Perbandingan Metode *Clipbox* dan *Mask* Pada Teknik *Volumetric Modulated Arc Therapy* Untuk Verifikasi Pada Kasus Kanker Nasofaring

Nona Zesifa Asia Zaen[1], Siti Masrochah[2], Bagus Abimanyu[3], Syahara Listyawan[4]

[1)] *Siloam Hospital Surabaya, East Java, Indonesia*
[2,3)] *Department of Radiodiagnostic and Radiotherapy Techniques, Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia*
4) dr. Sardjito Hospital, Yogyakarta, Indonesia

Coressponding Author : Nona Zesifa Asia Zaen
Email Author : nona.azesifa@gmail.com

ABSTRACT

Background : In 3D radiotherapy using the VMAT technique, verification is crucial to ensure precise patient positioning and target volume alignment, especially in nasopharyngeal cancer cases surrounded by many organs at risk. This study aims to compare the accuracy of two image matching methods clipbox and mask used in Cone Beam Computed Tomography (CBCT) verification during irradiation.
Method : This quantitative, quasi experimental study analyzed irradiation verification data from 31 nasopharyngeal cancer patients during their fourth treatment. The verification process used CBCT with both clipbox and mask methods, measuring shift values on the X, Y, and Z axes. Data were analyzed using the Shapiro Wilk test for normality, followed by the Wilcoxon and Mean Rank tests for comparison.
Results : The mask method was more sensitive in detecting positional shifts on the Y and Z axes. However, the clipbox method showed better overall precision, with a higher Mean Rank score (44.96 vs. 42.93) and smaller standard deviations, indicating more consistent results. Both methods detected minimal average shifts of approximately 0.1 cm, reflecting high verification accuracy.
Conclusion : While the mask method is more accurate in detecting shifts on certain axes, the clipbox method provides greater overall precision and consistency across all axes. Therefore, the clipbox method is considered more suitable for irradiation verification in VMAT based nasopharyngeal cancer treatment.

Keywords: 3D Radiotherapy Verification, Clipbox Method, Mask Method, X-Ray Volume Imaging.

Pendahuluan

Penyinaran kanker nasofaring dikelilingi organ sehat, jika organ sehat terkena radiasi maka fungsional organ akan terganggu. Teknik radioterapi yang digunakan untuk kanker nasofaring tersebut merupakan teknik yang memiliki tingkat akurasi tinggi. Banyak faktor yang menyebabkan ketidakpastian dalam penempatan pasien selama perawatan pasien kepala dan leher. Dalam proses perencanaan dan proses radioterapi, ketidakpastian geometris membatasi eskalasi dosis dan menyebabkan komplikasi jaringan. Oleh karena itu, diperlukan verifikasi untuk memastikan akurasi ketidakpastian penempatan pasien dan pergerakan target dalam teknik yang canggih (Sholihah, 2020).

Proses verifikasi dilakukan dengan mencocokan gambar antara CT-Reference dengan *portal imaging* sehinggga akan menghasilkan pergeseran isocenter ke arah sumbu x, sumbu y dan sumbu z. Metode registrasi dalam proses verifikasi CBCT menggunakan *software* X-Ray *Volume Imaging* (XVI) ada tiga buah yaitu *clipbox registration*, *mask registration* dan *dual registration* (kombinasi *clipbox* dan *mask*). *Software* XVI memiliki tiga metode verifikasi yaitu manual, *bone* dan *gray value*. Nilai pergeseran hasil verifikasi ke arah mediolateral (Sumbu X), craniocaudal (Sumbu Y) dan anteroposterior (Sumbu Z). Metode registrasi *clipbox* menggunakan sebuah kotak bervolume yang dapat diperkecil atau di perbesar sesuai dengan kebutuhan anatomi yang ditentukan. Biasanya ditempatkan pada struktur tulang, tetapi juga dapat diterapkan pada jaringan lunak. Metode registrasi *mask* menggunakan *Planning Target Volume* (PTV) sebagai acuan verifikasi (Mohandass dkk., 2020)

