

Analisis Distribusi Dosis Radiasi terhadap Perencanaan Radioterapi Menggunakan Metode Segmentasi Citra pada Kasus Tumor Otak dengan Teknik Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT)

Izza Wahyu Saputri^{1*}, Ida Bagus Made Suryatika², Cory Amelia³, I Nengah Sandi⁴, Made Sumadiyasa⁵, I Gusti Agung Widagda⁶, Rozi Irhas⁷

^{1,2,4,5,6} Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bali, Indonesia.

^{3,7} R.S.U.P Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah, Denpasar, Bali, Indonesia

Received: 11 February 2025

Revised: 15 April 2025

Accepted: 27 April 2025

Corresponding Author:

Ida Bagus Made Suryatika

suryatikabiofisika@gmail.com

© 2025 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

Abstract: A study has been conducted on the effect of the number of segments on the radiation dose distribution of photon beams in brain tumor cases using the Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT) technique. This study used 20 primary data and 10 secondary data from brain tumor patients with 6 MV photon beams and a total dose of 6000 cGy. Calculations were performed by analyzing the Homogeneity Index (HI) and Conformity Index (CI) values as well as the radiation dose to the Organs at Risk (OAR), followed by statistical testing. Based on the conducted research, the results showed that HI and CI values for 5, 10, and 15 segments were different. For example, the HI value for 5 segments was more homogeneous, approaching 0, and the CI value for 10 segments was closer to 1, which indicates a better match with the PTV shape. The average maximum dose distribution for OARs with 5 segments in the brainstem, chiasma, left eye, right eye, left lens, and right lens were 4541.9 cGy, 3893.8 cGy, 2754.2 cGy, 2516.1 cGy, 740.8 cGy, and 628.0 cGy, respectively. With 10 segments, the doses for these OARs were 4104.2 cGy, 3633.9 cGy, 2583.9 cGy, 3124.2 cGy, 710.5 cGy, and 625.5 cGy, respectively. With 15 segments, the doses for the same OARs were 4123.0 cGy, 3956.2 cGy, 2753.3 cGy, 2433.7 cGy, 667.7 cGy, and 547.8 cGy, respectively. All maximum dose distributions for the OARs received by the patients were still within the tolerance limits stated in the Radiation Oncology A Question-Based Review 2nd Edition.

Keywords: Tumor brain; image segmentation; 6 MV; Homogeneity Index; Conformity Index; Organ at Risk

Pendahuluan

Di Indonesia, tumor otak menduduki peringkat ke-15 dengan jumlah 5,964 kasus baru atau sekitar 1,5% dari semua jenis tumor (Globocan, 2020). Pengobatan tumor otak memiliki tantangan yang signifikan karena kompleksitas anatomi otak dan keragaman jenis tumor yang dapat muncul. Salah satu pengobatan yang paling efektif terhadap tumor otak adalah pengobatan Radioterapi (Bambang dkk, 2020). Radioterapi merupakan metode pengobatan kanker skala besar yang

menggunakan radiasi elektromagnetik. Dampak radiasi pengion yang ditimbulkan oleh radiasi elektromagnetik terhadap sel-sel tubuh dapat menyebabkan proses ionisasi, dimana untai DNA sel tubuh terputus dan mematikan jaringan sel tubuh tersebut. Salah satu alat dalam perencanaan radioterapi adalah Pesawat LINAC (Bambang dkk, 2020). Sebelum pasien melakukan proses radioterapi menggunakan pesawat LINAC, pasien perlu menjalani penyinaran pada pesawat CT-Simulator untuk mendapatkan citra dari organ yang akan dilakukan penyinaran (Purwatiningsih dkk, 2024). CT-

How to Cite:

Saputri, I. W., Suryatika, I. B. M., Amelia, C., Sandi, I. N., Sumadiyasa, M., Widagda, I. G. A., & Irhas, R. (2025). Analisis Distribusi Dosis Radiasi terhadap Perencanaan Radioterapi Menggunakan Metode Segmentasi Citra pada Kasus Tumor Otak dengan Teknik Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT). *Kappa Journal*, 9(1), 104-109. <https://doi.org/10.29408/kpj.v9i1.29562>

