

Analisis dosis serap PTV pada pengobatan radioterapi kanker rektum dengan teknik 3D-CRT berdasarkan *dose volume histogram* (DVH)

Anggita Khoirunnisa¹, Firdy Yuana¹ dan Sri Herwiningsih¹

¹Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, 65145, Malang, Indonesia

E-mail: anggita13@student.ub.ac.id

Naskah Masuk	5 Agustus 2022
Naskah Revisi	8 Januari 2023
Naskah Diterima	3 Maret 2023
Naskah Terbit	23 Juni 2023

Abstrak: Kanker rektum merupakan kasus kanker terbanyak di Indonesia yang berada di urutan keenam. Pengobatan kanker rektum dapat dilakukan dengan radioterapi di mana dalam radioterapi eksternal terdapat beberapa tahapan yang dilalui, salah satunya adalah tahapan perencanaan atau *treatment planning*. Tahapan perencanaan pada radioterapi perlu dilakukan evaluasi karena berkaitan dengan distribusi dosis radiasi yang diberikan kepada penderita kanker, sehingga penelitian ini dilakukan dengan tujuan agar dapat diketahuinya distribusi dosis pada *planning target volume* (PTV) penderita kanker rektum berdasarkan *dose volume histogram* (DVH) sehingga radioterapi dapat optimal. Penelitian ini dilakukan pada 13 pasien kanker rektum yang mendapatkan dosis resep PTV sebesar 50 Gy menggunakan teknik 3D-CRT dengan *software* TPS RayStation 9A V.9.0.0.113. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai D95% dan D2% yang dibandingkan dengan rekomendasi ICRU Report 62 serta nilai *conformity index* (CI) dan nilai Homogeneity Index (HI) yang dapat dibandingkan dengan rekomendasi ICRU Report 83. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa untuk nilai D95% dan D2% pada 6 dari 13 pasien telah memenuhi rekomendasi ICRU Report 62 sedangkan nilai CI maupun HI pada PTV telah mendekati nilai ideal sesuai dengan rekomendasi di mana nilai ideal CI adalah 1 dan HI adalah 0. Ketidaksesuaian distribusi dosis dengan rekomendasi dapat dikarenakan oleh beberapa faktor seperti jaringan tubuh manusia yang tidak homogen, kondisi kanker dan sebagainya.

Abstract: Rectal cancer is the most common type of cancer in Indonesia, which is in sixth place. Radiotherapy is a treatment for rectal cancer that involves various stages, the planning stage being one of them. The planning stages of radiotherapy need to be analyzed because they are related to the distribution of radiation doses given to cancer patients. Hence, this research aimed to calculate the dose distribution on Planning Target Volume (PTV) of rectal cancer patients based on the Dose Volume Histogram (DVH) so that radiotherapy can be optimal. The research was conducted to 13 rectal cancer patients who received a PTV prescription dose of 50 Gy using a 3D-CRT technique with RayStation 9A V.9.0.0.113 software. The parameters used in this study are the values of D95% and D2% compared with the recommendations of ICRU Report 62 and the Conformity Index (CI) and Homogeneity Index (HI) compared with ICRU Report 83. The results of this study showed that, for the values of D95% and D2% in 6 of 13 patients, they met the recommendations of ICRU Report 62, while the CI and HI approached the ideal values by ICRU Report 83. Numerous factors, including inhomogeneous human body tissues, cancer states, etc., might contribute to the mismatch between dosage distribution and guidelines.

