



### Analisis Isodosis Teknik Tiga Dimensi dengan Lapangan Kraniospinal pada Pasien Anak

Radila Mawar Sari<sup>1</sup>, Adrianus Inu Natalisanto<sup>1,\*</sup>, Devina Rayzy Perwitasari Sutaji Putri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur

\*E-mail korespondensi: [adrianus.inu@gmail.com](mailto:adrianus.inu@gmail.com)

---

#### Abstract

Craniospinal is known as the method to kill the cancer within a wide radiation area, starting from the cranial to spinal nervous system. In the case, the cancer has spread through the fluid of cerebro spinalis, such as *medulloblastoma*. We carried out the research to determine the isodose curve in *medulloblastoma* craniospinal patients and DVH (*Dose Volume Histogram*) statistic in the OAR (*Organ at Risk*) by using 3D-CRT radiotherapy technique. To conduct the radiative treatment, we used the moving *Junction* method in which the radiation was divided into three Iso section, i.e.: Section Iso brain with gantry 90° and 270°, Section Iso thoracic with gantry 0°, and Section Iso lumbar with gantry 0°. Then, we analyzed the isodose curves and DVH statistics created by photon beams of 6 MV and 10 MV with and without considering the dose absorbed by OAR. We found that the isodose curves created with considering the OAR dose were better than those created without considering the OAR dose. We also found that the dose absorbed by OAR was within the tolerance limit stated in ICRU guidelines.

**Kata Kunci:** DVH of statistic, Isodose curve, Craniospinal, Medulloblastoma

---

#### PENDAHULUAN

*Medulloblastoma* tergolong kanker sistem saraf pusat dan merupakan jenis kanker embrional yang lebih sering ditemukan pada anak-anak dibandingkan orang dewasa. Metode pengobatan jenis kanker ini harus menggunakan area radiasi yang luas karena *Medulloblastoma* bermetastase melalui cairan serebrospinal sehingga penyinaran meliputi area kranial hingga spinal, dalam istilah kedokteran dikenal dengan kraniospinal.

Radioterapi adalah salah satu metode pengobatan dengan memanfaatkan radiasi untuk menghancurkan sel-sel kanker serta mencegah metastasis ke organ sehat yang ada di sekitarnya. Adapun teknik radioterapi yang sering ditemui di berbagai rumah sakit salah satunya, yaitu 3D-CRT (*Three-Dimensional Conformal Radiotherapy*) yang membentuk gambaran tiga dimensi pada komputer agar terbentuk sinar radiasi yang menyesuaikan ukuran tumor. *Moving field junction* adalah metode penyinaran yang dipakai untuk jenis kanker dengan area penyinaran cukup luas. Metode tersebut digunakan untuk jenis kanker ini, yaitu dengan cara membagi lapangan penyinaran menjadi 3, yaitu lapangan *brain*, lapangan torakal, dan lapangan *lumbar*.