Simulator merupakan pesawat yang digunakan untuk menentukan posisi pasien pada saat penyinaran, lokasi penyinaran pada target, serta bentuk dan ukuran target yang akan dilakukan penyinaran

Pada prosedur pelaksanaan CT-Simulator sering terjadi kurang tepatnya hasil citra dari proses penyinaran, terkadang hasil citra mengandung banyak informasi termasuk struktur organ, jaringan sehat, serta tumor yang saling tumpang tindih sehingga untuk mengatasi hal tersebut diperlukan metode segmentasi citra untuk meningkatkan keakurasian radiasi pada target (Suta dkk, 2020). Segmentasi citra merupakan sebuah metode untuk memungkinkan identifikasi dan pemisahan berbagai struktur anatomi yang tumpang tindih dalam citra CT, seperti *Organ at Risk* (OAR), target tumor, dan organ-organ vital. Segmentasi citra penting untuk memastikan terdistribusinya dosis pada potongan organ. Metode segmentasi citra menjadi langkah kritis sebelum pelaksanaan perencanaan terapi di komputer *Treatment Planning System* (TPS) (Xu dkk, 2017). Sebelum dilakukannya proses radioterapi pada pesawat LINAC terdapat tahap perencanaan pada komputer *Treatment Planning System* (TPS). TPS akan merancang *Planning* atau parameter sebelum pasien diberi perlakuan radioterapi. Terdapat dua teknik penyinaran pada TPS yaitu teknik 3D-CRT dan IMRT (Husni dkk, 2021). Berdasarkan penelitian Xu Dandan tahun 2017 membuktikan hasil bahwa teknik IMRT lebih unggul dibandingkan teknik 3D-CRT, dengan hasil bahwa teknik IMRT terbukti efisien mengurangi dosis yang diterima oleh *Organ at Risk* (OAR).

Pada teknik IMRT dalam perencanaan TPS LINAC jenis Monaco, akan didapatkan beberapa jenis volume target seperti, *Planning Target Volume* (PTV), *Clinical Target Volume* (CTV), *Gross Tumor Volume* (GTV), *Internal Target Volume* (ITV), dan *Organ at Risk* (OAR). Salah satu cara untuk mengetahui apakah volume target tumor mendapatkan distribusi dosis yang signifikan atau tidak, maka perlu dilakukan perhitungan mengenai keseragaman *Homogeneity Indeks* (HI), kesesuaian *Conformity Indeks* (CI) dan persebaran distribusi dosis pada *Organ at Risk* di sekitar tumor (Sari dkk, 2024).

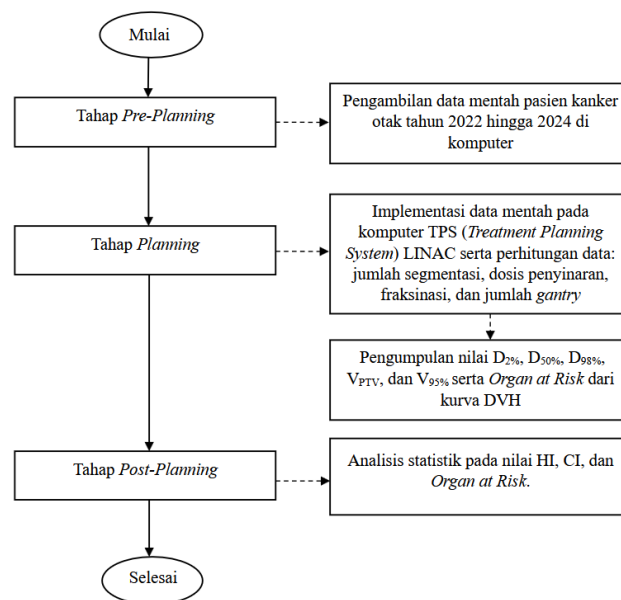
Elvira dkk pada tahun 2021 telah melakukan penelitian dengan judul Analisis Perencanaan Radioterapi Pasien Kanker Nasofaring menggunakan Teknik *Intensity Modulated Radiotherapy*, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisa nilai HI, CI, dan OAR dari hasil parameter-parameter DVH, sehingga didapatkan perencanaan yang sesuai dengan ketentuan ICRU report 83 untuk kasus KNF stadium III.

