

Analisis Nilai *CI* dan *HI Planning Target Volume (PTV)* pada Perencanaan Radioterapi Teknik IMRT untuk *Treatment* Kanker Nasofaring

M. Risky Fadila¹⁾, Rinarto Subroto²⁾, I Wayan Ari Makmur²⁾, Rahadi Wirawan¹⁾, Dian Wijaya Kurniawidi¹⁾

¹⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

²⁾Instalasi Radioterapi, Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi NTB, Mataram, Indonesia

Corresponding author : Rahadi Wirawan
E-mail : rwirawan@unram.ac.id

ABSTRAK

Analisis perencanaan *PTV* pada pengobatan kanker nasofaring menggunakan teknik *IMRT* merupakan evaluasi perencanaan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil perencanaan dosis yang maksimal. Penelitian yang dilakukan menggunakan 20 hasil perencanaan pengobatan kanker nasofaring dengan melakukan analisis parameter *CI* dan *HI* untuk *PTV 54*, *PTV 60*, dan *PTV 70* serta dosis serap yang diterima *OAR*. Hasil penelitian menunjukkan nilai *Conformity Index (CI)* yang diterima pada *PTV 54*, *PTV 60*, dan *PTV 70* berturut-turut yaitu $0,9998 \pm 0,0005$, $0,9731 \pm 0,0135$, dan $0,9679 \pm 0,0129$ Sedangkan nilai *Homogeneity Index (HI)* pada *PTV 54*, *PTV 60*, dan *PTV 70* berturut-turut yaitu $0,0516 \pm 0,0024$, $0,1779 \pm 0,0491$, dan $0,0117 \pm 0,0105$. Sedangkan dosis serap yang diterima masing-masing *OAR* diantaranya organ Mandibula yaitu $40,61 \text{ Gy} \pm 4,69 \text{ Gy}$, Batang Otak yaitu $29,76 \text{ Gy} \pm 6,72 \text{ Gy}$, Medula Spinalis yaitu $40,90 \text{ Gy} \pm 4,61 \text{ Gy}$, Mata kiri yaitu $12,12 \text{ Gy} \pm 3,89 \text{ Gy}$, Mata kanan yaitu $12,64 \text{ Gy} \pm 3,62 \text{ Gy}$, Lensa kiri yaitu $7,75 \text{ Gy} \pm 1,66 \text{ Gy}$, Lensa kanan yaitu $7,67 \text{ Gy} \pm 1,25 \text{ Gy}$, *Nervous optic* kiri yaitu $35,03 \text{ Gy} \pm 11,11 \text{ Gy}$, dan *Nervous optic* kanan yaitu $37,84 \text{ Gy} \pm 11,27 \text{ Gy}$. Hasil analisa yang telah dilakukan menunjukkan perencanaan yang dilakukan masih memenuhi rekomendasi yang telah ditetapkan *ICRU*.

Kata kunci: *PTV*, *Conformity Index*, *Homogeneity Index*, Kanker Nasofaring

ABSTRACT

Analysis of PTV planning in nasopharyngeal cancer treatment using IMRT technique is a planning evaluation conducted to obtain maximum dose planning results. The study used 20 nasopharyngeal cancer treatment planning results by analyzing CI and HI parameters for PTV 54, PTV 60, and PTV 70 as well as the absorbed dose received by OAR. The results showed that the Conformity Index (CI) values received for PTV 54, PTV 60, and PTV 70 were 0.9998 ± 0.0005 , 0.9731 ± 0.0135 , and 0.9679 ± 0.0129 respectively, while the Homogeneity Index (HI) values for PTV 54, PTV 60, and PTV 70 were 0.0516 ± 0.0024 , 0.1779 ± 0.0491 , and 0.0117 ± 0.0105 respectively. While the absorbed dose received by each OAR includes the Mandibular organ which is $40.61 \text{ Gy} \pm 4.69 \text{ Gy}$, Brainstem which is $29.76 \text{ Gy} \pm 6.72 \text{ Gy}$, Medulla Spinalis which is $40.90 \text{ Gy} \pm 4.61 \text{ Gy}$, Left eye which is $12.12 \text{ Gy} \pm 3.89 \text{ Gy}$, Right eye is $12.64 \text{ Gy} \pm 3.62 \text{ Gy}$, Left lens is $7.75 \text{ Gy} \pm 1.66 \text{ Gy}$, Right lens is $7.67 \text{ Gy} \pm 1.25 \text{ Gy}$, Left optic nerve is $35.03 \text{ Gy} \pm 11.11 \text{ Gy}$, and Right optic nerve is $37.84 \text{ Gy} \pm 11.27 \text{ Gy}$. The results of the analysis that have been carried out show that the planning carried out still meets the recommendations set by the ICRU.

