

Analisis Berat Badan terhadap Pergeseran Titik Koordinat X, Y, Z dengan Teknik *Volumetric Modulated Arc Therapy* pada Kasus Kanker Serviks di Instalasi Onkologi Radiasi Tzu Chi Hospital

Zalzah Putri Syafirah¹, Nurbaiti², Retno Prawestri³

^{1,2,3}*Departement of Radiodiagnosics and Radiotherapy Techniques, Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Indonesia*

Corresponding author: Nurbaiti
Email: nurbaiti@poltekkesjkt2.ac.id

ABSTRACT

Background: Cervical cancer is one of the most common gynecological malignancies in Indonesia and globally. Radiotherapy is one of the primary treatment modalities for this disease. Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT), when combined with Cone Beam Computed Tomography (CBCT), is widely used to improve the precision of radiation delivery. This combination plays a crucial role in maintaining treatment accuracy, especially when patient position changes due to weight fluctuations.

Methods: This study aimed to investigate the correlation between patient weight and positional shifts in X, Y, and Z coordinates during VMAT verification in cervical cancer patients. A descriptive qualitative design with an experimental approach was used. A sample of 10 patients with normal and overweight Body Mass Index (BMI) categories was selected. Data collection included observation of treatment sessions, interviews with radiation staff, and documentation of CBCT verification results. Measurements were performed specifically during the 1st, 11th, and 21st treatment fractions to evaluate positional consistency during therapy.

Results: This study showed that patients in the overweight BMI group generally experienced greater coordinate shifts compared to those with a normal BMI. All recorded shifts were within acceptable tolerance limits, less than 0.5 cm. These results demonstrate that body weight affects positional stability during therapy and highlight the importance of careful and ongoing verification before each radiation administration.

Conclusions: There were no significant differences in X, Y, and Z coordinate shift values between patients with normal and overweight BMI. Verification of patient position using CBCT before radiation, along with the application of the VMAT technique, has been shown to be accurate and effective in ensuring optimal care delivery.

Keyword : Body Mass Index; CBCT; Cervical Cancer; Coordinate Shift; VMAT

Pendahuluan

Saat ini, kanker serviks adalah kanker paling umum keempat pada wanita di seluruh dunia dan kanker ginekologi paling umum secara global. Menurut Globocan (2022), kanker serviks menduduki peringkat ke-8 dalam hal kejadian dengan 661.021 kasus dan peringkat ke-9 dalam hal kematian dengan 348.189 kematian di seluruh dunia (Zhou et al., 2025). Setiap tahun, lebih dari 500.000 kasus baru kanker serviks didiagnosis di seluruh dunia dan lebih dari 250.000 berakibat fatal, kanker serviks menjadi masalah kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Di Indonesia, dengan populasi sekitar 200 juta orang, 52 juta perempuan menderita kanker serviks (Low et al., 2012).

Kanker serviks merupakan jenis kanker yang berkembang pada area serviks, yaitu bagian bawah

rahim yang menghubungkan rahim dengan vagina. Kanker ini umumnya berasal dari epitel, atau lapisan permukaan luar leher rahim. *Human Papilloma Virus* (HPV) tipe 16 dan 18 adalah yang paling sering ditemukan pada kanker serviks. Gejala yang sering dikeluhkan oleh pasien adalah rasa nyeri di perut bagian bawah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh *Memorial Sloan-Kettering Cancer Center*, sekitar 75–80% nyeri yang dirasakan pasien disebabkan langsung oleh keberadaan tumor. Sekitar 15–19% rasa nyeri muncul sebagai efek samping dari pengobatan kanker, dan sisanya (sekitar 3–5%) tidak berkaitan langsung dengan kanker maupun terapinya. Pada berbagai stadium penyakit kanker, orang yang menderita nyeri kanker mungkin mengalami nyeri yang bersifat jangka panjang, intermiten, atau kronis (Halim & Khayati, 2020).

HPV ada di sistem reproduksi manusia dan menyebabkan sekitar 95% kasus kanker serviks. HVP tipe 16 dan 18 menyebabkan 50% prakanker stadium tinggi. Studi menunjukkan bahwa 10-30 persen wanita yang berhubungan seksual pada usia 30 hingga 39 tahun pernah menderita infeksi HPV, termasuk infeksi pada daerah vulva. Persentase ini meningkat dengan wanita yang memiliki banyak pasangan seksual. Infeksi HPV biasanya tidak menimbulkan gejala dan hilang (Burd, 2003).

Radioterapi adalah salah satu dari metode pengobatan kanker yang penggunaannya memanfaatkan radiasi pengion yang dapat menghasilkan ion dan menyimpan energi yang dapat membunuh sel-sel kanker (Kodrat & Novirianthy, 2016). Radioterapi merupakan salah satu modalitas utama untuk penyembuhan, pengendalian, dan paliatif kanker, dengan 50% pasien yang mendapatkan radioterapi selama pengobatan kanker. Tujuan radioterapi adalah untuk menyembuhkan kanker (Ige et al., 2023).