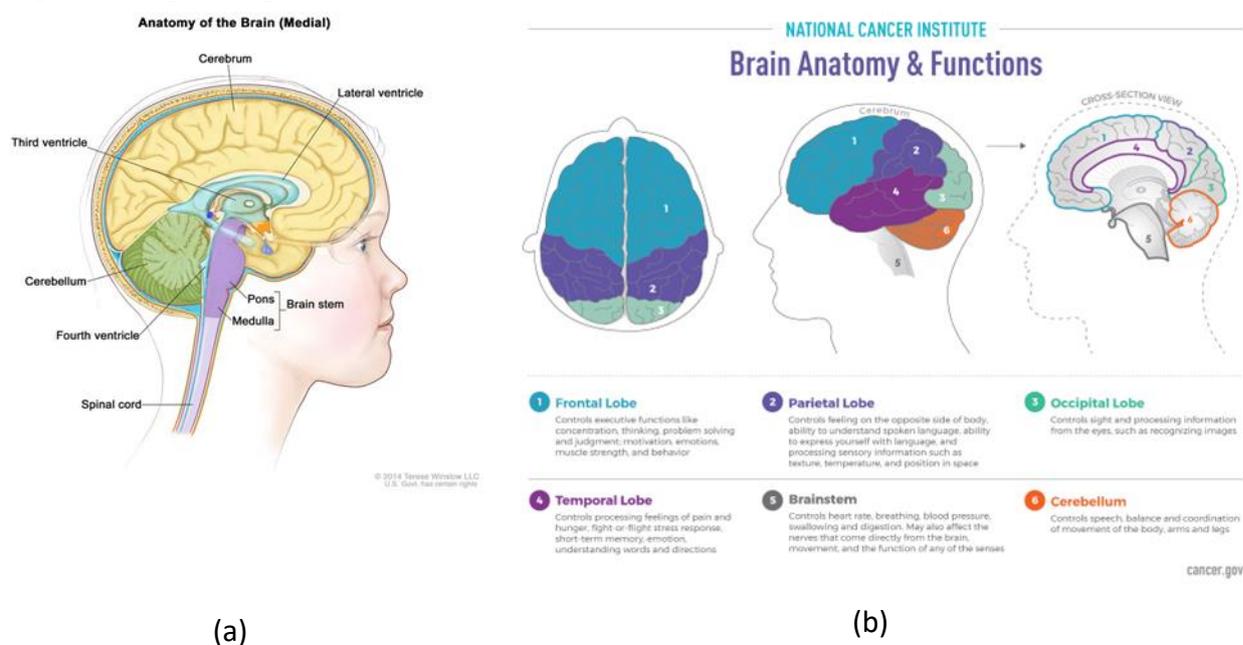
Telah dilakukan penelitian oleh Op Gurjar [1] mengenai metode penyinaran *Medulloblastoma* yang bertujuan untuk mengevaluasi teknik perencanaan secara dosimetri dan klinis yang tidak memerlukan perencanaan ulang dan pengaturan ulang pasien setelah setiap

lima fraksi. Dari hasil penelitian tersebut, target volume menerima dosis melebihi 95% dosis radiasi yang telah ditentukan serta pasien melaporkan toksisitas akut yang diinduksi radiasi selama radioterapi. Kemudian, dilakukan penelitian oleh Anna Bandurska Luque [2] mengenai perbandingan dosimetry menggunakan HT (*Helical Tomotherapy*) dan 3D-CRT untuk penyinaran kraniospinal. Maka, hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut penggunaan teknik HT untuk radioterapi lebih baik dalam hal dosimetry dibandingkan 3D-CRT. Namun, untuk perkiraan dosimetris OAR (*Organ At Risk*) Jantung lebih baik menggunakan teknik radiasi 3D-CRT [2]. Hal tersebut menarik peneliti untuk melakukan analisis kurva isodosis dan *dose volume histogram* yang diterima pasien apabila dilakukan perencanaan ulang dan pengaturan ulang pasien.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Anatomi Otak

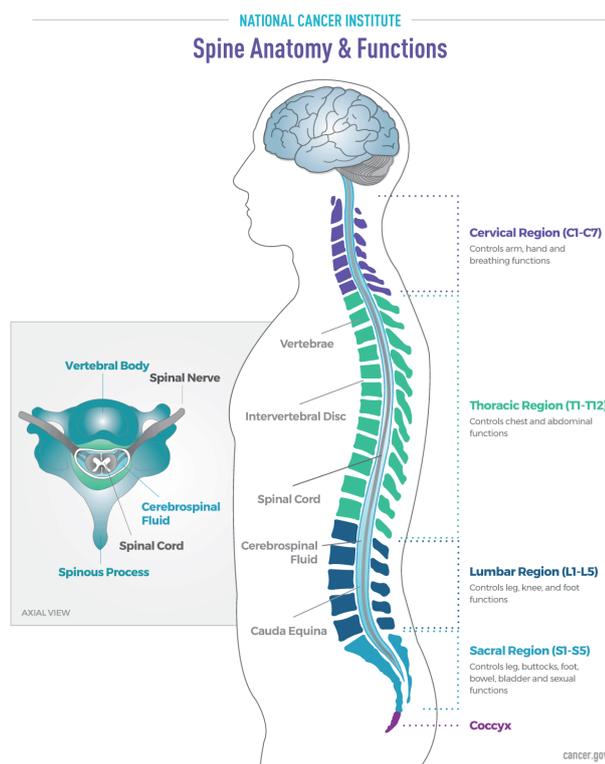
Otak merupakan pusat pengaturan tubuh manusia yang mengatur emosi, pengelihan, pikiran, ucapan dan gerakan. Otak terbagi menjadi dua belahan, yaitu otak kiri dan otak kanan [3]. Otak terdiri dari beberapa bagian, jika dilihat seperti Gambar 1 bagian (a), yaitu *cerebrum* (otak besar), *cerebellum* (otak kecil), dan *brainstem* (batang otak). Pada bagian (b) menjelaskan fungsi dari bagian-bagian otak itu sendiri.



