Dose Bowel Bag*, dan *Mean Dose Femoral* terdistribusi normal karena *p-value* > 0,05. Sementara untuk *Mean Dose Bladder* data IMRT dan 3DCRT tidak terdistribusi normal karena *p-value* < 0,05.

Hasil dari DVH dihitung sehingga mendapatkan nilai HI dan CI dengan menggunakan rumus 1. 1 dan 1. 2. Nilai HI dan CI terdistribusi normal dan diolah dengan menggunakan metode statistik *paired t-test*. Nilai *Homogeneity Index* beserta dengan *Conformity Index* dan *p-value* dapat dilihat di Tabel 2.

Mean Dose OAR

Berdasarkan DVH dianalisis dosis rata-rata yang diterima oleh OAR, yaitu *bladder*, *Bowel bag*, dan *femoral*. Hasil data tersebut diolah dengan menggunakan metode statistik *paired t-test (bowelbag dan femoral)* dan *Wilcoxon signed rank test (bladder)*. Nilai *mean dose* beserta *p-value* hasil analisis dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas

	<i>p-value</i>		Keterangan
	3DCRT	IMRT	
<i>Homogeneity Index (HI)</i>	0,30	0,30	Terdistribusi normal (<i>paired t-test</i>)
<i>Conformity Index (CI)</i>	0,15	0,15	Terdistribusi normal (<i>paired t-test</i>)
<i>Mean Dose Bladder</i>	0,06	0,01	Tidak terdistribusi normal (<i>Wilcoxon signed rank test</i>)
<i>Mean Dose Bowel Bag</i>	0,89	0,62	Terdistribusi normal (<i>paired t-test</i>)
<i>Mean Dose Femoral</i>	0,91	0,87	Terdistribusi normal (<i>paired t-test</i>)

(sumber: Novinda, 2024)

Tabel 2. Hasil Nilai HI dan CI

	3DCRT		IMRT		<i>p-value</i>
	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	
<i>Homogeneity Index (HI)</i>	0,084	0,018	0,099	0,028	0,039 (tidak signifikan)
<i>Conformity Index (CI)</i>	0,9808	0,024	0,096	0,033	0,091 (tidak signifikan)

(sumber: Novinda, 2024)

Tabel 3. Hasil Mean Dose

OAR	3DCRT (Mean dose)		IMRT (Mean Dose)		<i>p-value</i>
	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	
<i>Bladder</i>	3934,3	1198	3804	1127	0,047 (tidak signifikan)
<i>Bowel Bag</i>	2318	817	2190	759	0,008 (signifikan)
<i>Femoral</i>	2326	899	2325	994	0,99 (tidak signifikan)

(sumber: Novinda, 2024)

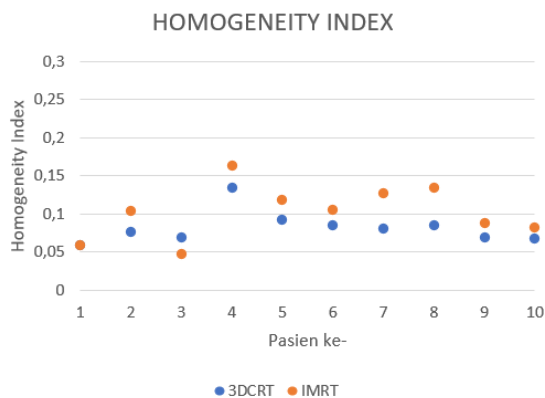
PEMBAHASAN

Berdasarkan grafik Homogeneity Index pada Gambar 5 dapat terlihat bahwa 80% nilai HI pada teknik 3DCRT lebih rendah dibandingkan dengan teknik IMRT meskipun perbedaannya tidak signifikan. Sementara itu pada Gambar 5 terlihat bahwa 80% nilai CI pada teknik 3DCRT lebih besar dibandingkan dengan teknik IMRT meskipun perbedaannya tidak signifikan.

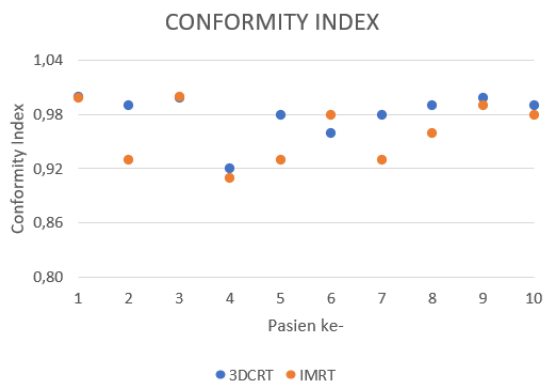
Berdasarkan hasil perhitungan dari DVH yang kemudian dianalisis dengan menggunakan metode statistik *paired t-test* didapatkan nilai HI pada teknik 3DCRT sebesar $0,084 \pm 0,018$ dan HI pada IMRT

sebesar $0,099 \pm 0,028$ dengan *p-value* sebesar 0,039 (tidak signifikan). Hal tersebut menandakan bahwa berdasarkan ICRU 60 homogenitas pada teknik 3DCRT lebih baik dibandingkan dengan IMRT, namun perbedaannya tidak signifikan (signifikan bila $p-value < 0,01$).