Radioterapi merupakan satu-satunya metode pengobatan untuk beberapa kanker, tetapi kadang kala radioterapi harus ditambahkan ke obat lain untuk membunuh sel kanker yang mungkin tetap ada setelah operasi. Ketika radioterapi diberikan setelah tindakan operasi, maka metode ini dikenal sebagai radioterapi adjuvan. Sebaliknya, jika tujuan radioterapi adalah untuk mengecilkan ukuran tumor sebelum operasi agar lebih mudah diangkat, maka teknik ini disebut sebagai radioterapi neoadjuvan. Dalam beberapa kasus radioterapi dan kemoterapi (pengobatan kanker yang menggunakan bahan kimia digunakan bersamaan) (Nurhayati & Lusiyan, 2014).

Pengobatan kanker dapat dilakukan dengan berbagai cara, termasuk pembedahan, kemoterapi, dan radioterapi (Suhartono et al., 2014). Radioterapi dapat digunakan untuk pasien stadium lanjut kanker sebagai terapi kuratif (menyembuhkan kanker) atau paliatif (meningkatkan kualitas hidup). Radiasi eksterna dan brakhiterapi adalah dua metode yang dapat digunakan untuk menyaring area kanker (Fitriatuzzakiyyah et al., 2017).

Di Indonesia, berbagai macam teknik radiasi eksterna telah diterapkan. Ini termasuk 2 Dimensi *Conformal Therapy* (2D-CRT), 3 Dimensi *Conformal Therapy* (3D-CRT), *Intensity Modulated Radiotherapy* (IMRT), *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT), atau juga dikenal sebagai *Rapid Arc Therapy* (RA) (Xu et al., 2017). Salah satu langkah penting yang harus dilakukan sebelum pemberian radiasi adalah verifikasi. Ini dilakukan untuk memastikan bahwa penyinaran pada tumor

atau target adalah tepat dan radiasi diberikan pada volume tumor yang direncanakan. Seberapa besar variasi yang terjadi dalam pergeseran atau kesalahan pengaturan dapat diketahui selama proses verifikasi. Perubahan berat badan pasien selama menjalani radioterapi merupakan salah satu bentuk kesalahan acak (*random error*) yang dapat berdampak langsung pada ketepatan penyampaian dosis radiasi. Kesalahan acak terjadi antar fraksi terapi, yang tidak dapat diprediksi secara konsisten dari satu sesi ke sesi berikutnya. Selama beberapa minggu terapi berlangsung, pasien berisiko mengalami penurunan atau peningkatan berat badan karena berbagai faktor, seperti efek samping pengobatan, perubahan pola makan, status gizi, metabolisme, hingga kondisi psikologis. Penurunan berat badan, misalnya, dapat menyebabkan perubahan kontur tubuh, posisi organ internal, serta distribusi jaringan lunak di sekitar area target penyinaran. Hal ini berisiko menyebabkan pergeseran koordinat X, Y, dan Z, sehingga radiasi tidak lagi optimal mencapai target dan justru dapat mengenai organ sehat di sekitarnya (Izza et al., 2018).

Teknik radiasi yang disebut VMAT mirip dengan IMRT. Pasien diobati dengan berbaring di atas meja dan melewati mesin yang mengirim radiasi. Sumber radiasi (*Linear Accelerator*) yang berputar mengelilingi meja dalam bentuk busur. Komputer mengontrol intensitas pancaran untuk membantu menjaga radiasi fokus pada tumor dan memberikan radiasi dalam jumlah waktu yang lebih sedikit untuk setiap sesi pengobatan (Ghozali, 2020). VMAT memungkinkan dosis minimal didistribusikan ke jaringan normal (Afrin & Ahmad, 2022). VMAT adalah metode pengobatan terbaik untuk pasien yang tidak dapat mempertahankan posisi stabil untuk waktu yang lama karena ketidaknyamanan fisik atau mental (Ding et al., 2022).

Untuk memastikan ketepatan lapangan penyinaran sehingga dosis yang diterima tepat pada target, maka salah satu upayanya dengan melakukan verifikasi geometri, menggunakan *Cone Beam Computer Tomography* (CBCT). Dari latar belakang di atas, perlu dilakukan penelitian tentang Analisis Berat Badan Terhadap Pergeseran Titik Koordinat X, Y, Z dengan teknik VMAT pada kasus kanker serviks di Instalasi Onkologi Radiasi Tzu Chi Hospital menggunakan Pesawat *Linear Accelerator*.