Berdasarkan ketentuan ICRU report 83 dan ketentuan pada Buku *Radiation Oncology Based Review 2nd Edition* tentang homogenitas dan kesesuaian distribusi dosis maka perlu dilakukan penelitian yang terkait dengan bagaimana sebaran dosis yang didapat oleh *Organ at*

Risk dan bagaimana sebaran dosis pada target tumor menggunakan teknik IMRT dengan metode segmentasi citra, sehingga diharapkan memperoleh dosis yang sesuai jika ditinjau menggunakan nilai HI, CI, dan *Organ at Risk* (OAR). Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Radioterapi RSUP Prof. Dr. I.G.N.G. Ngoerah Denpasar dengan menggunakan data hasil pemeriksaan citra pasien tumor otak menggunakan pesawat CT-Simulator di rumah sakit tersebut.

Metode

Penelitian dilakukan di Sub Instalasi Radioterapi RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pesawat CT Simulator, dan komputer TPS tipe Monaco dengan seri 5.1.1 adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu hasil perhitungan citra CT-Simulator pasien tumor otak. Alur pelaksanaan penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pada penelitian ini menggunakan 10 data sekunder dari hasil perhitungan TPS (*treatment planning system*) atau *planning* yang sudah tersedi atau telah dilakukan *planning* oleh pasien. Dari 10 data sekunder kemudian dilakukan variasi dengan 2 segmen yang berbeda untuk melihat seberapa efektif jumlah segmen dalam *planning* pada pasien yang dilihat pada nilai HI CI dan OAR dengan menggunakan bantuan aplikasi excel selanjutnya hasil akan dibandingkan dengan ketentuan ICRU report 83 untuk nilai HI dan CI serta dibandingkan OAR pada klinik otak yaitu pada *brainstem*, *chiasma*, *left eye*, *right eye*, *left lens* dan *right lens* dengan *Radiation Oncology Based Review 2nd Edition*. Jika nilai distribusi dosis pada HI dan CI serta nilai sebaran distribusi dosis pada OAR lebih kecil dari rekomendasi

ICRU report 83 dan *Radiation Oncology Based Review 2nd Edition*, maka pelayanan radioterapi di RSUP Prof Ngurah sudah sesuai dengan ketentuan. Penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% atau taraf signifikan 0,05. Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu:

H₀: Nilai rata-rata perhitungan HI, CI dan OAR pada pasien ≥ nilai standar.

H₁: Nilai rata-rata perhitungan HI, CI dan OAR pada pasien < nilai standar.

Uji statistik yang dilakukan yaitu dengan uji normalitas yang digunakan untuk melihat apakah data telah terdistribusi normal ataukah tidak, jika data telah terdistribusi normal maka akan dilanjutkan dengan uji t dengan membandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} namun jika data tidak terdistribusi normal maka akan dilanjutkan menggunakan uji non-parametrik.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan September 2024 – Januari 2025 di Instalasi Radioterapi RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah. Data hasil penelitian pada distribusi dosis (PTV) pasien tumor otak dengan metode segmentasi citra pada penggunaan 5, 10, dan 15 secara berturut-turut ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1. Data Distribusi Dosis (PTV) pada 5 segmentasi.