Keywords: *PTV*, *Conformity Index*, *Homogeneity Index*, *Nasopharyngeal Cancer*

PENDAHULUAN

Kanker nasofaring (KNF) merupakan penyakit yang terjadi karena pertumbuhan sel secara tidak normal pada daerah di antara tenggorokan bagian atas dan di belakang hidung. Pengidap KNF banyak dialami oleh seluruh masyarakat di Dunia. Data *Global Cancer Observatory (GLOBOCAN)* tahun 2020, menyatakan KNF berada pada posisi ke-17 dengan berkisar 133.000 kasus dan kanker tersebut paling umum diderita oleh pria di dunia serta setiap tahunnya 2,2 kasus baru terjadi per 100.000 penduduk. Sementara itu,

di Indonesia jumlah pengidap KNF sekitar 19.000 kasus dan akan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Untuk menekan peningkatan kasus KNF tersebut, dibutuhkan metode pengobatan yang efisien dalam membunuh dan menghambat perkembangan sel kanker. Pengobatan kanker dapat dilakukan dengan tiga metode, yaitu operasi, kemoterapi, dan radioterapi. Salah satu metode yang efisien dan berkembang di era sekarang adalah radioterapi.

Radioterapi merupakan pengobatan kanker yang memanfaatkan penyinaran

eksternal kanker menggunakan radiasi pengion dengan dosis tertentu secara tepat dan terukur pada volume tertentu. Radioterapi ditujukan untuk memberikan dosis radiasi yang tepat guna menghentikan penyebaran sel-sel kanker dengan meminimalkan efek organ/jaringan sehat sekitar kanker yang dikenal *Organ At Risk (OAR)*. Peralatan radioterapi yang digunakan dalam pengobatan kanker adalah *Linear Accelerator (LINAC)*. *LINAC* mempercepat elektron secara linier untuk menghasilkan berkas foton maupun elektron yang digunakan untuk terapi radiasi (Podgorsak, 2005). Pemanfaatan *LINAC* dalam pengobatan kanker dilakukan dengan menerapkan beberapa teknik, seperti *Three Dimensional Conformal Radiotherapy (3D-CRT)*, *Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT)*, *Volumetric Modulated Arc Radiotherapy (VMAT)*, *Stereotatic Radiotherapy (SRT)* dan tomoterapi (Firmansyah, dkk., 2017). Pemilihan dan penentuan suatu teknik tersebut didasarkan hasil analisis perencanaan perlakuan yang dinamakan *Treatment Planning System (TPS)*. *TPS* ditujukan untuk menentukan daerah penyinaran agar jaringan abnormal mendapatkan dosis radiasi maksimal, sementara pada jaringan sehat mendapatkan dosis seminimal mungkin (BAPETEN, 2013). Pengobatan radioterapi untuk KNF biasanya menggunakan teknik *IMRT*. Perencanaan KNF digunakan teknik *IMRT* karena memberikan dosis yang bervariasi pada setiap arah penyinaran. Dosis yang bervariasi bertujuan agar distribusi dosis merata pada volume kanker. Informasi terkait dosis yang diterima jaringan tersebut ditampilkan dalam Kurva *Dose Volume Histogram (DVH)*. Besar dosis volume yang diamati pada kurva *DVH* antara lain dosis pada *Planning Target Volume (PTV)* dan dosis pada *Organ At Risk (OAR)* sehingga beberapa parameter yang dapat dievaluasi dari kurva tersebut yaitu *Conformity Index (CI)*, *Homogeneity Index (HI)*, dan dosis yang diterima *Organ At Risk (OAR)* (Husni, dkk., 2021).