Kata kunci: kanker rektum, DVH, 3D-CRT, ICRU Report

Keywords: rectal cancer, DVH, 3D-CRT, ICRU Report

1. Pendahuluan

Kanker merupakan suatu penyakit yang tidak menular dan termasuk dalam penyebab kematian terbesar di dunia⁸. Kanker berada di posisi kedua kematian terbanyak setelah penyakit kardiovaskular. Kanker merupakan suatu pembelahan sel yang tidak dapat dikontrol dan jaringan sehat lainnya dapat terserang. Kasus yang cukup banyak yang diderita oleh pria maupun wanita yaitu kanker kolon dan kanker rektum atau kanker kolorektal di mana kanker ini

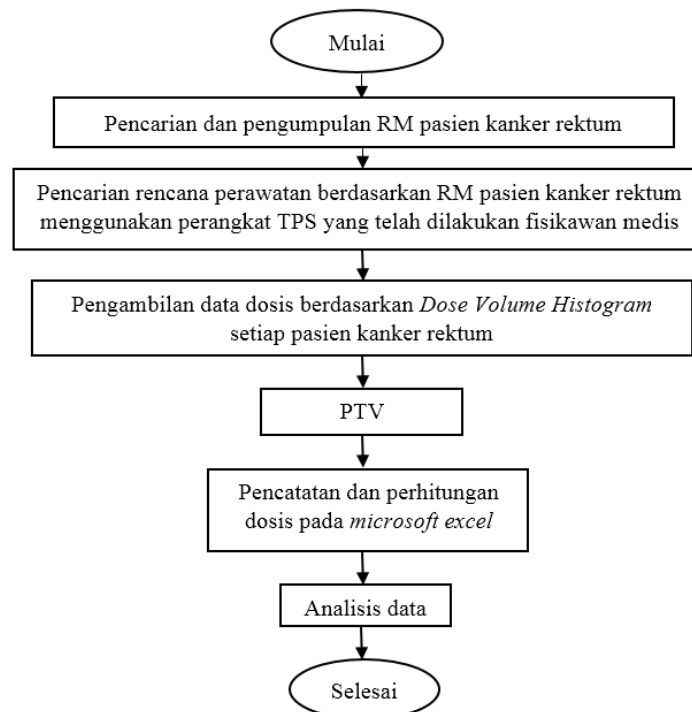
disebabkan oleh banyak faktor yaitu meliputi gaya hidup manusia, usia, jenis kelamin, hormon, radiasi, riwayat penyakit kanker dan sebagainya¹⁰.

Kanker dapat diobati dengan menggunakan salah satu metode pengobatan yaitu radioterapi eksternal. Radioterapi atau radiasi terapi merupakan suatu metode pengobatan yang menggunakan radiasi pengion untuk membunuh sel kanker. Radioterapi ini dilakukan dengan cara memberikan radiasi sel kanker dengan dosis tertentu¹. Pada radioterapi terdapat beberapa macam teknik salah satunya adalah 3D-CRT atau *three-dimensional conformal radiotherapy*. Teknik ini menggunakan tiga dimensi dalam pengambilan citra di mana dapat diketahui posisi dan volume dari organ sehingga dapat ditentukannya dosis yang diterima oleh target dan organ sehat. Tujuan digunakan teknik ini agar penyebaran dosis pada tumor maksimal dan dosis pada organ sehat seminimal mungkin⁷.

Pada pengobatan dengan teknik tersebut terdapat tahapan yang harus dilalui salah satunya adalah tahapan perencanaan yang dilakukan sebelum penyinaran radiasi berlangsung. Pada tahapan ini perlu dilakukan evaluasi karena berkaitan dengan dosis dengan cara membandingkan antara distribusi dosis pada PTV yang ditampilkan dalam bentuk histogram (DVH) dengan dosis yang telah ditetapkan oleh ICRU Report di mana terdapat acuan dosis yang diperbolehkan untuk PTV. Apabila PTV tidak menerima dosis sesuai dengan ketentuan maka akan timbul berbagai resiko atau efek yang membahayakan. Sehingga penelitian ini ditujukan untuk mengetahui kesesuaian distribusi dosis PTV dengan ketentuan ICRU Report sehingga dapat digunakan sebagai evaluasi oleh pihak terkait dan tujuan dari radioterapi dapat optimal.

2. Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan di instalasi radioterapi salah satu rumah sakit Surabaya yang dimulai pada bulan Januari 2022 hingga bulan Februari 2022. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah komputer, perangkat lunak RayStation 9A V.9.0.0.113 sebagai perangkat yang digunakan untuk TPS serta Microsoft Excel sebagai media pengolahan data. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu data dosis pada *dose volume histogram* pasien kanker rektum berdasarkan rencana perawatan yang telah dilakukan oleh fisikawan medis berjenis kelamin pria dan wanita dengan rentang umur 30-80 tahun sebanyak 50% pasien dalam periode tersebut di mana terdapat 13 pasien yang terdiri dari 9 pasien sesudah operasi dengan dosis resep 50 Gy dan 4 pasien sebelum operasi dengan dosis resep 50 Gy.



Gambar 1. Prosedur penelitian

2.1. Treatment Planning

Penelitian diawali dengan melakukan pencarian dan pengumpulan terhadap rekam medis masing-masing pasien kanker rektum. Kemudian melakukan pencarian rencana perawatan berdasarkan RM (Rekam Medik) pasien kanker rektum yang telah didapatkan pada perangkat lunak TPS RayStation 9A V.9.0.0.113 yang telah dilakukan oleh fisikawan medis sehingga diperolehnya suatu grafik DVH.

2.2. Evaluasi DVH (Dose Volume Histogram)

Tahapan selanjutnya yaitu pengambilan data dosis berdasarkan DVH. Grafik DVH tersebut akan ditampilkan dan dapat diketahui informasi mengenai besarnya distribusi dosis pada PTV yaitu $D_{95\%}$ dan $D_{2\%}$, untuk didapatkannya nilai CI maka diketahui pula informasi pada PTV yaitu $V_{95\%}$ dan volume total dari PTV, untuk didapatkan nilai HI maka diketahui informasi pada PTV yaitu $D_{2\%}$, $D_{98\%}$ dan $D_{50\%}$. Kemudian dilakukan pencatatan dan perhitungan dosis yang telah didapatkan pada Microsoft Excel agar dapat memudahkan dalam menganalisa data.

2.3. Analisis Data

Informasi distribusi dosis yang diterima oleh PTV berdasarkan DVH dapat dilakukan perbandingan dengan ketentuan yang ada. Perbandingan tersebut bertujuan untuk menganalisis kesesuaian yang telah ditetapkan.

Tabel 1. Analisis data

Parameter	Data yang diambil	Ketetapan
Target Coverage	$D_{95\%}$ dan $D_{2\%}$	ICRU 62 ($D_{95\%}$ minimal 95% dari dosis resep dan $D_{2\%}$ maksimal 107% dari dosis resep)
Nilai CI	$V_{95\%}$ dan VPTV	Nilai ideal = 1
Nilai HI	$D_{2\%}$, $D_{98\%}$ dan $D_{50\%}$	Nilai ideal = 0