Metode

Jenis Penelitian ini adalah kualitatif dengan pendekatan Metode eksperimen yang dilakukan melalui pengamatan di Instalasi Onkologi Radiasi Tzu Chi Hospital PIK Jakarta Utara pada Mei-Juni 2025, dengan melihat secara langsung tahap verifikasi menggunakan CBCT serta melakukan pengukuran IMT pasien. Populasi penelitian mencakup semua hasil verifikasi pasien radioterapi kanker serviks teknik VMAT yang mendapatkan terapi eksterna dengan CBCT. Sampel penelitian diambil secara *purposive* sampling dari 10 pasien kanker serviks, dengan 5 pasien IMT normal dan 5 pasien *overweight* berdasarkan kriteria inklusi, yaitu pasien perempuan usia 50–76 tahun, menggunakan teknik VMAT, dan melakukan verifikasi CBCT, serta kriteria eksklusi seperti penggunaan alat verifikasi lain (*Portal Image*, OBI, EPID) atau ketidakseediaan menjalani radioterapi.

Metode pengumpulan data dilakukan dengan studi pustaka, observasi, wawancara dengan radioterapis, dan eksperimen berupa verifikasi penyinaran serta pengukuran berat badan pasien kanker serviks selama radiasi pada fraksi 1, 11 dan 21. Instrumen penelitian meliputi lembar kerja untuk mencatat hasil observasi dan pedoman wawancara untuk memperoleh informasi terkait penyebab serta upaya penanganan pergeseran lapangan radiasi pada koordinat X, Y, dan Z. Data primer hasil verifikasi diolah dengan menghitung rata-rata dan standar deviasi pergeseran pada tiap sumbu, dianalisis dengan tabulasi silang antara kategori IMT terhadap pergeseran koordinat, dan divisualisasikan dalam grafik batang untuk membandingkan perbedaan rata-rata pergeseran antar kelompok IMT normal dan overweight.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil dari observasi yaitu hasil pergeseran titik koordinat X, Y dan Z untuk menganalisis berat badan pada kasus kanker serviks menggunakan teknik VMAT dengan 10 sample pasien dengan klasifikasi 5 pasien IMT normal dan 5 pasien dengan IMT *overweight*, didapatkan nilai dan rata-rata pergeseran dan standar deviasi pada Titik Koordinat X, Y dan Z pada fraksi ke 1, 11 dan 21. Indeks Massa Tubuh Pasien Per Fraksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Indeks Masa Tubuh Pasien Per Fraksi

Sampel	Tinggi Badan (cm)	Berat Badan (kg)			Indeks Masa Tubuh (IMT)			Ket
		Fraksi			Fraksi			
		1	11	21	1	11	21	
1	158	58.3	58.5	59	23.35	23.14	23.94	N
2	158	48.4	48.7	45	19.39	19.26	17.8	N
3	158	55.7	55.5	55.3	22.31	22.23	23.32	N
4	157	50.1	50.5	50.9	20.33	20.49	20.65	N
5	157	54.7	54.2	50.4	22.19	21.99	20.45	N
6	155	66.1	68.1	65.4	27.51	28.35	27.22	OW
7	159	77.7	78.4	76.5	31	31	30.27	OW
8	150	61.8	62.4	61.7	27.42	27.73	27.42	OW
9	150.5	78.3	76.3	73.7	34.57	33.69	32.54	OW
10	163	71	71.1	70	26.72	26.76	26.35	OW

Ket: N = Normal; OW = *Overweight*

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh nilai IMT untuk 10 sampel pada fraksi ke 1, 11 dan 21 dengan menggunakan perhitungan:

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{(\text{Tinggi Badan (m)})^2}$$

Diperoleh hasil IMT ke 10 sampel yang masih dalam kategori sama dari fraksi ke 1, 11 dan 21. Kategori tersebut ditentukan dengan mengikuti standar kategori batas ambang IMT Indonesia yaitu *underweight* $\leq 17.0 - 18.5$, Normal $18.7 - 25.0$, dan *overweight* $\geq 25.0 - 27.0$.

Nilai Pergeseran Titik Koordinat X, Y dan Z dengan menggunakan Teknik Penyinaran VMAT dengan CBCT pada Pasien Kanker Serviks di Instalasi Onkologi Radiasi Tzu Chi Hospital