Evaluasi kesesuaian indeks dan homogenitas indeks pada *PTV* pada Grafik *DVH* dilakukan untuk membuktikan bahwa dengan melakukan analisis *PTV* lebih dalam dapat mengetahui kualitas dari perencanaan radioterapi, sehingga dapat menjadi referensi dalam memaksimalkan perencanaan radioterapi. Penentuan kesesuaian *PTV* merupakan hal yang paling penting dalam proses perencanaan radioterapi. Kesesuaian *PTV* menentukan jumlah dosis yang akan diterima oleh kanker. Jika dosis yang diberikan pada *PTV* terlalu besar akan membahayakan

organ atau jaringan sehat sekitar, sementara dosis yang diberikan terlalu kecil akan menyebabkan sel kanker tidak mati. *PTV* yang dievaluasi menggunakan parameter *CI* dan *HI* harus sesuai dengan rekomendasi *International Commission on Radiation Units (ICRU)*, guna untuk mendapatkan hasil perencanaan pada *PTV* sesuai. Oleh sebab itu, dibutuhkan analisis hasil perencanaan radioterapi lebih lanjut untuk setiap *PTV*. Kasus kanker nasofaring teknik *IMRT* sendiri memiliki *PTV* lebih banyak. Oleh sebab itu, dibutuhkan analisis lebih lanjut terkait *PTV* pada perencanaan radioterapi serta dosis yang diterima oleh *OAR* untuk mengevaluasi perencanaan radioterapi agar dapat dimaksimalkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan 20 data hasil perencanaan pasien kanker nasofaring teknik *IMRT* di RSUD Provinsi NTB. Pasien diklasifikasikan berdasarkan stadium, preskripsi dosis, jumlah lapangan, dan energy yang digunakan. Data yang digunakan, yaitu kanker nasofaring stadium III lanjut, preskripsi dosis berkisar 54 Gy sampai 70 Gy terdiri atas *PTV-54*, *PTV-60*, dan *PTV-70*, besar energi yang digunakan adalah 10 MV, jumlah lapangan penyinaran berkisar 5 sampai dengan 11 lapangan dengan setiap satu lapangan terdiri dari tiga *PTV*, dan luas lapangan secara *irregular* dikarenakan kasus kanker nasofaring dengan teknik *IMRT* menggunakan *multileaf collimator (MLC)* yang dapat menyesuaikan bentuk seperti bentuk tumor. Setelah dilakukan pemilahan data, dilakukan pengambilan data pada *TPS eclipse* dengan melihat nilai pada grafik *Dose Volume Histogram (DVH)* yang telah dibuatkan perencanaan oleh Fisikawan Medis. Grafik *DVH* yang dibuat terdapat tiga buah *PTV* yaitu *PTV-54*, *PTV-60*, dan *PTV-70* serta *Organ At Risk (OAR)*.

Hasil grafik *DVH* yang telah dibuatkan perencanaan untuk teknik *IMRT* terdapat *PTV* dengan masing-masing *PTV* diambil nilai pada V_{PTV} dan $V_{95\%}$ untuk dapat menentukan *Conformity Index (CI)* dapat dilihat pada persamaan (1) berikut.

$$CI = \frac{V_{95\%}}{V_{PTV}} \quad (1)$$

V_{95} merupakan volume *PTV* yang menerima 95% dosis (cm^3) dan V_{PTV} merupakan total dari volume *PTV* (cm^3) (Husni, dkk., 2021). Menurut ICRU report 62 nilai *CI* yang direkomendasikan yaitu mendekati 1. Jika nilai

mendekati 1, menandakan kurva isodosis preskripsi pada *PTV* berimpit dengan target tumor (Volume perencanaan sesuai dengan volume target tumor nyata). Sebaliknya, jika tidak mendekati 1, menandakan kurva isodosis preskripsi pada *PTV* tidak berimpit/sesuai dengan target tumor (ICRU Report 62, 1999). Selanjutnya, Nilai pada $D_{98\%}$, $D_{50\%}$, dan $D_{2\%}$ untuk dapat menentukan *Homogeneity Index (HI)* dapat dilihat pada persamaan (2) berikut.

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

$D_{2\%}$ merupakan dosis yang mencakup 2% volume *PTV* (cGy), $D_{98\%}$ merupakan dosis

yang mencakup 98% volume *PTV* (cGy), dan $D_{50\%}$ merupakan dosis yang mencakup 50% volume *PTV* (cGy) (Husni, dkk., 2021). Menurut ICRU nilai *HI* yang direkomendasikan yaitu mendekati 0. Nilai *HI* merepresentasikan homogenitas dosis dalam volume target dengan nilai idealnya 0. Jika nilai idealnya 0, yang berarti seluruh dosis pada volume target homogen. Kehomogenan pada teknik terjadi karena adanya optimasi dalam *TPS* yang memaksa agar dosis yang diterima oleh pasien sama di setiap arah penyinaran (ICRU Report 62, 1999).