Gambar 1. (a) Anatomi otak dan (b) letak anatomi otak serta fungsinya [4]

### Anatomi tulang belakang

Tulang belakang merupakan tulang penyangga tubuh manusia yang fungsinya dan bentuknya melengkung dan bergerak menopang tengkorak, dinding dada, meyalurkan berat badan dan melindungi *medulla spinalis*. Tulang belakang memiliki struktur seperti lengkungan huruf S yang terdiri dari tulang belakang leher (*servikal*), tulang belakang punggung tengah (*torakal*), dan tulang belakang punggung bawah (*lumbal*). Lengkungan tulang memiliki fungsi penting bagi tubuh untuk memberikan keseimbangan dan posisi berdiri tegak. Bagian-bagian dari tulang belakang memiliki 33 ruas total dan terdapat fungsi masing-masing [4]. Adapun bentuk dan fungsi tulang belakang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Anatomi tulang belakang dan fungsinya [4]

### **Medulloblastoma**

*Medulloblastoma* adalah salah satu jenis kanker yang biasa dialami oleh anak-anak. Kanker ini tumbuh di area otak kecil, yang mana otak kecil merupakan bagian otak yang mengatur pergerakan motorik, mengendalikan sistem koordinasi gerakan tubuh, mengatur keseimbangan dan mengatur proses pembelajaran gerakan dan fungsi kognitif [4]. *Medulloblastoma* adalah salah satu jenis tumor neuroectodermal primitif (PNETs), yaitu merupakan kelompok tumor ganas, yang bersifat invasif dengan kecenderungan bermetastase atau menyebar dengan sangat cepat ke seluruh bagian sistem saraf pusat melalui cairan serebrospinal. *Medulloblastoma* menyumbang sebesar 20% dari semua kasus tumor otak pada anak-anak. Pada umumnya tumor ini sering ditemui pada anak-anak, namun tumor ini juga dapat terjadi pada orang dewasa. Tumor ini lebih sering terjadi pada anak laki-laki daripada anak perempuan [5].

### **Radioterapi**

Kebanyakan pasien *medulloblastoma* diobati dengan cara radioterapi. Radioterapi adalah salah satu metode pengobatan bagi penderita kanker yang memanfaatkan radiasi elektromagnetik dan radiasi partikel untuk menghancurkan sel-sel kanker [6]. Tujuan utama radioterapi yaitu membunuh sel-sel kanker dengan kerusakan seminimal mungkin pada jaringan sehat serta volume tumor yang hendak diradiasi mendapatkan dosis yang maksimal agar diperoleh kualitas hidup yang baik [7]. Prinsip kerja radioterapi ditandai dengan kematian sel dengan kerusakan DNA. Radioterapi menyebabkan kematian sel, baik pada sel sehat maupun sel kanker. Namun, kematian sel kanker lebih banyak dibandingkan sel sehat karena sel kanker lebih rentan terhadap radioterapi [8]. Untuk kasus *medulloblastoma* area yang hendak diradiasi meliputi area cairan serebrospinalis mengalir yaitu, mulai dari saraf kranial hingga spinal [2].

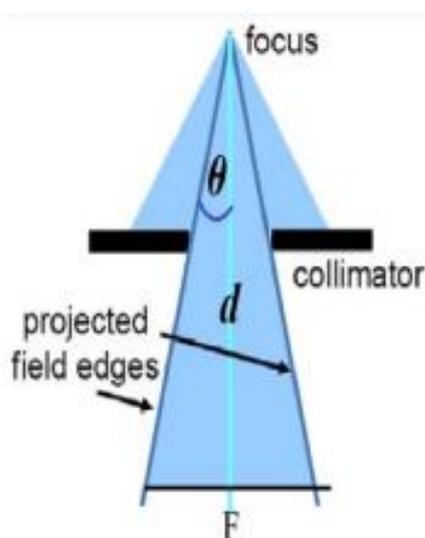
### TPS (Treatment Planning System)

TPS merupakan sebuah perencanaan terapi radiasi yang dilakukan secara terkomputerisasi. TPS bertujuan memaksimalkan dosis yang diterima target (sel kanker) dan meminimalkan dosis pada jaringan normal [9]. 3D-CRT adalah salah satu teknik yang dipakai pada sistem TPS. Rekonstruksi citra 3D memungkinkan untuk mengetahui posisi dan volume organ sehingga penentuan dosis radioterapi menjadi lebih akurat dan dapat membantu menentukan dosis yang akan diterima oleh OAR [6]. Tujuan *planning* menggunakan teknik 3D-CRT adalah untuk menentukan arah *gantry* yang digunakan sesuai dengan letak tumor agar dapat menghasilkan distribusi dosis maksimal pada volume target dan mengurangi dosis untuk OAR atau organ beresiko [9].