Pasien Ke-	5 Segmentasi					
	D _{2%} (cGy)	D _{50%} (cGy)	D _{98%} (cGy)	V _{95%} (cm ³)	V _{PTV} (cm ³)	D _{2%} (cGy)
1.	6566,4	6069,1	5776,1	304,269	317,000	6566,4
2.	6298,1	6238,9	6155,3	447,382	470,464	6298,1
3.	6327,6	6201,9	5695,3	471,099	485,883	6327,6
4.	6390,9	6200,4	5496,1	249,324	250,200	6390,9
5.	6417,3	6183,3	5511,0	215,571	217,917	6417,3
6.	6281,0	6121,1	5786,6	350,148	365,360	6281,0
7.	6309,2	6094,2	5599,4	188,550	190,816	6309,2
8.	6417,7	6188,7	5479,0	436,307	439,209	6417,7
9.	6387,6	6200,3	5535,4	438,797	439,094	6387,6
10.	6336,5	6132,2	5535,6	505,556	510,625	6336,5
Rata-rata	6373,2	6163,0	5656,9	360,700	368,657	6373,2
Max	6566,4	6238,9	6155,3	505,556	510,625	6566,4
Min	6281,0	6069,1	5479,0	188,550	190,816	6281,0

Tabel 2. Data Distribusi Dosis (PTV) pada 10 segmentasi.

Pasien Ke-	10 Segmentasi					
	D _{2%} (cGy)	D _{50%} (cGy)	D _{98%} (cGy)	V _{95%} (cm ³)	V _{PTV} (cm ³)	D _{2%} (cGy)
1.	6495,6	6076,3	5545,0	304,269	305,817	6495,6
2.	6295,0	6149,3	5863,0	447,382	468,858	6295,0
3.	6344,8	6184,5	5565,2	471,099	481,361	6344,8
4.	6261,4	6088,2	5382,9	255,480	255,737	6261,4
5.	6282,9	6098,4	5431,0	215,571	215,974	6282,9
6.	6208,9	6081,1	5710,2	350,148	361,866	6208,9
7.	6274,7	6096,0	5775,3	188,550	196,250	6274,7
8.	6333,5	6134,0	5496,7	436,307	440,630	6333,5
9.	6403,1	6288,6	5390,1	438,797	441,115	6403,1
10.	6396,4	6219,4	5683,8	505,556	520,864	6396,4

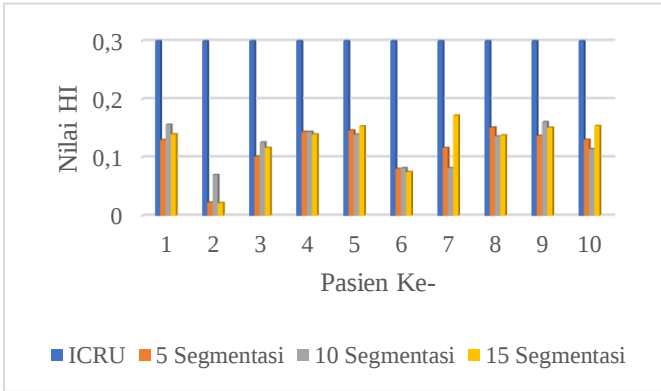
Rata-rata	6329,6	6141,5	5584,3	361,316	368,847	6329,6
Max	6495,6	6288,6	5863,0	505,556	520,864	6495,6
Min	6208,9	6076,3	5382,9	188,550	196,250	6208,9

Tabel 3. Data Distribusi Dosis (PTV) pada 5 segmentasi.

