

## DISTRIBUSI DOSIS RADIASI FOTON PADA TREATMENT PLANNING SYSTEM MENGGUNAKAN TEKNIK 3DCRT DAN IMRT UNTUK TERAPI KANKER SERVIKS

Anggi Effina<sup>1</sup>, Dian Milvita<sup>1</sup>, Muhammad Ilyas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Fisika Nuklir, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

<sup>2</sup>Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Pendidikan Univeristas Andalas, Padang, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 23 November 2021  
Direvisi: 09 Desember 2021  
Diterima: 15 Januari 2022

#### Kata kunci:

Distribusi dosis  
3DCRT  
IMRT  
Homogeneity Index  
Conformity Index  
Normal Tissue to Integral Dose  
Dose Volume Histogram.

#### Keywords:

Distribution dose  
3DCRT  
IMRT  
Homogeneity Index  
Conformity Index  
Normal Tissue to Integral Dose  
Dose Volume Histogram.

#### Penulis Korespondensi:

Anggi Effina  
Email:  
[Anggieffina44@gmail.com](mailto:Anggieffina44@gmail.com)

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai distribusi dosis radiasi foton pada *Treatment Planning System* (TPS) menggunakan teknik *Three Dimension Conformal Radiotherapy* (3DCRT) dan *Intensity Modulation Radiotherapy* (IMRT) untuk terapi kanker serviks. Penelitian bertujuan untuk mengetahui distribusi dosis yang mencakup *Planning Target Volume* (PTV) melalui *Conformity Index* (CI) dan *Homogeneity Index* (HI) serta *Normal Tissue to Integral Dose* (NTID) jaringan di luar target kanker berdasarkan grafik *Dose Volume Histogram* (DVH) yang tidak melebihi batas Organ at Risk (OAR). Analisis data dilakukan pada hasil grafik DVH yang didapatkan dari TPS. Pada hasil penelitian didapatkan berupa hasil nilai CI pada teknik 3DCRT  $0,080 \pm 0,023$  dan teknik IMRT  $0,081 \pm 0,024$  dan HI untuk teknik 3DCRT  $0,091 \pm 0,022$  dan teknik IMRT  $0,081 \pm 0,009$  yang tidak melebihi 1, kemudian didapatkan nilai pada Jaringan normal di luar kanker didapatkan nilai NTID melingkupi nilai *mean dose* dari PTV, Rectum (dubur), Bladder (kandung kemih), Bowel (usus), Femoral Head (kepala femoralis) yang tidak melebihi OAR, hasil yang diperoleh tidak melebihi standar yang ditetapkan oleh ICRU Report 62 dan ICRU Report 83.

*Research has been carried out on the distribution of photon radiation doses in the Treatment Planning System (TPS) using Three Dimension Conformal Radiotherapy (3DCRT) and Intensity Modulation Radiotherapy (IMRT) techniques for cervical cancer therapy, the study aims to determine the dose distribution which includes Planning Target Volume (PTV) through Conformity Index (CI) and Homogeneity Index (HI) as well as Normal Tissue to Integral Dose (NTID) of non-target cancer tissues based on Dose Volume Histogram (DVH) charts that do not exceed the Organ at Risk (OAR) limit. Data analysis was carried out on the results of the DVH graph obtained from the TPS. The dose distribution is obtained in the form of CI for 3DCRT technique  $0.080 \pm 0.023$  and IMRT technique  $0.081 \pm 0.024$  and HI for 3DCRT technique  $0.091 \pm 0.022$  and IMRT technique  $0.081 \pm 0.009$  values that do not exceed 1, then in normal tissue outside of cancer, the NTID value includes mean dose the PTV, Rectum, Bladder, Bowel, Femoral Head values do not exceed OAR, the results obtained do not exceed the standards set by ICRU Report 62 and ICRU Report 83.*

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Kanker serviks adalah pertumbuhan sel-sel kanker di mulut rahim yaitu leher rahim bagian bawah, kanker ini umumnya berkembang perlahan dan pengobatan kanker servik tergantung ukuran kanker. Pengobatan kanker serviks tahap awal dapat dilakukan menggunakan radioterapi, pada radioterapi menggunakan radiasi eksternal dapat dilakukan menggunakan pesawat *Linear Accelerator* (Linac) dan pesawat Cobalt-60. Pesawat Linac memiliki beberapa pilihan berkas radiasi yaitu berkas elektron dan foton. Linac juga terdapat teknik penyinaran yaitu teknik *Three Dimension Conformal Radiotherapy* (3DCRT) dan *Intensity Modulated Radiotherapy* (IMRT).