### Penyinaran *Field Junction*

*Field Junction* merupakan perbatasan antara dua lapangan radiasi yang saling berdekatan atau saling menempel. Metode ini dipakai untuk kasus-kasus radiasi dengan area PTV (*Planning Target Volume*) yang melebihi lapangan maksimum penyinaran. Sinar keluaran radiasi bersifat divergen, maka radiasi dengan lapangan yang bersebelahan akan menimbulkan perpotongan kedua tepi berkas sinar [10]. Sudut divergensi tersebut dapat diketahui melalui persamaan:

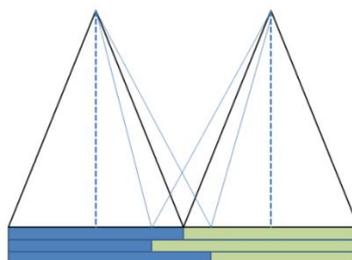
$$\tan \theta = \frac{\frac{1}{2}F}{d} \quad (1)$$



Gambar 3. Sinar keluaran radiasi [10]

dengan  $\theta$  sebagai sudut divergensi, F sebagai Panjang lapangan, d sebagai jarak SAD atau SSD.

*Moving field junction* dikenal dengan metode *feathering*. Metode ini dilakukan dengan cara memindahkan *junction* atau tepi lapangan 1 cm maju atau mundur setiap 3 hari sekali atau seminggu sekali [10].



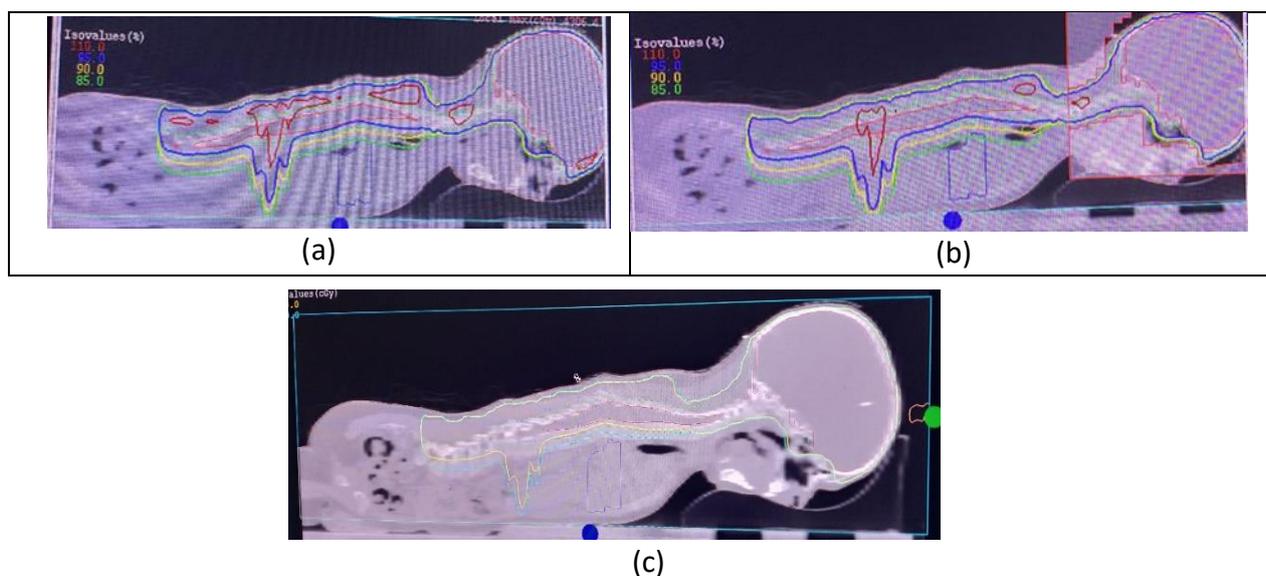
Gambar 4. *Moving field junction* dengan titik *junction* yang disebar di beberapa titik [10]