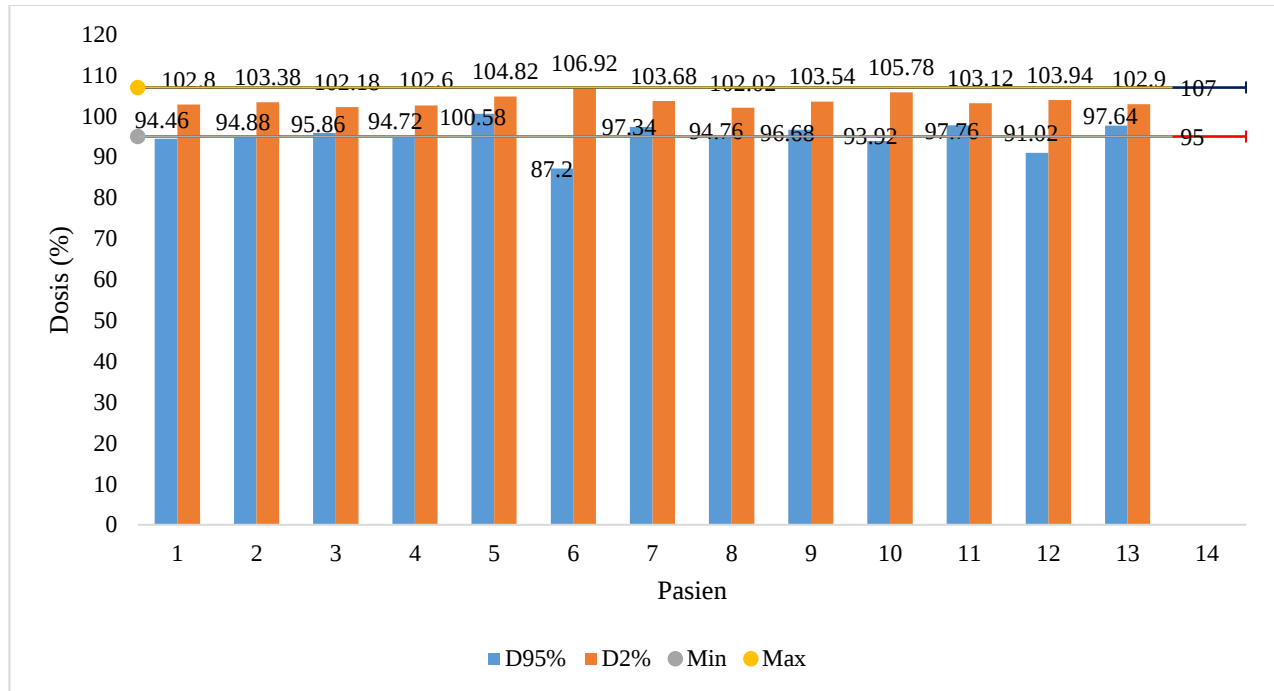
Arti dari $D_{95\%}$ dan $D_{2\%}$ adalah dosis yang melingkupi 95% volume PTV dan dosis yang melingkupi 2% volume PTV². $V_{95\%}$ dan VPTV adalah volume yang menerima dosis 95% dari dosis resep dan volume keseluruhan dari PTV⁵, $D_{2\%}$, $D_{98\%}$ dan $D_{50\%}$ adalah dosis pada volume 2% PTV, volume 98% PTV dan volume 50% pada PTV⁶.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Data Pasien dan Distribusi Dosis pada PTV Pasien Kanker Rektum

Data pasien didapatkan dari rekam medis pasien kanker rektum dari tahun 2019-2021 dengan jenis kelamin pria dan wanita yang ada di instalasi radioterapi salah satu rumah sakit di Surabaya. Data pasien kanker rektum yang digunakan yaitu data *locoregional whole pelvis* (LRWP) pasien kanker rektum sebelum dan sesudah operasi. Data pasien ini berisikan nama pasien, umur pasien, rencana penerimaan dosis dan diagnosa pasien. Setiap pasien kanker rektum sesudah operasi maupun sebelum operasi mendapatkan dosis resep sebesar 50 Gy pada LRWP.

Distribusi dosis PTV pada LR WP pasien kanker rektum dapat dilihat pada gambar 2. Data distribusi dosis PTV ini dapat dibandingkan dengan ketentuan yang ada yaitu ICRU Report 62 di mana dinyatakan bahwa dosis yang baik untuk target (PTV) yaitu antara +7% dan -5% dari dosis resep yang diterima oleh PTV⁵. Hal tersebut dapat diartikan bahwa dosis minimal yang melingkupi 95% volume PTV yaitu 95% dari dosis resep dan dosis maksimal yang melingkupi 2% volume PTV yaitu 107% dari dosis resep². Dosis resep yang diberikan pada 13 pasien yaitu 50 Gy dengan dilakukan fraksinasi sebanyak 25 kali di mana setiap fraksinya mendapatkan 2 Gy.