Tujuan verifikasi adalah untuk memastikan radiasi yang akan disinari ke tubuh pasien sudah sesuai dengan yang direncanakan oleh bagian *Treatment Planning Systems* (TPS). Penyinaran

kanker nasofaring diawali dengan melakukan verifikasi untuk memastikan ketepatan lapangan penyinaran, sehingga dosis yang diterima tepat pada target dan dapat mengurangi dampak yang ditimbulkan. Verifikasi bertujuan untuk memastikan ketepatan radiasi, kesalahan sistematik maupun kesalahan acak yang akan menyebabkan PTV tidak terkena radiasi dengan dosis yang adekuat (Wibowo dkk., 2021)

Teknik penyinaran *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT) yaitu teknik radioterapi terbaru yang dapat menghasilkan radiasi dengan intensitas termodulasi dengan kecepatan gantry, bentuk *Multi Leaf Collimator* (MLC), laju dosis yang terkoordinasi dan mengurangi dosis yang diterima jaringan sehat. Penggunaan teknik radioterapi VMAT mengacu pada prinsip radioterapi yaitu untuk memaksimalkan pendistribusian dosis terhadap organ target dan melindungi *Organ At Risk* (OAR). Distribusi dosis dengan metode VMAT terhadap tumor sangat akurat dengan waktu yang singkat (Firdaus, 2019)

Dalam melaksanakan verifikasi penyinaran tiga dimensi pada Linac Versa HD, radiografer radioterapi menggunakan *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT) dengan *Software* X-Ray *Volume Imaging* (XVI). Pelaksanaan verifikasi penyinaran tiga dimensi pada teknik VMAT kasus kanker nasofaring dilakukan sebelum penyinaran pada fraksi pertama, ke-dua, ke-tiga, dan ke-empat sebagai rerata dan selanjutnya fraksi ke-sepuluh dan ke-dua puluh dengan masing-masing toleransi pergeseran sebesar 2 - 3 mm (Barrett, 2017). Dalam *software* XVI secara teknik bisa menggunakan *clipbox* dan *mask*.

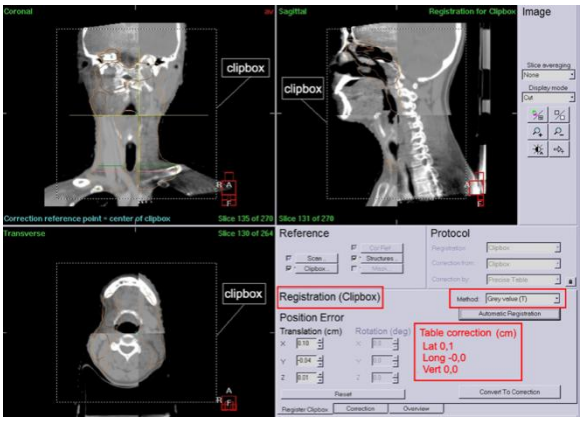
Berdasarkan observasi di Unit Radioterapi dan Kedokteran Nuklir RSUP dr. Sardjito Yogyakarta hanya menggunakan metode clipbox saja. Terdapat *Standart Operational Procedure* umum penggunaan *clipbox* dan *mask*, akan tetapi *Standart Operational Procedure* penggunaan *clipbox* dan *mask* pada kasus kanker nasofaring belum ada. Sedangkan metode *mask* pada kasus kanker nasofaring jarang digunakan. Karena metode *mask* hanya digunakan sesuai arahan dari dokter. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik melakukan penelitian untuk mencari perbandingan penggunaan metode *clipbox* dan *mask*.