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan sebanyak 7 data pasien anak penderita *Medulloblastoma*. komputer yang digunakan telah memiliki perangkat lunak XiO Release 5.00.01. Prosedur penelitian meliputi tiga tahapan secara garis besar. Tahap pertama, peneliti melakukan studi literatur mengenai penelitian yang pernah ada serta metode-metode yang relevan dengan jenis kanker ini. Tahapan kedua adalah proses pengolahan data pada TPS dilakukan dengan menggunakan komputer dengan perangkat lunak XiO release 5.00.01 dengan teknik 3D-CRT. Pada tahapan ini, peneliti melakukan penentuan tegangan radiasi dimana tegangan yang dipakai, yaitu tegangan 6 MV, 10 MV dan variasi tegangan. Selanjutnya, pembagian area lapangan radiasi yang meliputi area *brain*, torakal dan *lumbar*. Kemudian, dipakai sudut *gantry* 90° dan 270° untuk lapangan *brain*, lapangan torakal dan *lumbar* menggunakan sudut 0°. Lalu, dilakukan distribusi dosis radiasi yang mana untuk *Medulloblastoma* diberikan dosis sebesar 3600 cGy dengan estimasi dosis yang diserap oleh kanker sebesar 3240 cGy dan 3420 cGy. Perminggunya, masing-masing lapangan memperoleh 900 cGy, di mana penyinaran dilakukan selama 4 minggu berturut-turut. Tahapan ketiga adalah tahapan analisis data dari TPS setelah dilakukan distribusi dosis radiasi dengan membandingkan hasil keluaran kurva isodosis dan dosis serap *OAR* pada tabel *DVH*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data, maka diperoleh distribusi dosis radiasi menggunakan berkas foton dalam bentuk kurva isodosis seperti gambar di bawah ini:



Gambar 5. Kurva isodosis menggunakan berkas foton (a) 6 MV (b) 10 MV dan (c) 6 MV dan 10 MV

Berdasarkan hasil analisis data penelitian menggunakan lapangan kraniospinal dengan teknik *moving field junction*, diperoleh hasil kurva isodosis dan nilai dosis serap *OAR* yang berbeda tiap energinya. Kurva isodosis dengan menggunakan berkas foton 6 MV, distribusi dosis radiasi yang diterima sebagian besar mengalami hotspot atau kelebihan dosis di beberapa area penyinaran. Pada kurva isodosis dengan menggunakan berkas foton 10 MV, distribusi dosis yang diterima juga mengalami *hotspot* atau kelebihan dosis pada beberapa area penyinaran. Kurva isodosis dengan menggunakan variasi dua berkas foton, area penyinaran menerima distribusi dosis radiasi secara merata pada seluruh lapangan radiasi. Kurva isodosis

dapat dilihat pada Gambar 4.3. Hal ini disebabkan oleh daya tembus berkas foton yang mana semakin tegangan ditingkatkan, maka daya tembus akan semakin jauh. Lapangan kraniospinal adalah lapangan yang memiliki area radiasi dengan kedalaman yang berbeda sehingga penggunaan tegangan perlu menyesuaikan kedalaman target volume yang hendak diradiasi.

**Tabel 1.** Dosis serap maksimum OAR menggunakan berkas foton

No (Pasien)	Berkas Foton (MV)	Organ at risk (cGy)		
		Mata Kiri	Mata Kanan	Jantung
Pasien 1	6	559	445	1564
	10	558	426	1611
	Variasi	2538	2555	1604
Pasien 2	6	676	2670	1658
	10	660	2624	1708
	Variasi	2853	3713	1658
Pasien 3	6	1917	2885	2128
	10	1879	2821	2206
	Variasi	2239	3505	2128
Pasien 4	6	1810	2835	1413
	10	1859	2918	1391
	Variasi	3806	3881	1418
Pasien 5	6	1764	1130	1765
	10	1747	1120	1807
	Variasi	3629	3551	1765
Pasien 6	6	878	991	1559
	10	850	980	1625
	Variasi	2302	2662	1559
Pasien 7	6	798	899	2078
	10	779	877	2129
	Variasi	2949	3341	2078