Tabel 2 Pergeseran pada Titik Koordinat X

Pasien	Nilai Pergeseran Titik Koordinat X pada fraksi ke 1, 11 dan 21							
	BB	TB	IMT	Ket	Fraksi 1	Fraksi 11	Fraksi 21	Rerata
					i 1	i 11	i 21	
1	58.3	158	23.35	N	0	0.1	0.2	0.1
2	48.8	158	19.39	N	0.2	0	0.2	0.1
3	55.7	158	22.31	N	0.2	0.3	0.2	0.2
4	50.1	157	20.33	N	0	0	0.2	0.1
5	64	157	25.96	N	0	0	0	0.0
6	66	155	27.51	OW	0.1	0.1	0.1	0.1
7	77.7	159	31	OW	0.4	0.5	0.3	0.4
8	61.8	150	27.47	OW	0.3	0	0	0.1
9	78.3	150.5	34.57	OW	0.2	0	0.1	0.1
10	71	163	26.72	OW	0.2	0	0	0.1

Ket: N = Normal; OW = *Overweight*

Berdasarkan data terhadap 10 sampel yang diperoleh dari hasil verifikasi dari Tabel 2 pada 5 sampel dengan kategori Normal pada koordinat X di fraksi 1, 11 dan 21 tidak didapatkan sampel yang nilainya melebihi rata-rata batas toleransi (0.5 cm). Rentang nilai koordinat X kategori Normal yang diperoleh dari fraksi 1, 11 dan 21 adalah 0.0 – 0.3 cm. *Mean* dari sampel Normal adalah 0.1 cm, modus dari 5 sampel tersebut 0.0 cm dan nilai mediannya 0.1 cm. Untuk 5 sampel dengan kategori *Overweight* pada koordinat X di fraksi 1, 11 dan 21 tidak didapatkan sampel yang nilainya melebihi rata-rata batas toleransi (0.5 cm). Rentang nilai koordinat X yang diperoleh dari fraksi 1, 11 dan 21 adalah 0.0 – 0.5 cm. *Mean* dari sampel *Overweight* 0.2 cm, modus dari 5 sampel tersebut adalah 0.0 cm dan nilai mediannya adalah 0.1 cm.

Tabel 3 Hasil Rata-rata dan Rentang Pergeseran Serta Standar Deviasi pada Titik Koordinat X

Klasifikasi	Pergeseran			
	Rata-rata	SD	Min	Max
Normal	0.1	0.1	0.0	0.2
<i>Overweight</i>	0.2	0.1	0.1	0.4

Pada Tabel 3 menunjukkan rentang pergeseran pada Titik Koordinat X untuk pasien BMI normal rata-rata sebesar 0.1 cm dengan standar deviasi (SD) sebesar 0.1 cm. Rentang pergeseran minimum sebesar 0.0 cm dan maksimum sebesar 0.2 cm. Pada pasien dengan IMT *overweight* rentang pergeseran rata-rata sebesar 0.2 cm dengan SD sebesar 0.1 cm. Rentang nilai pergeseran minimum sebesar 0.1 cm dan maksimum sebesar 0.4 cm.

Tabel 4 Hasil Rata-rata dan Rentang Pergeseran serta Standar Deviasi pada Titik Koordinat Y

Pasien	Nilai Pergeseran Titik Koordinat X pada fraksi ke 1, 11 dan 21							
					11 dan 21			Rerata
	BB	TB	IMT	Ket	Fraksi 1	Fraksi 11	Fraksi 21	
1	58.3	158	23.35	N	0.1	0	0	0.0
2	48.8	158	19.39	N	0	0	0.1	0.0
3	55.7	158	22.31	N	0.1	0	0.1	0.1
4	50.1	157	20.33	N	0	0	0	0.0
5	64	157	25.96	N	0	0	0	0.0
6	66	155	27.51	OW	0	0	0.1	0.0
7	77.7	159	31	OW	0	0.1	0	0.0
8	61.8	150	27.47	OW	0	0	0	0.0
9	78.3	150.5	34.57	OW	0	0	0	0.0
10	71	163	26.72	OW	0	0.1	0.2	0.1

Ket: N = Normal; OW = *Overweight*

Berdasarkan Tabel 4 untuk 5 sampel dengan kategori Normal pada koordinat Y di fraksi 1, 11 dan 21 tidak didapatkan sampel yang nilainya melebihi rata-rata batas toleransi (0.5 cm). rentang nilai koordinat Y yang diperoleh dari fraksi 1, 11 dan 21 adalah 0.0 – 0.1 cm. *Mean* dari sampel Normal adalah 0.0 cm, modus dari 5 sampel tersebut adalah 0.0 cm dan nilai mediannya adalah 0.0 cm. Untuk 5 sampel dengan kategori *Overweight* pada koordinat Y di fraksi 1, 11 dan 21 tidak didapatkan sampel yang nilainya melebihi rata-rata batas toleransi (0.5 cm). rentang nilai koordinat Y yang diperoleh dari fraksi 1, 11 dan 21 adalah 0.0 – 0.5 cm. *Mean* dari sampel *overweight* adalah 0.0 cm, modus dari 5 sampel tersebut adalah 0.0 cm dan nilai mediannya adalah 0.0 cm.