(Aoyama dkk., 2006) pada penelitian dosis integral ke jaringan normal dengan radiasi eksternal kemudian (Tyagi dkk., 2010) pada penelitian analisis dosimetri pada rencana 6 MV dan 15 MV untuk teknik IMRT pada karsinoma serviks didapatkan nilai NTID melebihi batas dan menurut (Suhartono dkk., 2014) penelitian yang telah dilakukan pada teknik 3DCRT dibandingkan dengan IMRT pada radiasi *Whole Pelvic* karsinoma serviks, dengan mengevaluasi distribusi dosis melalui grafik DVH, didapatkan nilai HI lebih besar di atas 1.

Penelitian ini dilakukan pada TPS menggunakan data sekunder pasien kanker serviks di rumah sakit pendidikan Universitas Andalas. Perencanaan dilakukan pada penelitian ini digunakan teknik 3DCRT dan IMRT untuk kanker serviks berdasarkan grafik DVH, diperoleh hasil nilai CI dan HI yang tidak melebihi 1, serta hasil nilai NTID yang didapatkan dari *Mean Dose* untuk di luar jaringan normal yang tidak melebihi OAR. Sesuai standar ketetapan pada penelitian ini yaitu: *International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) Report no 62* tahun 1999, *ICRU Report 83* tahun 2010 dan untuk kanker serviks pada *Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) 90-01* tahun 2014, penelitian ini dilakukan agar hasil tidak melebihi nilai 1 dan OAR, sehingga bisa menghindari jaringan di luar target yang terkena radiasi yang tidak diinginkan.

## II. METODE

Penelitian dilaksanakan di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Universitas Andalas dan laboratorium Fisika Nuklir Jurusan Fisika Universitas Andalas selama 8 bulan. Alat dan bahan digunakan pada penelitian adalah data sekunder pasien kanker serviks yang digunakan pada penelitian ini adalah 16 data sekunder pasien kanker karsinoma serviks yang dilakukan perencanaan menggunakan teknik 3DCRT dan IMRT. Selanjutnya seperangkat komputer yang dilengkapi dengan *software Eclipse* Komputer digunakan untuk memproses data pasien kanker serviks pada TPS dengan bentuk grafik DVH tampilan yang sederhana dan tidak banyak warna serta mudah dipahami untuk pemula. *Software Eclipse* ini berfungsi untuk melakukan distribusi dosis, pengolahan data, dan akan ditampilkan dalam bentuk grafik DVH.

Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data sekunder pasien kanker serviks. Data sekunder diolah menggunakan *software Eclipse*. Pada grafik DVH di dapatkan hasil nilai HI, CI dan jaringan normal di luar kanker NTID untuk dosis preskripsi yang melingkupi target dan di luar target. Pengambilan 16 data sekunder pasien kanker serviks dari rumah sakit UNAND, data sekunder tersebut di proses pada TPS yang dilihat pada grafik DVH, kemudian data diolah menggunakan perencanaan teknik 3DCRT dan teknik IMRT untuk mendapatkan nilai CI dan HI kemudian pada grafik DVH dilihat untuk mendapatkan nilai Integral dosis pada jaringan normal.

Nilai CI dari ketentuan *ICRU Report 62* dan *83* dapat dilihat pada Persamaan 1:

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

TV adalah volume yang diperlukan (volume yang tertutup oleh permukaan isodosis),  $V_{PTV}$  adalah volume target perencanaan.

Nilai HI dari ketentuan *ICRU Report 62* dan *83* dapat dilihat pada Persamaan 2:

$$HI = \frac{(D2-D98)}{D50} \quad (2)$$

D2 adalah dosis minimum hingga 2% dari volume pada target yang menunjukkan dosis mendekati maksimum, D98 adalah dosis minimum hingga 98% dari volume pada target yang menunjukkan dosis hamper minimum, dan D50 adalah dosis yang ditentukan.