Nilai dosis serap yang diterima OAR mata kiri, mata kanan, dan jantung dengan teknik *moving field junction* dengan menggunakan berkas foton 6 MV, 10 MV dan variasi kedua berkas foton. Diperoleh hasil yang berbeda pada tiap tegangan yang digunakan, hasil tersebut dapat kita lihat pada Tabel 1. Dosis serap OAR mata kanan, mata kiri, dan jantung untuk berkas foton 6 MV, diperoleh dosis serap OAR yang minimal untuk tiap OAR. Namun, dosis serap OAR mata kanan, mata kiri, dan jantung untuk berkas foton 10 MV, diperoleh dosis serap OAR yang lebih minimal pada mata kiri dan kanan daripada menggunakan 6 MV, tetapi dosis serap yang diterima oleh jantung lebih besar daripada saat menggunakan 6 MV. Dosis serap OAR mata kanan, mata kiri, dan jantung untuk berkas foton variasi tegangan 6 MV dan 10 MV diperoleh nilai dosis serap yang meningkat atau lebih tinggi pada organ mata kiri dan kanan, namun jantung memperoleh dosis serap minimal daripada saat menggunakan 10 MV saja. Rata-rata dosis serap radiasi yang peroleh tiap tegangan yang dipakai tidak melebihi batas toleransi yang telah ditetapkan berdasarkan tabel QUANTEC. Mata hanya boleh menerima maksimum dosis serap sebesar 5000 cGy dan untuk jantung hanya boleh menerima dosis maksimal sebanyak 3000 cGy.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, maka diambil kesimpulan bahwa kurva isodosis untuk lapangan kraniospinal dengan teknik TPS 3D-CRT menggunakan metode *moving field junction* dengan berkas foton 6 MV, 10 MV dan variasi kedua berkas foton bahwa dengan menggunakan variasi berkas foton diperoleh bentuk kurva isodosis yang sebaran dosisnya lebih merata di seluruh area penyinaran dibandingkan menggunakan berkas foton secara terpisah. Untuk DVH OAR diperoleh dosis serap yang cukup tinggi dengan menggunakan variasi berkas foton pada area mata dan nilai yang cukup rendah pada area jantung dari pada saat menggunakan energi 10 MV. Namun, nilai dosis serap ini masih dalam batas toleransi pemberian dosis radiasi bagi OAR.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Instalasi Radioterapi RSUD Abdul Wahab Sjahranie, khususnya kepada Robert Janssen Stevenly, yang telah membantu dalam proses pengambilan data.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] O. Gurjar, "Craniospinal Irradiation in medulloblastoma using high energy medical linear accelerator: An innovative approach to planning technique," *J Biomed Physics Engineering*, 2017.
- [2] A. B. Luque and E. all, "Prospective study on dosimetric comparison of helical tomotherapy and 3D-CRT for craniospinal irradiation - A single institution experience," *reports of practical oncology and radiotherapy*, vol. XX, pp. 145-152, 2015.
- [3] H. Zain, "Kompasiana," [Online]. Available: <https://www.kompasiana.com/handzain/552c82bc6ea8346a558b45ae/anatomi-dan-fungsi-otak%0D>. [Accessed 13 april 2022].
- [4] National Cancer Institute, "National Cancer Institute," Federal Advisory Committee Act (FACA), 1972. [Online]. Available: <https://www.cancer.gov/rare-brain-spine-tumor/tumors/medulloblastoma>. [Accessed 13 June 2020].
- [5] docdoc, "Apa itu Medulloblastoma: Gejala, Penyebab, Diagnosis, dan Cara Mengobati," DocDoc Pte Ltd, 2020. [Online]. Available: <https://www.docdoc.com/id/info/condition/medulloblastoma>. [Accessed Sunday Oktober 2022].
- [6] F. Khan, "The Physics Of Radiation Therapy, Third Edition," in *The Physics Of Radiation Therapy, Third Edition*, New york, Lippincott williams and wilkins, 2003.
- [7] ICRU, quantities and units in radiation protection dosimetry, ICRU Reports 51, 1993.
- [8] H. Kodrat, "The role of radiotherapy in uterine cervical cancer," *Medicinus*, vol. 5, no. 1, pp. 22-8, 2016.

- [9] M. Evans, computerized treatment planning system for external photon beam radiotherapy, austria: IAEA, 2005.
- [10] R. R. I. Rafli, "aplikasi teknik field junction pada radioterapi," *radioterapi dan onkologi indonesia*, vol. 5, no. 1, pp. 16-24, 2014.