Tabel 5 Hasil Rata-rata dan Rentang Pergeseran Serta Standar Deviasi pada Titik Koordinat Y

Klasifikasi	Pergeseran			
	Rata-rata	SD	Min	Max
Normal	0.0	0.0	0.0	0.1
<i>Overweight</i>	0.0	0.0	0.0	0.1

Pada Tabel 5 menunjukkan rentang pergeseran pada titik koordinat Y untuk pasien dengan BMI normal rata-rata sebesar 0.0 cm dengan standar deviasi (SD) sebesar 0.0 cm. Rentang pergeseran minimum sebesar 0.0 cm dan maksimum sebesar 0.1 cm. Pada pasien dengan IMT *overweight* rentang pergeseran rata-rata sebesar 0.0 cm dengan SD sebesar 0.0 cm. Rentang nilai pergeseran minimum sebesar 0.0 cm dan maksimum sebesar 0.1 cm.

Tabel 6 Pergeseran pada Titik Koordinat Z

Pasien	Nilai Pergeseran Titik Koordinat Z pada fraksi ke 1, 11 dan 21							
					11 dan 21			Rerata
	BB	TB	IMT	Ket	Fraksi 1	Fraksi 11	Fraksi 21	
1	58.3	158	23.35	N	0.1	0.1	0	0.1
2	48.8	158	19.39	N	0.3	0	0	0.1
3	55.7	158	22.31	N	0.1	0.2	0	0.1
4	50.1	157	20.33	N	0.1	0.1	0	0.1
5	64	157	25.96	N	0	0.4	0.2	0.2
6	66	155	27.51	OW	0.4	0	0.1	0.2
7	77.7	159	31	OW	0.4	0.3	0.5	0.4
8	61.8	150	27.47	OW	0.3	0.3	0.2	0.3
9	78.3	150.5	34.57	OW	0.3	0.5	0.4	0.4
10	71	163	26.72	OW	0.2	0.2	0	0.1

Ket: N = Normal; OW = *Overweight*

Sedangkan pada Tabel 6 pada 5 sampel dengan kategori Normal pada koordinat Z di fraksi 1, 11 dan 21 tidak didapatkan sampel yang nilainya melebihi rata-rata batas toleransi (0.5 cm). rentang nilai koordinat Z yang diperoleh dari fraksi 1, 11 dan 21 adalah 0.0 – 0.4 cm. *Mean* dari sampel Normal adalah 0.1 cm, modus dari 5 sampel tersebut adalah 0.0 cm dan nilai mediannya adalah 0.1 cm. Untuk 5 sampel dengan kategori *overweight* pada koordinat Z di fraksi 1, 11 dan 21 tidak didapatkan sampel yang nilainya melebihi rata-rata batas toleransi (0.5 cm). rentang nilai koordinat Z yang diperoleh dari fraksi 1, 11 dan 21 adalah 0.0 – 0.5 cm. *Mean* dari sampel *overweight* adalah 0.3 cm, modus dari 5 sampel tersebut adalah 0.3 cm dan nilai mediannya adalah 0.3 cm.

Tabel 7 Hasil Rata-rata dan Rentang Pergeseran Serta Standar Deviasi pada Titik Koordinat Z

Klasifikasi	Pergeseran			
	Rata-rata	SD	Min	Max
Normal	0.1	0.1	0.1	0.2
<i>Overweight</i>	0.3	0.1	0.1	0.4

Pada tabel 7 menunjukkan rentang pergeseran pada titik koordinat Z untuk pasien dengan BMI normal rata-rata sebesar 0.1 cm dengan standar deviasi (SD) sebesar 0.1 cm. Rentang pergeseran minimum sebesar 0.1 cm dan maksimum sebesar 0.2 cm. Pada pasien dengan IMT *overweight* rentang pergeseran rata-rata sebesar 0.3 cm dengan SD sebesar 0.1 cm. Rentang nilai pergeseran minimum sebesar 0.1 cm dan maksimum sebesar 0.4 cm.

Analisis Hasil Pergeseran Titik Koordinat X, Y dan Z pada Teknik VMAT pasien Kanker Serviks dengan IMT

Berdasarkan data terhadap 10 pasien sampel yang diperoleh dari hasil verifikasi ke 1, 11 dan 21 untuk menganalisis berat badan terhadap pergeseran titik koordinat X (*laterolateral*), Y (*anteroposterior*) dan Z (*craniocaudal*). Verifikasi dilakukan dengan tujuan agar penyinaran dapat diberikan secara tepat dan akurat sesuai hasil *planning*. Sebelum dilakukannya verifikasi petugas harus mengecek apakah alat tersebut layak pakai atau tidak. Menurut hasil penelitian, menunjukkan bahwa pergeseran yang terjadi pada masing-masing Titik Koordinat tidak melebihi dari batas toleransi yang telah ditetapkan oleh departemen Instalasi Onkologi Radiasi Tzu Chi hospital yaitu sebesar < 0.5 cm.