NTID dapat dijabarkan dengan manual sebagai *Mean Dose* dengan ketentuan *ICRU Reports No 83* dan *RTOG 90-01*. Nilai NTID dapat dilihat pada Persamaan 3 :

$$NTID = \text{mean dose} \quad (3)$$

Pengolahan data diolah pada hasil TPS yang diperlihatkan pada grafik DVH untuk teknik 3DCRT dan IMRT yang memperlihatkan hubungan antara dosis radiasi D2%, D50%, D98% pada kanker serviks, kemudian grafik DVH menunjukkan nilai dosis radiasi di luar kanker pada jaringan normal bagian yang terkena kanker serviks.

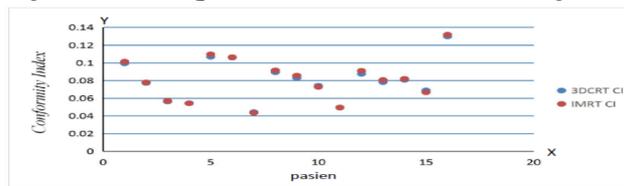
Analisis data dilakukan terhadap distribusi dosis foton pada teknik IMRT dan 3DCRT yang mencakup PTV didapatkan nilai CI dan HI, kemudian pada PTV, *Rectum*, *Bowel*, *Bladder*, dan *Femoral Head* untuk menentukan nilai NTID yang didapatkan dari jaringan di luar target untuk teknik 3DCRT dan IMRT. Berdasarkan ketentuan dari ICRU *Reports* 62, ICRU *Reports* 83 dengan nilai CI dan HI yang tidak melebihi 1, serta pada jaringan di luar kanker yang tidak melebihi OAR pada kanker serviks.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Nilai Conformity Index (CI)

Nilai CI diperoleh berdasarkan Persamaan 1 yang digunakan pada 16 data sekunder pasien kanker serviks. Hasil perhitungan dengan nilai rata-rata dan standar nilai deviasi yang dapat pada penelitian ini untuk nilai HI pada teknik 3DCRT dengan hasil  $0,080 \pm 0,023$  dan teknik IMRT  $0,081 \pm 0,024$ .

Hasil CI yang berdekatan dikarenakan pada data pasien didapatkan hasil cukup baik untuk kedua teknik dari perencanaan yang dilakukan ke pasien, walau perbedaannya tidak terlihat untuk kedua teknik yang masih berada bawah nilai 1 dengan rata-rata nilai deviasi yang didapatkan jauh dari nilai CI, sehingga data yang diperoleh kurang bervariasi. Grafik nilai CI dapat dilihat pada Gambar 1:



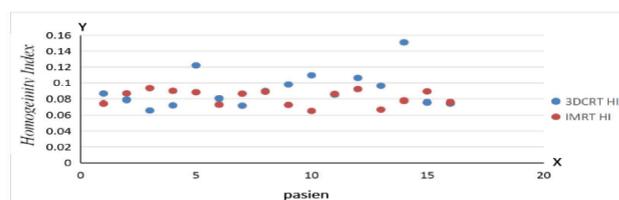
**Gambar 1** Deviasi Nilai Conformity Index terhadap volume pada teknik 3DCRT dan IMRT

Grafik pada penelitian ini menunjukkan data CI yang ditunjukkan pada grafik untuk teknik 3DCRT dan IMRT pada standar yang ditetapkan di bawah 1, dikarenakan pada data sekunder pasien yang didapatkan untuk nilai CI bagus dan sesuai standar yang ditentukan.

#### 3.2 Nilai Homogeneity Index (HI)

Nilai HI dapat diperoleh berdasarkan Persamaan 2 yang digunakan untuk mendapatkan nilai HI dari 16 data sekunder pasien kanker serviks. Hasil perhitungan dapat dilihat dengan nilai rata-rata dan standar nilai deviasi yang dapat pada penelitian ini dengan teknik 3DCRT diperoleh hasil  $0,091 \pm 0,022$  dan teknik IMRT  $0,081 \pm 0,009$ .