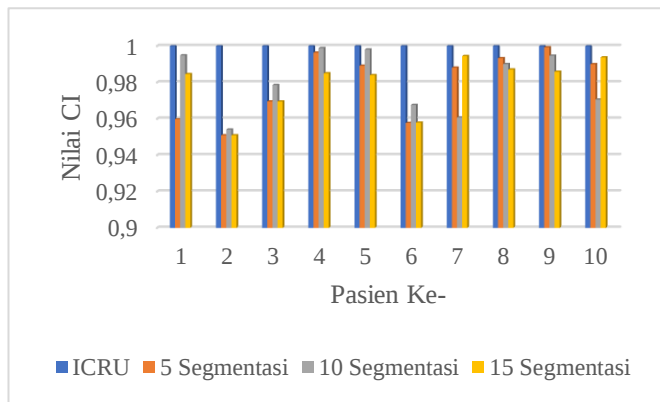
Pasien Ke-	15 Segmentasi					
	D _{2%} (cGy)	D _{50%} (cGy)	D _{98%} (cGy)	V _{95%} (cm ³)	V _{PTV} (cm ³)	D _{2%} (cGy)
1.	6392,7	6078,3	5607,4	304,269	309,003	6392,7
2.	6272,2	6214,1	6136,5	447,382	470,475	6272,2
3.	6362,3	6200,9	5697,7	471,099	485,916	6362,3
4.	6266,2	6114,1	5479,2	255,480	259,358	6266,2
5.	6370,5	6187,2	5522,3	215,571	219,069	6370,5
6.	6287,8	6158,9	5847,5	350,148	365,535	6287,8
7.	6460,7	6142,7	5511,0	188,550	189,590	6460,7
8.	6276,0	6092,0	5513,6	436,307	441,969	6276,0
9.	6399,9	6169,0	5559,2	438,797	445,042	6399,9
10.	6394,1	6060,3	5539,0	505,556	508,659	6394,1
Rata-rata	6348,2	6141,7	5641,3	361,316	369,461	6348,2
Max	6460,7	6214,1	6136,5	505,556	508,659	6460,7
Min	6266,2	6060,3	5479,2	188,550	189,590	6266,2

Berdasarkan Tabel.1, Tabel.2, dan Tabel.3 dari 10 pasien dengan variasi segmentasi didapatkan nilai rata-rata untuk HI pada penggunaan 5, 10 dan 15 segmentasi secara berturut-turut adalah sebesar 0,1162, 0,1212, dan 0,1263. Sedangkan nilai rata-rata untuk CI pada penggunaan 5, 10 dan 15 segmentasi secara berturut-turut adalah sebesar 0,9794, 0,9808, dan 0,9793. Dari hasil rata-rata tersebut jika dibandingkan dengan ketentuan ICRU report 83 dapat dikatakan sesuai, karena seluruh nilainya tidak melebihi atau kurang dari ketentuan ICRU report 83.

Hasil perhitungan distribusi dosis pada nilai HI dan CI ditunjukkan secara berturu-turut pada Gambar 1 dan Gambar 2 dengan penggunaan 5 segmen (warna orange), 10 segmen (warna abu-abu), dan 15 segmen (warna kuning). Jika dibandingkan dengan ketentuan ICRU hasil nilai perhitungan masih memenuhi standar ketentuan ICRU.



Gambar 1. Grafik nilai HI pada 5, 10, dan 15 segmentasi



Gambar 2. Grafik nilai CI pada 5, 10, dan 15 segmentasi

Data hasil penelitian pada sebaran distribusi dosis OAR pasien tumor otak dengan metode segmentasi citra pada penggunaan 5, 10, dan 15 secara berturut-turut ditunjukkan pada Tabel.4, Tabel.5, dan Tabel.6.

Tabel 4. Data Sebaran distribusi Dosis (OAR) pada 5 segmentasi.

Pasien Ke-	Organ at Risk					
	Brainstem (cGy)	Chiasma (cGy)	Left Eye (cGy)	Right Eye (cGy)	Left Lens (cGy)	Right Lens (cGy)
1.	5335,7	5134,7	4751,3	3422,8	1400,8	994,7
2.	5082,7	1950,6	1139,5	471,7	1020,5	241,5
3.	5317,0	4916,7	3623,8	1921,2	315,7	232,8
4.	3208,1	2839,3	1921,1	4280,2	248,0	864,4
5.	5284,1	4475,5	2952,7	953,8	744,8	552,8
6.	3836,5	4662,5	4212,2	4642,6	832,4	818,7
7.	1864,2	2735,0	1803,9	2883,7	445,9	572,0
8.	5136,1	4372,1	1360,4	588,9	760,8	194,6
9.	5053,3	5430,8	4779,1	3010,1	950,2	939,9
10.	5302,1	2899,2	998,5	2986,1	689,6	868,8
Rata-rata	4541,9	3893,8	2754,2	2516,1	740,8	628,0
Max	5335,7	5430,8	4779,1	4642,6	1400,8	994,7
Min	1864,2	1950,6	998,5	471,7	248,0	194,6

Tabel 5. Data Sebaran distribusi Dosis (OAR) pada 10 segmentasi.