Pada data pergeseran terdapat nilai negatif (-) dan positif (+), hal tersebut bermakna sebagai petunjuk arah pergeseran pada saat dilakukan koreksi atau reposisi. Untuk koordinat X (*laterolateral*), apabila nilai yang didapat (+) maka koreksi dilakukan ke arah kiri pasien atau ke arah kanan pasien bila nilai yang didapat (-). Koreksi arah koordinat Y (*anteroposterior*), apabila nilai yang didapat (+) maka koreksi dilakukan ke arah *anterior* dari pasien, atau ke arah *posterior* pasien bila nilai yang didapat (-). Koreksi arah koordinat Z (*craniocaudal*), apabila nilai yang didapat (+) maka koreksi dilakukan ke arah *cranial* pasien atau ke arah *caudal* pasien bila nilai yang didapat (-).

Dari 10 sampel yang diambil, pada koordinat X dengan sampel kategori Normal nilai rata-rata pergeserannya adalah 0.1 cm artinya nilai rata-ratanya tidak melebihi batas toleransi. Sedangkan pada koordinat X dengan sampel kategori *Overweight* nilai rata-rata pergeserannya adalah 0.2 cm artinya nilai rata-ratanya tidak melebihi batas toleransi. Untuk koordinat Y dengan sampel kategori Normal nilai rata-rata pergeserannya adalah 0.0 cm artinya nilai rata-ratanya tidak melebihi batas toleransi. Pada koordinat Z dengan sampel kategori Normal nilai rata-rata pergeserannya adalah 0.1 cm artinya nilai rata-ratanya tidak melebihi batas toleransi. Sedangkan pada koordinat Z dengan sampel kategori *Overweight* nilai rata-rata pergeserannya adalah 0.3 cm artinya nilai rata-ratanya tidak melebihi batas toleransi 0,5 cm.

Berdasarkan hasil wawancara dengan radioterapis di RS Tzu Chi Hospital, beliau menjelaskan bahwa verifikasi sangat penting dilakukan, karna teknik VMAT merupakan teknik *advance* yang memiliki tingkat presisi yang tinggi, untuk di TCH sendiri punya Batasan toleransi yaitu 0.5 cm. Untuk verifikasi menggunakan CBCT di setiap center radioterapi itu berbeda-beda untuk di RS Tzu Chi Hospital berdasarkan kesepakatan dokter yang dimana dilakukan 3 hari awal (fraksi 1–3), kemudian setiap kelipatan 5 (fraksi ke-6, 11, 16, 21), Verifikasi dilakukan oleh dokter yang dimana dokter juga dapat mengevaluasi perkembangan hasilnya dari gambaran tersebut. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian Wongke et al. (2022), yang menunjukkan protokol *First 5 + Weekly* memberikan *residual error* $\leq 0,5$ cm secara konsisten pada terapi VMAT area pelvis. Pendekatan serupa juga digunakan dalam

radioterapi prostat, yaitu CBCT harian pada 3–5 fraksi awal, kemudian diganti dengan verifikasi mingguan untuk menjaga akurasi posisi pasien.

Berdasarkan hasil wawancara, dengan radioterapis beliau menjelaskan faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya pergeseran posisi pasien selama radiasi, Faktor utama adalah positioning, pergerakan pasien dan laser kemungkinannya kecil namun ada pengaruhnya karna laser di CT Simulator dan di Linac berbeda yang mana dibutuhkan QC dan QA, kemudian tanda marker ditubuh pasien yang hilang. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Herdiyani yang mengidentifikasi beberapa penyebab pergeseran posisi pasien pada teknik 3D-CRT, seperti hilangnya tanda marker di tubuh pasien, kesalahan penempatan posisi (*positioning error*), serta perubahan berat badan selama radiasi (Herdiyani, 2023).

Berdasarkan hasil wawancara, dengan radioterapis. Penurunan berat badan dapat menyebabkan masker imobilisasi menjadi longgar, begitupula dengan kenaikan berat badan dapat membuat masker sulit untuk di kunci karna sesak. Oleh sebab itu harus dilakukan CT ulang untuk menyesuaikan dengan tubuh yang mengalami kenaikan maupun penurunan massa tubuh. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian Zia et al. (2016), pada pasien kanker kepala dan leher menunjukkan bahwa pasien yang mengalami penurunan berat badan lebih dari 5% selama terapi mengalami peningkatan *residual setup error*, terutama pada sumbu *anterior-posterior* dan *superior-inferior* (AP meningkat dari 2,9 mm menjadi 3,6 mm) akibat perubahan kontur tubuh yang tidak lagi sesuai dengan alat imobilisasi yang telah dibuat di awal terapi.