Gambar 2. Distribusi dosis pada PTV pasien kanker rektum

3.2. Nilai Conformity Index (CI) dan Homogeneity Index (HI) pada PTV pasien kanker rektum

Nilai rata-rata CI dan HI masing-masing pasien kanker rektum dapat dilihat pada gambar 3 dan 4. Nilai CI menunjukkan kesesuaian distribusi dosis dengan bentuk kontur PTV di mana nilai ideal dari CI adalah 1 yang artinya bahwa seluruh dosis resep yang diberikan telah melingkupi keseluruhan dari volume PTV sedangkan nilai HI menunjukkan nilai keseragaman dosis yang diterima oleh PTV di mana nilai idealnya 0 yang menunjukkan keseragaman sebaran dosis pada PTV³. Nilai CI dan HI masing-masing didapatkan dengan menggunakan persamaan:

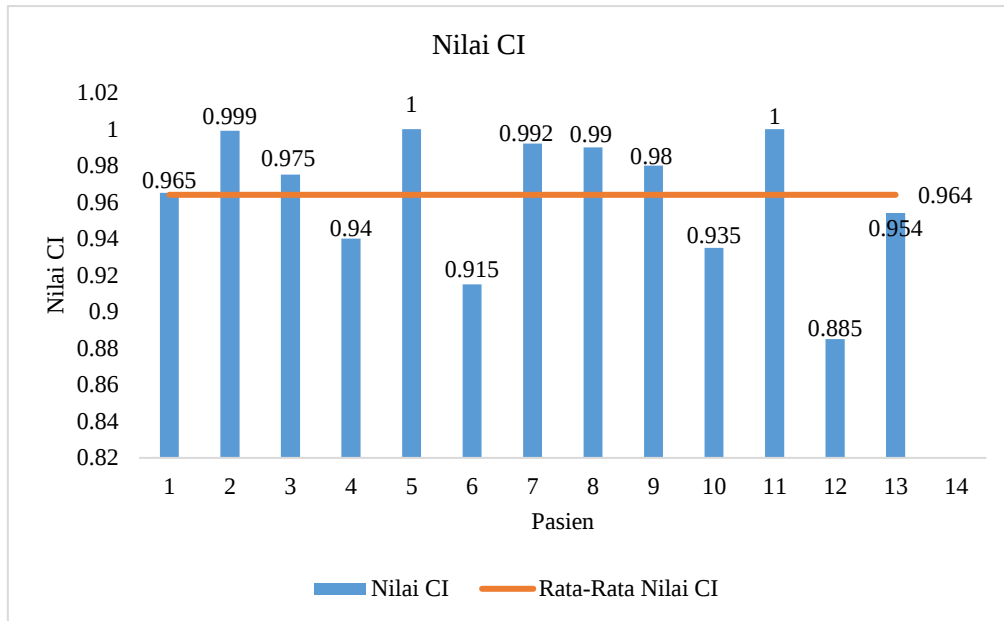
$$CI = \frac{V_{95\%}}{V_{PTV}}$$

(1)

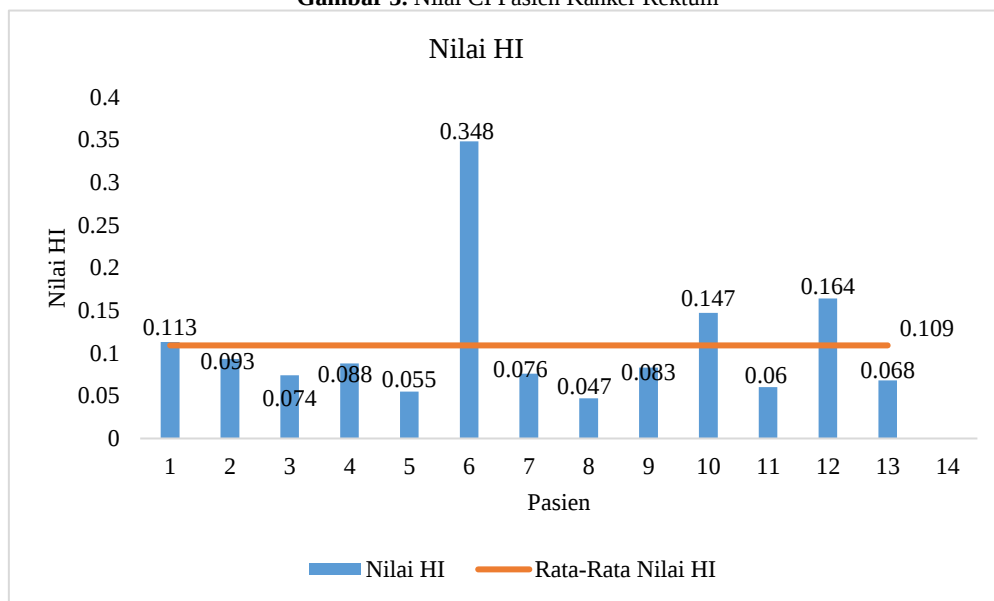
$V_{95\%}$ merupakan volume PTV yang menerima dosis 95% dari *prescribe dose* (%) dan V_{PTV} adalah total volume dari PTV (%)⁵.