Tabel 1 Batasan Dosis yang dapat diterima OAR

Organ	Batasan Dosis	Batasan Dosis di PRV
Batang Otak	Dosis maksimal 54 Gy	Tidak lebih dari 1% melebihi 60 Gy
Medula Spinalis	Dosis maksimal 45 Gy	Tidak lebih dari 1% melebihi 50 Gy
Nervus Optik, Kiasma Optik	Dosis maksimal 50 Gy	Dosis maksimal 54 Gy
Mandibula dan Temporo Mandibula Joint	70 Gy, jika tidak mungkin, pastikan dosis 75 Gy tidak lebih dari 1 cc	
Pleksus Brakialis	Dosis maksimal 66 Gy	
Kavum Oris (tak termasuk <i>PTV</i>)	Rerata mean dose kurang dari 40 Gy	
Tiap koklea	Tidak lebih dari 5% mendapat 55 Gy atau lebih	
Mata	Dosis maksimal 55 Gy	
Lensa	Dosis maksimal 25 Gy	
Laring Glotis	Dosis maksimal 45 Gy	
Esofagus, Faring pasca krikoid	Dosis maksimal 45 Gy	

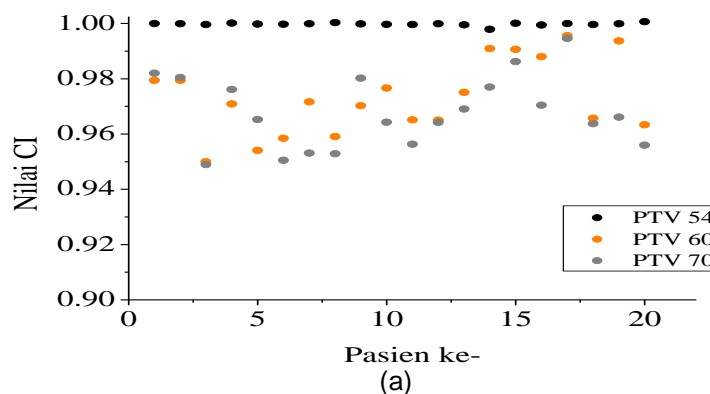
(Sumber: Kemenkes RI, 2019)

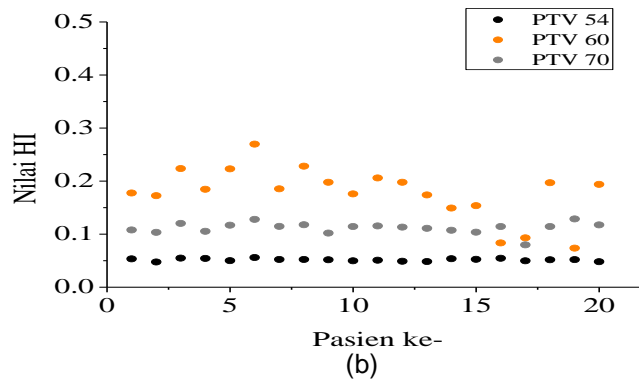
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis *PTV* dengan Parameter *CI* dan *HI*

Analisis perencanaan pada *PTV* merupakan evaluasi distribusi dosis yang diterima oleh target. Evaluasi perencanaan pada *PTV* dilakukan untuk mengetahui persebaran dosis pada perencanaan target dan melihat dosis yang diterima organ sehat sekitar. Evaluasi perencanaan dilakukan dengan menganalisis kesesuaian dosis dan homogenitas dosis pada *PTV*. Analisis kesesuaian dosis dan homogenitas dosis pada

PTV menggunakan parameter *CI* dan *HI*. Parameter *CI* dan *HI* digunakan untuk mengetahui preskripsi dosis yang direncanakan telah sesuai dan homogen dosis yang diberikan sehingga target menerima dosis yang maksimal dan organ sehat di sekitar menerima dosis maksimal. Hasil Analisis *PTV* untuk 20 pasien kanker nasofaring teknik *IMRT* dengan parameter *CI* dan *HI* berdasarkan kurva *DVH* dapat dilihat persebaran pada Gambar 1 berikut.