Untuk mengatasi dan meminimalkan pergeseran posisi selama penyinaran radioterapi, beberapa langkah yang telah diterapkan di Instalasi Onkologi Radiasi Tzu Chi Hospital. Salah satu metode adalah penggunaan masker termoplastik secara konsisten sebagai alat imobilisasi untuk memastikan stabilitas posisi pasien pada setiap sesi radiasi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Ganavadiya et al. (2018) yang menyatakan bahwa penggunaan masker termoplastik dapat menurunkan *set up error* pada pasien kanker dengan lokasi penyinaran pelvis. Pasien juga diminta untuk mengisi kantung kemih sebelum radiasi, sebagai upaya untuk menstabilkan posisi organ dalam, terutama di area pelvis dan *abdomen*. Menurut studi oleh Chen et al. (2016) menunjukkan bahwa variasi volume kantung kemih yang besar ($\pm 30\%$) dapat mengubah distribusi dosis

dan berdampak langsung terhadap posisi organ dalam, sehingga protokol pengisian kantung kemih sangat disarankan dalam terapi kanker pelvis, termasuk serviks.

Evaluasi Hasil Analisis Pergeseran Titik Koordinat X, Y dan Z Pada Teknik VMAT Pasien Kanker Serviks dengan IMT

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh diatas, pergeseran posisi pasien pada Titik Koordinat X, Y, dan Z, diketahui baik pada kelompok pasien dengan IMT normal maupun IMT *overweight* bahwa tidak terdapat pergeseran yang melebihi batas toleransi yang ditetapkan oleh Instalasi Onkologi Radiasi RS Tzu Chi Hospital, yaitu < 0.5 cm. Batas toleransi ini juga sejalan dengan *The Royal College of Radiologists* (2008) merekomendasikan toleransi pergeseran sebesar 3–5 mm untuk verifikasi posisi pada terapi ginekologi. Selain itu, *International Atomic Energy Agency* (IAEA) dalam *Human Health Series* No. 31 Tahun 2016 juga menetapkan nilai toleransi pergeseran setup sebesar ≤ 0.3 cm untuk menjamin akurasi penyinaran (van der Merwe et al., 2017). Dengan demikian, pergeseran yang terjadi pada penelitian ini masih berada dalam batas toleransi. Hal ini menunjukkan bahwa protokol imobilisasi, verifikasi CBCT, dan teknik penyinaran VMAT telah dilakukan secara efektif dan akurat.

Salah satu faktor utama yang mendukung hasil penelitian ini adalah penggunaan masker termoplastik sebagai alat imobilisasi. Penggunaan alat imobilisasi, seperti masker termoplastik, mampu mengurangi pergerakan pasien selama penyinaran. Berdasarkan artikel jurnal ilmiah berjudul “*ESTRO ACROP Guidelines for Positioning, Immobilisation and Position Verification of Head and Neck Patients for RTTs*” yang diterbitkan dalam *Technical Innovations & Patient Support in Radiation Oncology*, disebutkan bahwa semua perangkat imobilisasi harus diindeks dan dipasang dengan kokoh pada meja terapi untuk meminimalkan kesalahan rotasional maupun translasi selama radioterapi. Penelitian ini juga menegaskan bahwa penggunaan alat imobilisasi seperti masker termoplastik sangat penting dalam mengurangi ketidakpastian posisi, terutama pada area kepala-leher dan pelvis, yang sangat rentan terhadap pergerakan akibat pernapasan atau perubahan posisi organ internal (Leech et al., 2017).

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua pergeseran pada pasien normal dan *overweight* berada dalam batas toleransi. Hasil evaluasi menegaskan bahwa pendekatan yang diterapkan di RS Tzu Chi Hospital menghasilkan rata-rata pergeseran yang tidak melebihi batas toleransi yang ditetapkan oleh *The Royal College of Radiologists* (2008), yaitu 0.3 cm - 0.5 cm.