Pasien Ke-	Organ at Risk					
	Brainstem (cGy)	Chiasma (cGy)	Left Eye (cGy)	Right Eye (cGy)	Left Lens (cGy)	Right Lens (cGy)
1.	4931,5	3907,8	2457,6	3220,3	896,5	820,9
2.	5073,9	1883,8	1082,1	5490,1	950,5	243,7
3.	5270,0	5062,3	4272,9	2218,5	363,3	273,4
4.	2444,1	2768,7	2666,4	4128,0	239,3	786,3
5.	4508,1	4211,4	2499,2	953,3	703,3	636,0
6.	2059,0	4609,8	4299,9	4852,2	985,5	832,2
7.	1826,3	2704,2	2043,3	3017,1	508,4	500,8
8.	4901,4	4075,0	1208,5	993,4	745,0	308,1
9.	4752,6	4376,1	4247,3	3420,6	896,2	984,7
10.	5275,1	3181,4	1062,0	2948,8	817,8	868,9
Rata-rata	4104,2	3633,9	2583,9	3124,2	710,5	625,5
Max	5275,1	5062,3	4299,9	5490,1	985,5	984,7
Min	1826,3	1883,8	1062,0	953,3	239,3	243,7

Tabel 6. Data Sebaran distribusi Dosis (OAR) pada 15 segmentasi.

Pasien Ke-	Organ at Risk					
	Brainstem (cGy)	Chiasma (cGy)	Left Eye (cGy)	Right Eye (cGy)	Left Lens (cGy)	Right Lens (cGy)
1.	4887,6	4949,8	2719,8	3301,1	740,4	780,5
2.	5140,8	1941,9	1116,6	466,2	999,9	238,3
3.	5303,7	4968,3	4436,3	2645,5	391,9	267,4
4.	2316,0	3019,7	2814,8	4290,8	294,8	801,4
5.	4515,1	4070,6	2655,8	1032,8	717,6	643,0
6.	2232,0	4425,9	4282,3	4848,1	919,7	734,0
7.	1656,2	3094,7	2729,6	3813,9	485,6	631,9
8.	4955,0	4507,0	935,5	801,1	737,2	220,0
9.	4877,8	5239,0	4814,9	2833,8	897,7	996,6
10.	5346,0	3896,7	1028,3	303,9	493,0	165,0
Rata-rata	4123,0	3956,2	2753,3	2433,7	667,7	547,8
Max	5346,0	5239,0	4814,9	4848,1	999,9	996,6
Min	1656,2	1941,9	935,5	303,9	294,8	165,0

Berdasarkan Tabel.4 dengan penggunaan variasi 5 segmentasi didapatkan nilai rata-rata untuk *Organ at Risk* pada *brainstem*, *chiasma*, *left eye*, *right eye*, *left lens* dan *right lens* secara berturut-turut yaitu 4541,9 3893,8, 2754,2, 2516,1, 740,8 dan 628,0. Pada Tabel.5 dengan penggunaan variasi 10 segmentasi didapatkan nilai rata-rata untuk *Organ at Risk* pada *brainstem*, *chiasma*, *left eye*, *right eye*, *left lens* dan *right lens* secara berturut-turut yaitu 4104,2, 3633,9, 2583,9, 3124,2, 710,5 dan 625,7. Pada Tabel.6 dengan penggunaan variasi 15 segmentasi didapatkan nilai rata-rata untuk *Organ at Risk* pada *brainstem*, *chiasma*, *left eye*, *right eye*, *left lens* dan *right lens* secara berturut-turut yaitu 4123,0, 3956,0, 2753,3, 2433,7, 667,7 dan 547,8. Dari hasil rata-rata tersebut jika dibandingkan dengan ketentuan *Radiation Oncology Based Review 2nd Edition* dapat dikatakan sesuai, karena seluruh nilainya tidak melebihi atau kurang dari ketentuan *Radiation Oncology Based Review 2nd Edition*.