Gambar 1 Grafik Persebaran Nilai (a) CI , dan (b) HI per Pasien

Pada Gambar 1 (a) di atas merupakan nilai indeks kesesuaian dosis atau *conformity index* dengan nilai *CI* 20 pasien berkisar 0,9979 sampai dengan 1,0006 untuk *PTV 54*, 0,9500 sampai dengan 0,9956 untuk *PTV 60*, dan 0,9490 sampai dengan 0,9956 untuk *PTV 70*. Menurut *ICRU report 62*, (1999) bahwa nilai ideal yang direkomendasikan untuk *CI* yaitu 1 yang maksudnya seluruh dosis radiasi preskripsi melingkupi keseluruhan *PTV*. Jika dilihat pada nilai persebaran dosis pada ketiga masih di atas rentang 0,949 sampai 1,001 yang menandakan bahwa persebaran masih melingkupi preskripsi. Jika dilihat dari nilai yang diharapkan *ICRU* yaitu berada pada rentang 0,95 sampai 1,00 sehingga dapat dikatakan masih memenuhi yang telah disarankan. *ICRU* menyarankan pada rentang tersebut karena selain untuk mengobati kanker, perencanaan difokuskan untuk melindungi *OAR* agar tidak menerima dosis yang melebihi batasan yang diatur oleh *Radiation Therapy Oncology Group (RTOG)* yang terangkum dalam *KEPMENKES* tahun 2019 terkait batasan dosis *OAR* untuk kanker nasofaring, sehingga dosis yang diterima *PTV* berkurang. Selain itu, pada Gambar 1 (b)

merupakan nilai homogenitas dosis atau *homogeneity index* dengan nilai *HI* berkisar 0,0474 sampai dengan 0,0560 untuk *PTV 54*, 0,0735 sampai dengan 0,2696 untuk *PTV 60*, dan 0,0797 sampai dengan 0,1287 untuk *PTV 70*. Nilai *HI* yang direkomendasikan *ICRU* idealnya yaitu 0. Berdasarkan penelitian Elvira, dkk., (2021) bahwa penelitian yang dilakukan menargetkan nilai batasan *HI* yaitu 0 sampai dengan 0,35 agar distribusi dosis masih dalam rentang 90% hingga 100% dari dosis preskripsi pada semua volume *PTV*. Jika dilihat grafik *HI* pada ketiga *PTV* bahwa seluruh nilai masih memenuhi standar yang diterapkan oleh Elvira, dkk., (2021). Selanjutnya dilakukan analisis lanjutan untuk memverifikasi data lebih mendalam.

Analisis lanjutan dilakukan dengan melihat rata-rata (\bar{X}), standar deviasi (*SD*), dan mengetahui pada nilai *CI* dan *HI* pada masing-masing *PTV* memiliki perbedaan signifikan atau tidak guna memaksimalkan perencanaan. Hasil analisis lebih lanjut terkait nilai *CI* dan *HI* terangkum pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Nilai *CI* dan *HI*

Nilai	<i>PTV 54</i>		<i>PTV 60</i>		<i>PTV 70</i>		<i>p-value</i>
	\bar{X}	<i>SD</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	
<i>Conformity Index (CI)</i>	0,9998	0,0005	0,9731	0,0135	0,9679	0,0129	0,000
<i>Homogeneity Index (HI)</i>	0,0516	0,0024	0,1779	0,0491	0,0117	0,0105	0,000

Jika dilihat pada Tabel 2 di atas, dapat dikatakan bahwa *PTV 54* pada 20 pasien merupakan *PTV* yang baik karena memenuhi nilai yang direkomendasikan *ICRU* yaitu mendekati 1 untuk *CI* dan mendekati 0 untuk *HI*. Jika dilihat dari penelitian sejalan yang dilakukan sebelumnya yaitu yang dilakukan

oleh Husni, dkk., (2021) didapatkan nilai *CI* untuk teknik *IMRT* dalam rentang 0,9447 sampai 0,9987 dan *HI* dalam rentang 0,035 sampai 0,147. Sedangkan pada penelitian Effina, dkk., (2022) dan Savitri, dkk., (2022) didapatkan nilai *CI* berturut-turut yaitu $0,081 \pm 0,024$ dan 1,019668 dan *HI* berturut-turut yaitu