Metode

Metode penelitian menggunakan kuantitatif analitik pendekatan eksperimen quasi. Data berupa hasil verifikasi penyinaran terhadap 31 pasien kanker nasofaring pada penyinaran ke-empat sebagai rerata. Proses verifikasi menggunakan CBCT dengan metode *clipbox* dan *mask*. Lokasi yang dilakukan untuk pengambilan data yaitu di Unit Radioterapi dan Kedokteran Nuklir RSUP dr. Sardjito Yogyakarta, karena alat yang digunakan untuk penelitian ini ada di unit tersebut. Waktu pengambilan data dilakukan pada bulan Januari - Maret 2024. Hasil verifikasi berupa nilai pergeseran pada sumbu X, Y dan Z. Analisis data dilakukan dengan uji normalitas data Shapiro wilk, melakukan uji beda Wilcoxon, melakukan uji Mean Rank untuk membandingkan peringkat rata – rata dan mencari nilai standar deviasi untuk mengukur penyebaran nilai dari rata - rata suatu data.

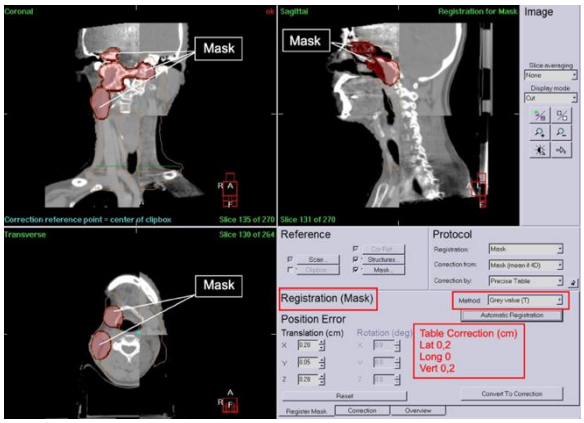
Hasil dan Pembahasan

Hasil verifikasi penyinaran terhadap 31 sampel yang melakukan verifikasi menggunakan metode *clipbox* dan *mask* pada teknik *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT) untuk kasus kanker nasofaring pada penyinaran ke-empat sebagai rerata dengan alasan untuk menghitung kesalahan sistematis secara keseluruhan dari fraksi pertama, ke-dua dan ke-tiga. Kesalahan translasi pasien dalam arah lateral (kanan - kiri), longitudinal (superior - anterior) dan vertikal (anterior - posterior) diamati sebagai arah X, Y, dan Z.



Gambar 1. Verifikasi Menggunakan Metode *Clipbox* Pada Salah Satu Sampel

Penggunaan metode clipbox pada Gambar 1. ada di sekitar PTV bersama struktur tulang seperti tulang belakang, mandibula, maksila dan hidung dalam bidang axial, coronal dan sagital. Algoritma yang digunakan adalah *automatic registration* dengan metode *grey value* (T).



Gambar 2. Verifikasi Menggunakan Metode *Mask* Pada Salah Satu Sampel

Setelah dilakukan verifikasi menggunakan metode *clipbox*, untuk mengembalikan ke posisi awal sebelum dilakukan verifikasi, maka klik reset terlebih dahulu. Penggunaan metode *mask* pada Gambar 2. dibuat otomatis oleh *software* XVI dari PTV. Algoritma yang digunakan adalah *automatic registration* dengan metode *grey value* (T).

Hasil Verifikasi Pada Sumbu X

Tabel 1. Perbandingan Verifikasi Antara Metode *Clipbox* Dan *Mask* Dengan *Software* XVI Pada Sumbu X

Metode Verifikasi	Jumlah Sampel	Mean	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Clipbox	31	-0.1	-0.2	0.4
Mask	31	0.1	-0.4	0.4

Pada Tabel 1. menghasilkan verifikasi pada sumbu X antara metode *clipbox* dan *mask* menggunakan *software* XVI dengan 31 sampel yang menunjukkan saat menggunakan metode *clipbox*, terdapat rata-rata pergeseran ke kanan yaitu - 0.1 cm pada sumbu X. Sedangkan pada metode *mask*, terdapat rata - rata pergeseran ke kiri yaitu 0.1 cm pada sumbu X.