Nilai CI pada teknik 3DCRT sebesar $0,98 \pm 0,024$ dan untuk teknik IMRT sebesar $0,96 \pm 0,033$. Dapat dilihat bahwa nilai CI pada teknik 3DCRT mendekati 1 dibandingkan dengan teknik IMRT, hal ini membuktikan bahwa teknik 3DCRT sedikit lebih baik meskipun perbedaannya tidak signifikan ($p-value = 0,091$).



Gambar 5. Grafik HI teknik 3DCRT dan IMRT 10 Pasien (sumber: Novinda, 2024)



Gambar 6. Grafik CI teknik 3DCRT dan IMRT 10 Pasien (sumber: Novinda, 2024)

Berdasarkan DVH dianalisis dosis rata-rata yang diterima oleh OAR, yaitu *bladder*, *Bowel bag*, dan *femoral*. *Bladder* menerima dosis rata rata sebesar $3948,3 \pm 1198,5$ cGy pada teknik 3DCRT dan 3804 ± 1127 cGy pada teknik IMRT dengan nilai dengan *p-value* sebesar 0,047. Hal ini menandakan bahwa pada OAR *bladder* teknik IMRT lebih baik dikarenakan dosis rata rata yang diterima pada *bladder* lebih rendah dibandingkan dengan teknik 3DCRT meskipun perbedaan antara keduanya tidak signifikan.

Bowel bag menerima dosis rata rata $2318,7 \pm 817$ cGy pada teknik 3DCRT dan 2190 ± 759 cGy pada teknik IMRT dengan nilai dengan *p-value* sebesar 0,008 (signifikan). Berdasarkan nilai tersebut, diketahui bahwa pada OAR *bowelbag* teknik IMRT jauh lebih baik karena dosis rata rata yang diterima

bowelbag lebih rendah dibandingkan dengan teknik 3DCRT dan perbedaan antara keduanya signifikan.

Femoral menerima dosis rata-rata sebesar 2326 ± 899 cGy pada teknik 3DCRT dan 2325 ± 994 cGy pada teknik IMRT dengan nilai dengan *p-value* sebesar 0,99. Hal ini menggambarkan bahwa dosis yang diterima oleh *femoral* baik dengan teknik IMRT dan 3DCRT tidak jauh berbeda.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tidak dapat perbedaan yang signifikan antara nilai HI, CI, dan *mean dose* OAR pada teknik 3DCRT dan IMRT untuk terapi radiasi pasien kanker rektum.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiana, E. F. (2022). Asuhan keperawatan perioperatif pada pasien kanker rektum dengan tindakan pembedahan abdominoperineal resection di Rs Mardi Waluyo Metro.
- Cahyono, T. (2015). Metode Shapiro Wilk dalam statistik uji normalitas. Banyumas: Yayasan Sanitarian.
- Effina, A. (2021). Distribusi dosis radiasi foton pada treatment planning system menggunakan teknik 3DCRT dan IMRT untuk terapi kanker serviks. (Skripsi). Padang: Universitas Andalas.
- Güngör, C., Hofmann, B. T., Wolters-Eisfeld, G., & Bockhorn, M. (2014). Pancreatic cancer. *British Journal of Pharmacology*, 171(4), 849–858. <https://doi.org/10.1111/bph.12401>
- ICRU Report 62: Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50). (1999).
- ICRU Report 83: Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT). (2010).
- Novinda, G. (2024). Distribusi dosis foton dengan teknik 3DCRT dan IMRT pada pasien kanker rektum di Rumah Sakit Gading Pluit. *Repository Matana University*.
- Podgorsak, E. B. (2005). *Radiation oncology physics: A handbook for teachers and students*.
- Satiti, I. J. E. (2020). Komparasi treatment planning berkas foton teknik 3 dimensional-conformal radiation dan intensity modulated radiation therapy untuk kanker payudara kiri.

Suharmono, B. H., Anggraini, I. Y., Hilmaniyya, & Astuti, S. D. (2020). Quality assurance (QA) dan quality control (QC) pada instrumen radioterapi pesawat LINAC. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 22.

Suriani, I., Iffah, M., & Laksmi Faraningrum, R. (2022). Teknik terapi radiasi 3DCRT pada kanker endometrium di Unit Radioterapi RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda.

Trisna, I. A., Dewi, K., & Gondhowiardjo, S. A. (2020). Rectal cancer: A mini literature review.

Vanya, G. (2023). Analisis persentase dosis kedalaman dan profil dosis pada berbagai luas lapangan penyinaran menggunakan simulasi Monte Carlo.