Daftar Pustaka

- Afrin, K. T., & Ahmad, S. (2022). 3D conformal, IMRT and VMAT for the treatment of head and neck cancer: a brief literature review. *Journal of Radiotherapy in Practice*, 21(2), 259-262.
- Burd, E. M. (2003). Human papillomavirus and cervical cancer. *Clinical microbiology reviews*, 16(1), 1-17.
- Chen, Z., Yang, Z., Wang, J., & Hu, W. (2016). Dosimetric impact of different bladder and rectum filling during prostate cancer radiotherapy. *Radiation Oncology*, 11(1), 103.
- Ding, Z., Xiang, X., Zeng, Q., Ma, J., Dai, Z., Kang, K., & Bi, S. (2022). Evaluation of plan robustness on the dosimetry of volumetric arc radiotherapy (VMAT) with set-up uncertainty in nasopharyngeal carcinoma (NPC) radiotherapy. *Radiation Oncology*, 17(1), 1.
- Fitriatuzzakiyyah, N., Sinuraya, R. K., & Puspitasari, I. M. (2017). Cancer Therapy with Radiation: The Basic Concept of Radiotherapy and Its Development in Indonesia. *Indonesian Journal of Clinical Pharmacy*, 6(4), 311-320.
- Ganavadiya, R., Shekar, B. C., Suma, S., Singh, P., Gupta, R., Rana, P. T., & Jain, S. (2018). Effectiveness of two psychological intervention techniques for de-addiction among patients with addiction to tobacco and alcohol—A double-blind randomized control trial. *Indian Journal of Cancer*, 55(4), 382-389.
- Ghozali, M. (2020). Jurnal Review: Pengobatan Klinis Tumor Otak pada Orang Dewasa. *Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapan*, 6(1), 1-14.
- Halim, A. R., & Khayati, N. (2020). Pengaruh hipnoterapi lima jari terhadap penurunan skala nyeri pada pasien kanker serviks. *Ners Muda*, 1(3), 159.
- Herdiani, S. (2023). Pergeseran Verifikasi Geometri Kasus Kanker Payudara Teknik 3D-CRT menggunakan On Board Imager (OBI). *JRI (Jurnal Radiografer Indonesia)*, 6(2), 79-85.
- Ige, T., Lewis, P., Shelley, C., Pistenmaa, D., Coleman, C. N., & Dosanjh, M. (2023). Jurnal kebijakan kanker berpenghasilan rendah dan menengah di Afrika, 35.
- Izza, K. N., Rusyadi, L., & Ardiyanto, J. (2018). Verification Of Geometry On 3D Conformal Radiotherapy Technique With Nasopharyngeal Cancer Case At Radiotherapy Units Radiology Installation Dr. Sardjito Hospital Yogyakarta. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 4(1), 35-40.
- Kodrat, H., & Noviriany, R. (2016). Prinsip dasar radioterapi. *Jurnal Kedokteran Indonesia*, 42(6), 318-323.
- Leech, M., Coffey, M., Mast, M., Moura, F., Oszavics, A., Pasini, D., & Vaandering, A. (2017). ESTRO ACROP guidelines for positioning, immobilisation and position verification of head and neck patients for radiation therapists. *Technical innovations & patient support in radiation oncology*, 1, 1-7.
- Low, E. L., Simon, A. E., Lyons, J., Romney-Alexander, D., & Waller, J. (2012). What do British women know about cervical cancer symptoms and risk factors?. *European Journal of Cancer*, 48(16), 3001-3008.
- Nurhayati, S., & Lusiyanti, Y. (2014). Apoptosis dan respon biologik sel sebagai faktor prognosa radioterapi kanker. *Buletin Alara*, 7(3).
- Royal College of Radiologists. (2008). *On target: Ensuring geometric accuracy in radiotherapy* (pp. 1-76). [http://www.rcr.ac.uk/docs/oncology/pdf/BFCO\(08\)_5_On_target.pdf](http://www.rcr.ac.uk/docs/oncology/pdf/BFCO(08)_5_On_target.pdf)
- Suhartono, B. H., Budi, W. S., & Hidayanto, E. (2014). Distribusi Dosis Photon Menggunakan Teknik 3DCRT Dan IMRT Pada Radiasi Whole Pelvic Karsinoma Serviks. *Berkala Fisika*, 17(4), 121-128.
- van der Merwe, D., Van Dyk, J., Healy, B., Zubizarreta, E., Izewska, J., Mijnheer, B., & Meghizifene, A. (2017). Accuracy requirements and uncertainties in radiotherapy: a report of the International Atomic Energy Agency. *Acta oncologica*, 56(1), 1-6.
- Wongke, T., Nobnop, W., & Tharavichitkul, E. (2022). Optimising image-guidance frequency for patients treated with volumetric-modulated arc therapy for pelvic cancer. *Journal of Radiotherapy in Practice*, 21(3), 315-320.
- 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*, 96(31), e7685.
- Zia, S. Y., Smith, W., Ozbek, U., Mirza, A., Sheu, R., Ghafar, R., & Bakst, R. L. (2016). The

impact of weight loss on setup accuracy for head and neck cancer patients in the era of image guided radiation therapy. *Journal of Radiation Oncology*, 5(4), 359-362.

Zhou, L., Li, Y., Wang, H., Qin, R., Han, Z., & Li, R. (2025). Global cervical cancer elimination: quantifying the status, progress, and gaps. *BMC medicine*, 23(1), 67.