Hasil Verifikasi Pada Sumbu Y

Tabel 2. Perbandingan Verifikasi Antara Metode *Clipbox* Dan *Mask* Dengan *Software* XVI Pada Sumbu Y

Metode Verifikasi	Jumlah Sampel	Mean	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Clipbox	31	0	-0.5	0.6
Mask	31	0	-0.7	0.8

Pada Tabel 2. menghasilkan verifikasi pada sumbu Y antara metode *clipbox* dan *mask* menggunakan *software* XVI dengan 31 sampel. Tidak ada pergeseran yang terdeteksi pada sumbu Y saat menggunakan metode *clipbox* dan *mask*. Nilai rata - rata pergeseran adalah 0 cm.

Hasil Verifikasi Pada Sumbu Z

Tabel 3. Perbandingan Verifikasi Antara Metode *Clipbox* Dan *Mask* Dengan *Software* XVI Pada Sumbu Z

Metode Verifikasi	Jumlah Sampel	Mean	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Clipbox	31	0.1	-0.4	0.8
Mask	31	0	-0.8	0.4

Pada Tabel 3. menghasilkan verifikasi pada sumbu Z antara metode *clipbox* dan *mask* menggunakan *software* XVI dengan 31 sampel menunjukkan saat menggunakan metode *clipbox*, terdapat rata-rata pergeseran posterior sebesar 0.1 cm pada sumbu Z. Tidak ada pergeseran yang terdeteksi pada sumbu Z saat menggunakan metode *mask*. Nilai rata - rata pergeseran adalah 0 cm.

Hasil Gabungan Rerata Pergeseran Verifikasi

Tabel 4. Gabungan Rerata Pergeseran Verifikasi Menggunakan Metode *Clipbox* dan *Mask* Pada Sumbu X, Sumbu Y dan Sumbu Z

Metode Verifikasi	Rerata Pergeseran / Mean (cm)		
	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
Clipbox	-0.1	0	0
Mask	0.1	0	0

Pada Tabel 4. hasil rerata pergeseran verifikasi menggunakan metode *clipbox* dan *mask* secara keseluruhan pada sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z tidak ada yang melebihi batas toleransi 0.5 cm. Metode *clipbox* menunjukkan pergeseran kecil pada sumbu X dan sumbu Z, sedangkan tidak ada pergeseran pada sumbu Y. Metode *mask* menunjukkan pergeseran pada sumbu X tetapi tidak menunjukkan pergeseran pada sumbu Y dan sumbu Z. Sehingga metode *mask* lebih teliti dibandingkan metode *clipbox*.

Uji Normalitas Data

Tabel 5. Uji Normalitas Data

Verifikasi	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro Wilk		
	Statistic	df	sig	Statistic	df	Sig
Sumbu X Clipbox	0.170	31	0.024	0.908	31	0.012
Sumbu X Mask	0.187	31	0.007	0.957	31	0.250
Sumbu Y Clipbox	0.194	31	0.004	0.923	31	0.029

Sumbu Y Mask	0.119	31	0.200	0.961	31	0.313
Sumbu Z Clipbox	0.187	31	0.007	0.957	31	0.250
Sumbu Z Mask	0.119	31	0.200	0.961	31	0,313

Pada Tabel 5. hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk metode *clipbox* dan *mask* pada semua sumbu sama - sama menghasilkan data yang berdistribusi tidak normal dengan hasil signifikansi kurang dari 0.05.

Uji Beda Wilcoxon

Uji Beda Wilcoxon Hasil Verifikasi Menggunakan Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Sumbu X

Tabel 6. Hasil Uji Beda Wilcoxon Hasil Verifikasi Menggunakan Metode Cli*pbox* Dan *Mask* Pada Sumbu X

Metode Verifikasi	*P Value*	Keterangan
Sumbu X *clipbox* dan *mask*	0.730	Tidak ada perbedaan

Hasil uji beda Tabel 6. menggunakan uji beda Wilcoxon dengan tingkat kepercayaan 95% dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan verifikasi menggunakan metode *clipbox* dan *mask* pada sumbu X dengan *P Value* 0.730.