Hasil HI yang didapatkan sangat baik untuk kedua teknik dari perencanaan yang dilakukan ke pasien, walau perbedaannya tidak terlalu jauh terlihat untuk kedua teknik yang masih berada bawah nilai 1 dengan isodosis 95% didapatkan hasil HI yang sangat baik yang sesuai standar, dengan rata-rata nilai deviasi yang didapatkan untuk kedua teknik yang lebih kecil dari rata-rata HI maka menunjukkan data yang diperoleh kurang bervariasi. Menurut (Suhartono dkk., 2014) perbedaan hasil HI yang melebihi nilai 1, didapatkan karena dosis radiasi bergantung pada jangkauan Homogenitas volume yang relatif besar kurva 95% isodosis lebih mudah tercapai dibandingkan pada kurva 98%. Grafik nilai HI dapat dilihat pada Gambar 2:



**Gambar 2** Deviasi Nilai Homogeneity Index terhadap volume pada teknik 3DCRT dan IMRT

Grafik yang didapatkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa data HI untuk kedua teknik ditunjukkan berdekatan, namun pada data ke-14 hasil nilai HI sekitar 0,15 dikarenakan D2% pasien yang di dapatkan cukup tinggi yaitu 105,59, pada standar yang ditetapkan nilai HI masih di bawah 1, dikarenakan homogenitas pada kurva 95% isodosis mudah tercapai dan tidak melebihi 1, dikarenakan pada data sekunder pasien yang didapatkan secara keseluruhan untuk nilai HI cukup baik dan sesuai standar yang ditentukan.

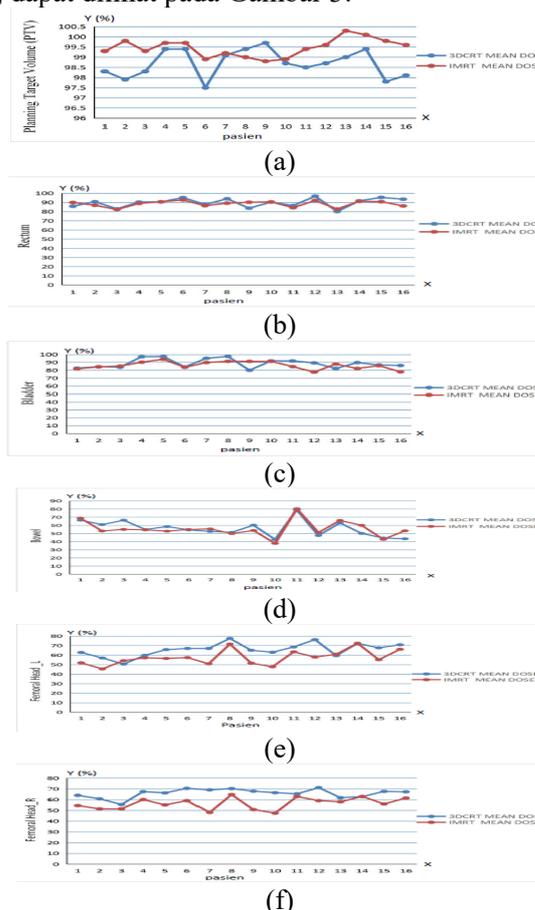
### 3.3 Nilai Integral Dose

Nilai *Integral Dose* dapat diperoleh berdasarkan persamaan 3 yang digunakan untuk mendapatkan nilai *Integral Dose* dari 16 data sekunder pasien kanker serviks. Hasil perhitungan dengan nilai rata-rata yang dapat dilihat pada Tabel 3:

**Tabel 3** Nilai *Integral Dose*

<i>Integral Dose</i>	3DCRT Rata-rata (%)	IMRT Rata-rata (%)
<i>Planning Target Volume (PTV)</i>	98,7	99,46
<i>Rectum (usus besar)</i>	89,73	88,46
<i>Bladder (kandung kemih)</i>	88,75	86,16
<i>Bowel (usus)</i>	55,97	55,62
<i>Femoral Head L (kepala femoralis)</i>	65,67	57,53
<i>Femoral Head R (kepala femoralis)</i>	65,91	54,45

Pada Tabel 3 didapatkan hasil dari nilai hasil *Integral Dose* yang didapatkan untuk di luar target tidak banyak melebihi OAR, dapat dilihat pada Gambar 3:



**Gambar 3** Deviasi Nilai *Integral Dose* terhadap volume pada  
 a) PTV terhadap *Mean Dose*  
 b) *Rectum* terhadap *Mean Dose*  
 c) *Bladder* terhadap *Mean Dose*  
 d) *Bowel* terhadap *Mean Dose*  
 e) *Femoral Head\_L* terhadap *Mean Dose*  
 f) *Femoral Head\_R* terhadap *Mean Dose*