0,081 ± 0,009 dan 0,093126. Selain itu, penelitian dengan kasus kanker dan teknik yang sama didapatkan nilai dengan lapangan yang lebih banyak berkisar 0,9573 ± 0,0100 untuk nilai *CI* dan nilai *HI* berkisar 0,0651 ± 0,0100. Hal tersebut menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan mendapatkan hasil perencanaan yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan sebelum-sebelumnya. Oleh sebab itu, dengan adanya lebih banyak *PTV* dan dilakukan evaluasi lebih dalam terkait *PTV* meningkatkan hasil perencanaan yang maksimal. Selain itu, dilakukan uji lanjut terkait data yang didapatkan dengan menggunakan uji *Kruskal Wallis* (dengan signifikansi $p > 0,05$). Uji yang dilakukan didapatkan untuk *CI* yaitu nilai $sig. < 0,05$ dengan nilai *p-value* yaitu 0,000 dan nilai *HI* yaitu nilai $sig. < 0,05$ dengan nilai *p-value* yaitu 0,000 yang artinya kedua nilai *CI* dan *HI* untuk H_0 ditolak sehingga dapat

dikatakan dari ketiga *PTV* pada perencanaan radioterapi kanker nasofaring memiliki perbedaan yang signifikan, serta perlu dilakukan penyesuaian perencanaan dari ketiga *PTV* agar menghasilkan perencanaan yang baik. Jika dilihat dari Tabel 2, perencanaan yang sedikit jauh dari rekomendasi *ICRU* yaitu pada *PTV 60* dan *PTV 70*.

Dosis pada OAR

Organ Sehat sekitar kanker nasofaring terdiri atas mandibula, batang otak, medula spinalis, mata, lensa, dan *nervous optic*. Organ sehat memiliki batasan dosis yang diterima. Jika dosis yang diberikan melebihi batas yang telah ditentukan, organ tersebut atau sel yang menyusun organ tersebut akan rusak. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dosis yang diterima 20 pasien kanker nasofaring teknik *IMRT* dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Dosis yang diterima OAR

OAR	Dosis yang diterima (Gy)		Dosis Maksimal (Gy)	Keterangan
	\bar{x}	SD		
Mandibula	40,61	4,69	70	Memenuhi
Batang Otak	29,76	6,72	54	Memenuhi
Medula Spinalis	40,90	4,61	45	Memenuhi
Mata kiri	12,12	3,89	55	Memenuhi
Mata Kanan	12,64	3,62	55	Memenuhi
Lensa Kiri	7,75	1,66	25	Memenuhi
Lensa Kanan	7,67	1,25	25	Memenuhi
<i>Nervous Optic</i> kiri	35,03	11,11	50	Memenuhi
<i>Nervous Optic</i> kanan	37,84	11,27	50	Memenuhi

Berdasarkan Tabel 3 di atas, dapat dijelaskan seluruh organ sehat sekitar target tumor menerima dosis kurang dari dosis yang ditetapkan sehingga dapat dikatakan perencanaan yang dibuat masih termasuk dalam kategori memenuhi standar yang telah ditentukan oleh KEPMENKES tahun 2019 tentang batasan dosis OAR. Namun, jika dilihat pada Tabel 3 bahwa pada Medula spinalis di atas 45 Gy dengan nilai 40,90 Gy ± 4,61 Gy yang seharusnya masuk kategori tidak memenuhi, tetapi jika dilihat pada Tabel 1 yang menyatakan batasan di *Partial Volume At Risk (PRV)* tidak lebih dari 1% melebihi dosis 50 Gy yang artinya persentase volume organ risiko yang menerima dosis di atas 50 Gy harus sangat kecil, tidak lebih dari 1% seluruh volume organ risiko. Oleh sebab itu, medula

spinalis dapat dikatakan masih dapat memenuhi batasan dosis yang dapat diterima.