$$HI = \frac{D_{2\%} - D_{98\%}}{D_{50\%}} \quad (2)$$

$D_{2\%}$ yang merupakan dosis pada volume 2%, $D_{98\%}$ adalah dosis pada volume 98% serta $D_{50\%}$ merupakan dosis pada volume 50%⁶.



Gambar 3. Nilai CI Pasien Kanker Rektum



Gambar 4. Nilai HI Pasien Kanker Rektum

3.3. Analisis kesesuaian distribusi dosis PTV pasien kanker rektum locoregional whole pelvis (LRWP)

Distribusi dosis pada PTV masing-masing pasien kanker rektum dapat dilihat pada gambar 1. Mengacu rekomendasi ICRU Report 62, dapat diketahui bahwa terdapat beberapa pasien yang belum sesuai dengan rekomendasi tersebut. Pasien nomor 3, 5, 7, 9, 11 dan 13 telah sesuai dengan ICRU Report 62 di mana sesuai dengan salah satu asas proteksi radiasi yaitu optimisasi sedangkan 7 dari 13 pasien belum memenuhi rekomendasi ICRU Report 62 yaitu pasien nomor 1, 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 dikarenakan dosis radiasi pada volume 95% belum sesuai dengan ICRU Report 62 sehingga dapat diperkirakan sel kanker masih dapat hidup dan untuk dosis radiasi pada volume 2% semua pasien telah

sesuai dengan rekomendasi tersebut sehingga diperkirakan penyinaran radiasi tidak mengenai organ sehat di sekitar target⁷.

Ketidaksesuaian distribusi dosis pada PTV dengan rekomendasi ICRU Report 62 dapat dipengaruhi oleh faktor seperti ketidakhomogenan jaringan. Pada tubuh manusia terdapat rongga dan jaringan, jaringan tersebut tidak homogen dikarenakan terdapat jaringan lunak, jaringan keras dan lainnya sehingga dapat menyebabkan dosis radiasi yang diberikan pada PTV berkurang⁹. Faktor lainnya yang juga dapat mempengaruhi ketidaksesuaian distribusi dosis pada PTV adalah seperti pengaturan waktu penyinaran, kondisi kanker seperti volume serta stadium, luas lapangan, penentuan hotspot yang berlebihan dan sebagainya. Ketidaksesuaian tersebut perlu diperhatikan dan digunakan sebagai evaluasi untuk terapi selanjutnya agar pengobatan pada kanker rektum dapat lebih optimal⁴.

3.4. Analisis nilai Conformity Index (CI) dan Homogeneity Index (HI) pada PTV pasien kanker rektum

Nilai CI pada PTV LRWP pasien kanker rektum cukup baik yaitu 0,964 pada PTV LRWP. Nilai tersebut merupakan rata-rata nilai CI dari 13 pasien kanker rektum. Rata-rata nilai tersebut apabila ditinjau kesesuaiannya maka dapat dikatakan bahwa nilai rata-rata CI pasien kanker rektum telah mendekati nilai ideal CI yaitu 1 yang diartikan bahwa seluruh dosis resep yang diberikan telah melingkupi keseluruhan dari volume PTV³.