Hasil perhitungan nilai distribusi dosis HI dan CI serta nilai sebaran distribusi dosis OAR selanjutnya dilakukan analisis statistik, untuk melihat apakah data sudah terdistribusi normal maka dilakukan uji normalitas. Data dikatakan terdistribusi normal jika nilai signifikansi > 0,05 namun jika nilai signifikansi <0,05 maka data tidak terdistribusi normal. Data terdistribusi normal akan dilanjutkan dengan Uji t dan untuk data yang tidak terdistribusi normal akan dilakukan Uji non parametrik. Hasil uji normalitas nilai HI, CI dan OAR pada penggunaan 5, 10, dan 15 segmentasi dapat dilihat pada Tabel.7 dibawah ini.

Tabel 7. Hasil uji normalitas

	Uji Normalitas		
	Sig.		
	5 Segmentasi	10 Segmentasi	15 Segmentasi
HI	0,026	0,234	0,016
CI	0,076	0,177	0,037
Brainstem	0,002	0,004	0,005
Chiasma	0,197	0,691	0,246
Left Eye	0,151	0,080	0,168
Right Eye	0,403	0,721	0,310
Left Lens	0,816	0,183	0,545
Right Lens	0,086	0,170	0,161

Hasil uji normalitas menunjukkan untuk nilai HI dan *brainstem* penggunaan 5 segmentasi, *brainstem* penggunaan 10 segmentasi, dan HI, CI serta *brainstem* penggunaan 15 segmentasi tidak terdistribusi normal. Data yang terdistribusi normal akan dilanjutkan uji menggunakan uji t pihak kiri. Mengingat jumlah data yang digunakan sebanyak 10 data, sehingga derajat kebebasan (df) yang diperoleh adalah 9. Berdasarkan derajat kebebasan tersebut, nilai t-tabel yang digunakan adalah sebesar -1,833.

Pada Tabel 8., Tabel 9., dan Tabel 10. diperoleh hasil uji-t pihak kiri pada penggunaan 5, 10 dan 15 segmentasi, dimana seluruh hasil nilai t-hitung < dari t-tabel sehingga hipotesis H_1 diterima dan H_0 ditolak yang artinya nilai hasil perhitungan < nilai standar yang ditetapkan atau hasil perhitungan masih dalam batas toleransi.

Tabel 8. Hasil uji-t penggunaan 5 segmentasi

	t-hitung	df	sig
CI	-5,227	9	0,006
Chiasma	-4,053	9	0,003
Left Eye	-4,736	9	0,001
Right Eye	-5,303	9	0,000
Left Lens	-2,366	9	0,042
Right Lens	-3,753	9	0,005

Tabel 9. Hasil uji-t penggunaan 10 segmentasi

	t-hitung	df	sig
HI	-17,232	9	0,000
CI	-5,961	9	0,006
Chiasma	-5,759	9	0,000
Left Eye	-5,850	9	0,000
Right Eye	-3,999	9	0,003
Left Lens	-3,549	9	0,006
Right Lens	-4,305	9	0,002

Tabel 10. Hasil uji-t penggunaan 15 segmentasi

	t-hitung	df	sig
Chiasma	-4,501	9	0,001
Left Eye	-4,969	9	0,001
Right Eye	-4,852	9	0,001
Left Lens	-4,378	9	0,002
Right Lens	-4,799	9	0,001

Dari Tabel 7. Terdapat data yang tidak terdistribusi normal yang selanjutnya akan dilakukan uji dengan uji *Mann-Whitney*.