Berdasarkan penelitian bahwa dosis yang diterima *PTV* dan OAR masih memenuhi rekomendasi *ICRU*. Semakin besar dosis yang diterima *PTV* dan semakin kecil dosis yang diterima OAR, maka perencanaan yang dibuat semakin baik. Jika dilihat pada Tabel 3 bahwa nilai masih memenuhi batasan dosis yang diberikan. Namun, akan lebih baik jika pada organ menerima dosis lebih sedikit lagi. Hal yang mempengaruhi dosis yang diterima OAR adalah kesesuaian dosis dan homogenitas dosis pada *PTV*. Semakin baik kesesuaian dosis dan homogenitas dosis target, maka dosis yang akan diterima OAR akan lebih kecil. Oleh sebab itu, perlunya dilakukan evaluasi lebih lanjut terkait perencanaan radioterapi pada *PTV*.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian didapatkan bahwa nilai *Conformity Index (CI)* yang diterima pada *PTV 54*, *PTV 60*, dan *PTV 70* berturut-turut yaitu $0,9998 \pm 0,0005$, $0,9731 \pm 0,0135$, dan $0,9679 \pm 0,0129$. Sedangkan nilai *Homogeneity Index (HI)* pada *PTV 54*, *PTV 60*, dan *PTV 70* berturut-turut yaitu $0,0516 \pm 0,0024$, $0,1779 \pm 0,0491$, dan $0,0117 \pm 0,0105$. Sedangkan dosis serap yang diterima masing-masing *OAR* diantaranya organ Mandibula yaitu $40,61 \text{ Gy} \pm 4,69 \text{ Gy}$, Batang Otak yaitu $29,76 \text{ Gy} \pm 6,72 \text{ Gy}$, Medula Spinalis yaitu $40,90 \text{ Gy} \pm 4,61 \text{ Gy}$, Mata kiri yaitu $12,12 \text{ Gy} \pm 3,89 \text{ Gy}$, Mata kanan yaitu $12,64 \text{ Gy} \pm 3,62 \text{ Gy}$, Lensa kiri yaitu $7,75 \text{ Gy} \pm 1,66 \text{ Gy}$, Lensa kanan yaitu $7,67 \text{ Gy} \pm 1,25 \text{ Gy}$, *Nervous optic* kiri yaitu $35,03 \text{ Gy} \pm 11,11 \text{ Gy}$, dan *Nervous optic* kanan yaitu $37,84 \text{ Gy} \pm 11,27 \text{ Gy}$.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB yang memberi izin dalam melakukan pengambilan data dan terimakasih kepada pihak-pihak yang terkait yang membantu dalam penyelesaian artikel ini.

DAFTAR RUJUKAN

- BAPETEN. (2013). Retrieved 09 29, 2022, from JDIH Badan Pengawas Tenaga Nuklir: <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-pengawas-nuklir-nomor-3-tahun-2012-tentang-keselamatan-radiasi-dalam-penggunaan-radioterapi>.
- GLOBOCAN Homepage. (2020). Retrieved 09 29, 2022, from Cancer Today: <https://gco.iarc.fc/today/fact-sheets-cancers>.
- Effina, A., Milvita, D., & Ilyas, M. (2022). Distribusi Dosis Radiasi Foton pada Treatment Plannig System menggunakan Teknik 3DCRT dan *IMRT* untuk Terapi Kanker Serviks. *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 11(1), pp 126-130.
- Elvira, R., Taufiq, I., Adrial, R., & Ilyas, M. (2021). Analisis Perencanaan Radioterapi Pasien Kanker Nasofaring menggunakan Teknik Intensity Modulated Radiotherapy. *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 10(3), pp 337-343.
- Firmansyah, A., S. Sunaryati, N. Rajagukguk, & Wurdianto. (2017). Perkembangan Teknologi Pada Pesawat Teleterapi di Indonesia dan Aspek Keselamatannya. *Prosiding Seminar Keselamatan Nuklir* (pp. 337-343). Yogyakarta: FMIPA Universitas Gadjah Mada.
- Husni, M., Shafii, A.S., Adrial, R., & Ilyas, M. (2021). Analisis 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), pp 511-517.
- ICRU 50 1993. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy. ICRU report no. 50. ICRU, Bethesda, Maryland.
- ICRU 62 1999. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy. ICRU report no. 62 (supplement to ICRU report no. 50). ICRU, Bethesda, Maryland.
- ICRU 83 2010. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy. ICRU report no. 83 (supplement to ICRU report no. 62). ICRU, Bethesda, Maryland.
- Kemenkes RI. 2019. Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor HK. 01. 07/MENKES/684/2019 tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Kanker Nasofaring.
- Podgorsak, E. (2005). *Radiation Oncology Physics: A Hand Boo for Teachers and Student*. Vienna: IAEA.
- Savitri, Y. D., Sutapa, G.N., Sudarsana, I.W.B., dan Irhas, R. (2022). Radioterapi *LINAC* Energi 6 MV Terhadap Kanker Serviks pada Organ Rektum menggunakan Teknik 3DCRT dan *IMRT* di RSUP Sanglah Denpasar. *Kappa Journal*, Vol. 6(1), pp 7-14.