Uji Beda Wilcoxon Hasil Verifikasi Menggunakan Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Sumbu Y

Tabel 7. Hasil Uji Beda Wilcoxon Hasil Verifikasi Menggunakan Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Sumbu Y

Metode Verifikasi	*P Value*	Keterangan
Sumbu Y *clipbox* dan *mask*	0.171	Tidak ada perbedaan

Hasil uji beda Tabel 7. menggunakan uji beda Wilcoxon dengan tingkat kepercayaan 95% dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan verifikasi menggunakan metode *clipbox* dan *mask* pada sumbu Y dengan *P Value* 0.171.

Uji Beda Wilcoxon Hasil Verifikasi Menggunakan Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Sumbu Z

Tabel 8. Hasil Uji Beda Wilcoxon Hasil Verifikasi Menggunakan Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Sumbu Z

Metode Verifikasi	*P Value*	Keterangan
Sumbu Z *clipbox* dan *mask*	0.089	Tidak ada perbedaan

Hasil uji beda Tabel 8. menggunakan uji beda Wilcoxon dengan tingkat kepercayaan 95% dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan verifikasi menggunakan metode *clipbox* dan *mask* pada sumbu Z dengan *P Value* 0.089.

Hasil Gabungan Rerata Uji Beda Wilcoxon

Tabel 9. Hasil Gabungan Rerata Uji Beda Wilcoxon Hasil Verifikasi Menggunakan Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Sumbu X, Y dan Z

Metode Verifikasi	*P Value*	Keterangan
Clipbox dan *mask*	0.512	Tidak ada perbedaan

Hasil gabungan rerata Tabel 9. pada Uji Beda Wilcoxon secara keseluruhan tidak ada perbedaan antara metode *clipbox* dan *mask*. Nilai P > 0.05 menunjukkan bahwa perbedaan ini tidak signifikan secara statistik.

Uji Mean Rank

Uji Mean Rank Hasil Verifikasi Menggunakan Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Sumbu X

Tabel 10. Hasil Uji Mean Rank Pada Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Sumbu X

		N	Mean Rank	*Sum of Rank*
Sumbu X *Clipbox*	*Negative Ranks*	13	12.46	162.00
Sumbu X *Mask*	*Positive Ranks*	11	12.55	138.00
	Ties	7		
	Total	31		

Berdasarkan Tabel 10. Uji Mean Rank metode *clipbox* dan *mask* sumbu X pada *negative ranks* terdapat 13 data pada metode *mask* lebih kecil daripada metode *clipbox*. Hasil Mean Rank yang sangat dekat antara 12.46 dengan 12.55 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara nilai pada metode *clipbox* dan *mask*.

Uji Mean Rank Hasil Verifikasi Menggunakan Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Sumbu Y

Tabel 11. Hasil Uji Mean Rank Pada Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Sumbu Y

		N	*Mean Rank*	*Sum of Rank*
Sumbu Y *Clipbox*	*Negative Ranks*	18	14.61	263.000
Sumbu Y *Mask*	*Positive Ranks*	10	14.30	143.000
	Ties	3		
	Total	31		

Berdasarkan Tabel 11. Uji Mean Rank metode *mask* dan *clipbox* pada sumbu Y *negative ranks* terdapat 18 data pada metode *mask* lebih kecil daripada metode *clipbox*. Hasil Mean Rank untuk negative ranks (14.61) sedikit lebih tinggi daripada *positive ranks* (14.30), menunjukkan bahwa nilai pada metode *clipbox* memiliki peringkat rata - rata yang lebih tinggi daripada metode *mask*.