Menurut (Aoyama dkk., 2006) pada energi 6 MV dan 20 MV untuk 3DCRT dan IMRT konvensional terjadi pengurangan nilai NTID ditunjukkan sehubungan dosis dinding rektum dan bola penis tidak ada peningkatan NTID ke jaringan di luar target. Grafik yang diperoleh pada penelitian ini untuk nilai PTV didapatkan nilai di bawah 100,5% yang baik dikarenakan hasilnya tidak melebihi 105%, menurut penelitian (Tyagi dkk., 2010) nilai PTV yang didapatkan 110% hingga 115%, pada energi foton 6 MV dan 15 MV didapatkan hasil untuk energi 6 MV menghasilkan nilai yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan 15 MV, sehingga pada energi 6 MV mencapai kelayakan distribusi dosis yang ditargetkan untuk teknik IMRT.

*Femoral Head\_L* dan *Femoral Head\_R* nilai yang di dapatkan pada grafik nilai cukup tinggi daripada teknik IMRT yang dapat dilihat pada tabel pengukuran ke-5 dan ke-6, dikarenakan pada data yang diperoleh pada data sekunder pasien yang cukup tinggi maka dengan mempertimbangkan daerah OAR yang menyebabkan perubahan volume dosis radiasi yang diberikan sehingga menghindari kerusakan pada bagian di luar kanker bisa di minimalisir.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dengan data pasien terapi kanker servik menggunakan teknik 3DCRT dan IMRT, dapat disimpulkan bahwa Nilai *Conformity Index* (CI) pada penelitian ini diperoleh hasil di bawah 1 untuk kedua teknik, yang didapatkan sesuai pada kurva *Dose Volume Histogram* (DVH) dengan memenuhi standar yang disarankan pada ICRU-62 dan ICRU-83. Nilai *Homogeneity Index* (HI) pada penelitian ini diperoleh hasil di bawah 1 untuk kedua teknik, sesuai pada kurva *Dose Volume Histogram* (DVH) dengan memenuhi standar yang disarankan pada ICRU-62 dan ICRU-83. Nilai *Normal Tissue to Integral Dose* (NTID), yang dilakukan melalui teknik 3DCRT dan IMRT pada kurva *Dose Volume Histogram* (DVH) didapatkan nilai cukup baik dan tidak melebihi OAR sesuai yang ditentukan oleh ICRU-62, dan ICRU-83.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Instalasi dan Staff Radioterapi Rumah Sakit Universitas Andalas yang telah menyediakan sarana dan prasarana sehingga penelitian ini dapat terlaksana, serta semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aoyama, H, Westerly, DC, Mackie, TR, Olivera, GH, Bentzen, SM, Patel, RR, Jaradat, H, Tome, WA, Ritter, MA & Mehta, MP 2006, 'Integral radiation dose to normal structures with conformal external beam radiation', Elsevier, *International Journal of Radiation Oncology\* Biology\* Physics*, vol. 64, no. 3, pp. 962–967.
- Morgan-Fletcher, S.L., 2001. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy (Supplement to ICRU Report 50), ICRU Report 62. ICRU, pp. ix+ 52, 1999 (ICRU Bethesda, MD) ISBN 0-913394-61-0.
- Figueira, A, Monteiro, A, Meireles, P, Carvalho, A, Alves, L, Fontes, P, Reis, T, Batel, V & Pinto, G 2011, 'IMRT plan evaluation according to ICRU Report 83', Elsevier, *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, vol. 81, no. 2, p. S849.
- Suhartono, BH, Budi, WS & Hidayanto, E 2014, 'Distribusi Dosis Foton Menggunakan Teknik 3DCRT Dan IMRT Pada Radiasi Whole Pelvic Karsinoma Serviks', *BERKALA FISIKA*, vol. 17, no. 4, pp. 121–128.
- Tyagi, A, Supe, SS & Singh, MP 2010, 'A dosimetric analysis of 6 MV versus 15 MV photon energy plans for intensity modulated radiation therapy (IMRT) of carcinoma of cervix', Elsevier, *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy*, vol. 15, no. 5, pp. 125–131.