Nilai HI juga digunakan sebagai parameter untuk mengevaluasi tahapan perencanaan kanker rektum yang mewakili keseragaman dosis radiasi yang diterima oleh PTV. Nilai HI rata-rata pasien kanker rektum LRWP yaitu 0,109. Nilai tersebut cukup baik di mana termasuk dalam interval HI yaitu 0 hingga 1 dan mendekati nilai ideal HI yaitu 0 sehingga dapat dikatakan bahwa perencanaan yang dilakukan telah sesuai dengan rekomendasi yang di mana mengindikasikan keseragaman sebaran dosis pada PTV di mana dosis pada volume 98% seragam dengan dosis pada volume 2% maupun 50%³. Penyebab tidak tepatnya nilai CI dan HI pasien kanker rektum dengan nilai ideal adalah karena jaringan pada tubuh manusia tidak homogen sehingga mempengaruhi dosis yang diterima⁹.

4. Kesimpulan

Penelitian mengenai analisis distribusi dosis serap PTV berdasarkan data DVH pasien kanker rektum periode 2019-2021 di instalasi radioterapi salah satu rumah sakit Surabaya dengan menggunakan teknik 3D-CRT, maka dapat disimpulkan bahwa parameter *target coverage* terhadap PTV LRWP sebanyak 6 dari 13 pasien kanker rektum telah memenuhi rekomendasi International Commission on Radiation Units and Measurement (ICRU Report 62) serta nilai *conformity index* (CI) dan *homogeneity index* (HI) pada PTV terhadap LRWP pasien kanker rektum masing-masing sebesar 0.964 dan 0.109 di mana nilai tersebut mendekati nilai ideal CI yaitu 1 dan mendekati nilai ideal HI yaitu 0.

Referensi

- ¹ ES Choong, RN Turner, & MJ Flatley. "Radiotherapy: Basic Principles and Technical Advances", Orthopaedics and Trauma, **28**(3):167-171, (2014).
- ² M Coskun, W Straube, C Hurkmans, dkk. "Quality Assurance of Radiotherapy in the Ongoing EORTC 22042–26042 Trial for Atypical and Malignant Meningioma: Results from the Dummy Runs and Prospective Individual Case Reviews", Radiation Oncology, **8**(1):1-7, (2013).
- ³ R Elvira, I Taufiq, R Adrial, & M Ilyas. "Analisis Perencanaan Radioterapi Pasien Kanker Nasofaring Menggunakan Teknik *Intensity Modulated Radiotherapy*", Jurnal Fisika Unand, **10**(3):337-343, (2021).
- ⁴ M Handayani, D Milvita, S Herlinda, & KYP Sandy. "Verifikasi Ketepatan Hasil Perencanaan Nilai Dosis Radiasi terhadap Penerimaan Dosis Radiasi pada Pasien Kanker", Jurnal Fisika Unand, **5**(2), 159–165, (2016)
- ⁵ ICRU. *ICRU Report 62 Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50)*, ICRU, (1999)
- ⁶ ICRU. *ICRU Report 83 Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Intensity Modulated Radiation Therapy*, ICRU, (2010)
- ⁷ M Salimi, KST Abi, HA Nedaie, dkk. "Assessment and comparison of homogeneity and conformity indexes in step and-shoot and compensator-based intensity modulated radiation therapy (IMRT) and three-dimensional conformal radiation therapy (3D CRT) in prostate cancer", J Med Signals Sens., **7**(2):102, (2017).
- ⁸ M Sayuti & N Nouva. "Kanker Kolorektal", AVERROUS: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Malikussaleh **5**(2):76-88, (2019).
- ⁹ TR Verma, NK Painuly, SP Mishra, SA Yoganathan, N Singh, MLB Bhatt, & N Jamal. "Evaluation of Lung Density and Its Dosimetric Impact on Lung Cancer Radiotherapy: A Simulation Study", Journal of Biomedical Physics & Engineering, **9**(1): 17, (2019).
- ¹⁰ BB Yavuz, M Aktan, G Kanyilmaz, & LS Demir. "Assessment of Quality of Life Following Radiotherapy in Patients with Rectum Cancer", Journal of Gastrointestinal Cancer, **53**:502-510, (2022).