Uji Mean Rank Hasil Verifikasi Menggunakan Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Sumbu Z

Tabel 12. Hasil Uji Mean Rank Pada Metode Clipbox Dan Mask Pada Sumbu Z

		N	Mean Rank	Sum of Rank
Sumbu Z *Clipbox*	Negative Ranks	16	16.22	259.50
Sumbu Z *Mask*	Positive Ranks	11	10.77	118.50
	Ties	4		
	Total	31		

Berdasarkan Tabel 12. Uji Mean Rank metode *mask* dan *clipbox* pada sumbu Z *negative ranks* terdapat 16 data pada metode *mask* lebih kecil daripada metode *clipbox*. Hasil Mean Rank lebih tinggi untuk *negative ranks* (16.22) daripada *positive ranks* (10.77), menunjukkan bahwa nilai pada metode *clipbox* cenderung lebih tinggi daripada pada metode *mask*.

Hasil Gabungan Rerata Uji Mean Rank

Tabel 13. Hasil Gabungan Rerata Uji Mean Rank Pada Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Sumbu X, Y dan Z

		N	*Mean Rank*	*Sum of Rank*
Clipbox	*Negative Ranks*	46	44.96	2068.00
Mask	*Positive Ranks*	41	42.93	1760.00
	Ties	6		
	Total	93		

Hasil gabungan rerata Tabel 13. pada uji Mean Rank menunjukkan bahwa metode *clipbox* memiliki peringkat rata - rata yang lebih tinggi dibandingkan metode *mask*. Menunjukkan bahwa *clipbox* lebih presisi dalam verifikasi penyinaran pada kanker nasofaring menggunakan teknik VMAT.

Standar Deviasi

Tabel 14. Hasil Standar Deviasi Menggunakan Metode *Clipbox* dan *Mask* Pada Sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z

Metode Verifikasi	Standar Deviasi		
	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
Clipbox	0.137	0.295	0.275
Mask	0.193	0.351	0.394

Pada Tabel 14. menunjukkan metode *clipbox* lebih unggul dalam konsistensi hasil pengukuran verifikasi penyinaran pada semua sumbu. Metode *clipbox* memiliki standar deviasi yang lebih kecil dibandingkan metode *mask* pada semua sumbu. Hal ini menunjukkan bahwa metode *clipbox* lebih presisi dan konsisten dibandingkan metode *mask*.

Perbedaan Hasil Verifikasi Menggunakan Metode *Clipbox* Dan *Mask* Pada Teknik *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT) Untuk Verifikasi Pada Kasus Kanker Nasofaring

Hasil rerata pergeseran verifikasi menggunakan metode *clipbox* dan *mask* secara keseluruhan tidak ada yang melebihi batas toleransi 0.5 cm. Pada sumbu X, metode *clipbox* kurang teliti sejauh – 0.1 cm sedangkan metode *mask* kurang teliti sejauh 0.1 cm. Pada sumbu Y, tidak ada pergeseran yang terdeteksi saat menggunakan metode *clipbox* dan *mask* dengan nilai rata - rata pergeseran adalah 0 cm. Pada sumbu Z, metode *clipbox* kurang teliti sejauh 0.1 cm sedangkan metode *mask* tidak menunjukkan pergeseran. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa metode *mask* lebih teliti pada sumbu Y dan sumbu Z dibandingkan metode *clipbox*.

Hal ini terjadi karena saat *positioning* dan proses fiksasi yang dilakukan radiografer radioterapi di Unit Radioterapi dan Kedokteran Nuklir RSUP dr. Sardjito Yogyakarta terhadap pasien sudah sesuai dengan standar prosedur, sehingga meminimalisir pergerakan kepala maupun bahu pasien untuk bergerak ke kanan atau ke kiri. Metode *mask* sumbu X menunjukkan rerata pergeseran sejauh 0.1 cm. Hal ini terjadi