Tabel 11. Hasil Uji Non-Parametrik

	Uji- Mann-Whitney		
	5 Segmen	10 Segmen	15 Segmen
	Sig		
HI	0,000	-	0,000
CI	-	-	0,000
Brainstem	0,000	0,000	0,000

Hasil uji *Mann-Whitney* ditunjukkan pada Tabel 11. Dimana semua hasil nilai signifikansi < 0,05 yang artinya hipotesis H_1 diterima dan H_0 ditolak, artinya nilai hasil perhitungan < nilai standar yang ditetapkan atau hasil perhitungan masih dalam batas toleransi.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai distribusi dosis radiasi pada perencanaan *planning* pasien tumor otak dengan menggunakan metode variasi segmentasi citra didapatkan kesimpulan bahwa didapatkan hasil distribusi dosis pada PTV yaitu nilai *Homogeneity Index* (HI) dan *Conformity Index* (CI) dengan rata-rata nilai HI apabila dibandingkan dengan standar ICRU yaitu 0 hingga 0,3 maka diperoleh nilai HI dengan penggunaan 5 segmentasi lebih seragam atau homogen karena hasilnya mendekati 0. Sedangkan nilai rata-rata CI apabila dibandingkan dengan standar ICRU yaitu 1, maka diperoleh nilai HI dengan penggunaan 10 segmentasi lebih sesuai dengan bentuk PTV karena hasilnya mendekati 1. Berdasarkan hasil penelitian, nilai rata-rata dosis maksimum yang diterima oleh *Organ at Risk* (OAR) diperoleh hasil distribusi dosis maksimum yang diterima oleh pasien tumor otak dengan variasi 5, 10, dan 15 segmentasi seluruhnya masih dalam batas toleransi yang ditetapkan dalam *Radiation Oncology A Question-Based Review 2nd Edition*.

Daftar Pustaka

- Bambang, H., Ika, Y., Hilmaniyaya., Suryani, D. 2020. *Quality Assurance (QA) Dan Quality Control (QC) Pada Instrumen Radioterapi Pesawat LINAC. Journal Biosains*. Vol. 22 :73-80.
- Elvira, R., Taufiq. I., Adrial. R., Ilyas. M. 2021. Analisis Perencanaan Radioterapi Pasien Kanker Nasofaring Menggunakan Teknik *Intensity Modulated Radiotherapy*. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*. Vol. 10 :337-343.
- Globacon (*Global Cancer Observatory*) Homepage. 2020. Cancer In Indonesia. <https://gco.iarc.fr/>. Diakses Oktober 2024.

- Hristov, B., Steven H. L., dan John P. C. 2015. *Radiation Oncology A Question-Based Review 2nd Edition*. Wolters Kluwer Health: Philadelphia.
- Husni, M., Shafii, M. A., Adrial, R., & Ilyas, M. 2021. Analisa Perbandingan Nilai *Conformity Index* dan *Homogeneity Index* pada Teknik 3D-CRT dan IMRT pada Kasus Kanker Payudara Berdasarkan Hasil TPS di RS UNAND. *Jurnal Fisika Unand*. Vol. 10 (4): 511-517.
- ICRU report 83. 2010. *Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT)*, The International Commission on Radiation Units and Measurements. USA.
- Purwatiningsih, P., Presetio, H., Haerunnisa, D. N. 2024. Pengaruh Filter Citra terhadap CT Number pada Pesawat CT Simulator. *Jurnal Lontar Physics Today*. Vol. 3 (1): 19-27.
- Sari, E. P., Lubis, A. S., Pretiwi, R. F., Oktaviana, A. T. 2024. Analisa Nilai *Conformity Index* (CI) Dan *Homogeneity Index* (HI) Hasil *Planning* Penyinaran Pasien Kanker Paru. *Jurnal Radiografer Indonesia*. Vol. 7 (1): 7-11.
- Suta, I. B. L. M., Sudarma, M., Kumara, I. S. 2020. Segmentasi Tumor Otak Berdasarkan Citra Magnetic Resonance Imaging Dengan Menggunakan Metode U-NET. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. Vol. 19 (2) 151.
- Xu, D., Li, G., Li, H., Jia, F. 2017. Comparison of IMRT versus 3D-CRT in the treatment of esophagus cancer: A Systematic review and meta-analysis, *Medicine (Baltimore)*. Vol. 96 (31):1-7. [https://DOI:/10.1097/MD.00000000000007685](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000007685).