karena proses registrasi metode *mask* menggunakan *Planning Target Volume* (PTV) atau *Gross Tumor Volume* (GTV) yang tingkat ketelitiannya hanya sebatas di dalam area PTV atau GTV tersebut tanpa melihat area diluarnya. Sehingga dalam pencocokan gambar, secara otomatis akan mengikuti PTV atau GTV yang dibuat. PTV untuk kanker nasoafaring rata - rata bentuknya tidak besar, sehingga nilai pergeserannya akan minimal dan terlihat pergeserannya ke arah superior atau inferior pasien. Metode *clipbox* sumbu X menunjukkan rerata pergeseran sejauh – 0.1 cm. Hal ini terjadi karena proses registrasi metode *clipbox* mendeteksi pergerakan kepala maupun bahu pasien yang bergerak ke kanan atau ke kiri. Selain itu penggunaan masker *thermoplastic* satu lapis kurang menjamin posisi pasien yang benar dan risiko pergeseran selama penyinaran. Metode *clipbox* dan *mask* pada sumbu Y menunjukkan tidak ada pergeseran. Hal ini terjadi karena penggunaan alat imobilisasi *headrest* pada ujung superior pasien memiliki pembatas. Pada posisi set-up penyinaran, pasien diposisikan kepala selalu maksimal keatas. Metode *clipbox* sumbu Z menunjukkan rerata pergeseran sejauh 0.1 cm. Hal ini terjadi karena proses pembuatan area verifikasi metode *clipbox* sampai ke arah cervical, apabila pasien kurang menengadah atau terlalu menunduk maka sumbu Z akan mendeteksi perubahan. Sehingga akan tampak bahwa posisi pasien akan cenderung terlalu ke arah anterior atau posterior sesuai dengan posisi target volume di area nasofaring. Kedua metode registrasi tersebut memiliki akurasi yang cukup tinggi dalam menjaga pergeseran pada tingkat minimal.

Secara keseluruhan, rerata pergeseran yang terdeteksi pada kedua metode adalah sangat kecil yaitu 0.1 cm. Batas toleransi pergeseran verifikasi 3D penyinaran di Unit Radioterapi dan Kedokteran Nuklir RSUP dr. Sardjito Yogyakarta yaitu 0.5 cm. Standar prosedur yang dibuat untuk tata cara melakukan verifikasi sudah ada dalam bentuk tulisan, akan tetapi standar prosedur penggunaan metode *clipbox* dan *mask* untuk kanker nasofaring belum ada.

Dari data tersebut maka metode *clipbox* dan *mask* sama - sama memiliki nilai pergeseran kurang dari 0.2 cm pada sumbu X, Y maupun Z. Menurut Barret (2017) pada daerah nasofaring memiliki tingkat toleransi 0.2 – 0.3 cm. Pencitraan verifikasi harus dilakukan pada hari pertama sampai ke-empat dari penyinaran dan juga pada awal penyinaran setiap lima fraksi. Apabila nilai pergeserannya lebih besar dari 0.2 – 0.3 cm maka harus dilakukan koreksi titik isocenter penyinaran yang sesuai dengan saran dari masing-masing verifikasi.

Menurut Listyawan (2018) positioning pasien dan immobilisasi merupakan faktor utama untuk memberikan keakuratan dan ketepatan pada pemberian dosis radiasi. *Reproducible positioning* merupakan salah satu syarat utama untuk positioning pasien ketika simulasi dan penyinaran. *Reproducible positioning* dapat dicapai dengan posisi pasien yang nyaman. Pasien yang tidak dalam posisi nyaman akan memiliki set-up *reproducibility* yang buruk, sehingga terjadi perubahan posisi setiap harinya yang dapat mengakibatkan penyimpangan keauratan dan ketepatan pemberian dosis radiasi.

Keseluruhan hasil menunjukkan bahwa metode *clipbox* dan *mask* memiliki akurasi yang cukup tinggi dengan rerata pergeseran yang mendeteksi pada tingkat minimal yaitu 0.1 cm. Ketelitian metode *mask* pada sumbu Y dan Z lebih tinggi karena mengikuti PTV atau GTV yang memiliki tingkat ketelitian hanya sebatas area PTV atau GTV. Sedangkan ketelitian metode *clipbox* dipengaruhi oleh deteksi pergerakan kepala maupun bahu pasien. Sehingga metode *mask* lebih teliti dalam mendeteksi pergeseran pada sumbu Y dan Z dibandingkan metode *clipbox*. Pemilihan metode verifikasi yang tepat serta penerapan standar prosedur yang baik sangat penting dalam teknik VMAT untuk memastikan akurasi penyinaran pada pasien kanker nasofaring.

Metode Verifikasi Yang Lebih Presisi Digunakan Pada Teknik *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT) Untuk Verifikasi Pada Kasus Kanker Nasofaring

Berdasarkan hasil rerata gabungan pada uji Mean Rank menunjukkan bahwa metode *clipbox* memiliki peringkat rata - rata yang lebih tinggi dengan nilai Mean Rank 44.96 dibandingkan metode *mask* dengan nilai Mean Rank 42.93. Meskipun tidak terdapat perbedaan rerata gabungan antara metode *clipbox* dan *mask* dengan *P Value* 0.512. Hasil standar deviasi yang lebih kecil pada metode *clipbox* menunjukkan bahwa metode *clipbox* lebih presisi dan konsisten dibandingkan metode *mask*. Hal ini menunjukkan bahwa metode *clipbox* lebih unggul dalam konsistensi hasil pengukuran verifikasi penyinaran pada semua sumbu dalam

verifikasi penyinaran pada kanker nasofaring menggunakan teknik VMAT.

Secara klinis, metode *clipbox* disarankan untuk verifikasi penyinaran pada kasus kanker nasofaring dengan teknik VMAT karena kemampuannya yang lebih presisi dalam menjaga pergeseran pada tingkat minimal dan memberikan hasil verifikasi dengan akurasi yang baik. Selain itu metode *clipbox* cenderung memberikan registrasi yang lebih cepat karena fokus pada struktur anatomi tulang dan mudah di identifikasi. Hal ini memungkinkan untuk mendapatkan hasil registrasi awal dengan cepat sebelum melakukan registrasi lebih lanjut. Metode *clipbox* relatif sederhana dan mudah digunakan karena fokus pada area kepentingan yang jelas. Sedangkan metode *mask* dapat menjadi lebih kompleks dalam hal segmentasi struktur jaringan lunak, terutama jika struktur tersebut tidak terdefinisi dengan jelas atau memiliki kontras yang rendah dalam hasil gambaran CBCT. Hal ini dapat menyulitkan dalam mendapatkan registrasi yang akurat. Metode *mask* sulit digunakan jika struktur jaringan lunak yang di registrasi tidak terdefinisi dengan jelas atau jika terdapat struktur anatomi lain yang superposisi di dalam metode *mask*. Hal ini dapat menyulitkan dalam mendapatkan registrasi yang akurat. Oleh karena itu, untuk memastikan presisi dan akurat verifikasi penyinaran pada kasus kanker nasofaring dengan teknik VMAT, disarankan untuk menggunakan metode *clipbox*.

Pada Unit Radioterapi dan Kedokteran Nuklir RSUP dr. Sardjito Yogyakarta registrasi metode *clipbox* digunakan untuk verifikasi penyinaran kanker nasofaring. Hal ini terjadi karena area nasofaring memiliki *Organ At Risk* (OAR) yang banyak dan mencakup seluruh struktur anatomi yang dapat memberikan hasil lebih akurat. Sehingga dibutuhkan metode verifikasi penyinaran yang presisi dan akurat untuk meningkatkan efektifitas teknik VMAT. Selain itu waktu verifikasi menggunakan metode *clipbox* lebih efisien daripada metode *mask*. Sedangkan metode *mask* lebih efektif digunakan untuk organ atau target volume yang memiliki struktur anatomi stabil (tidak bergerak), relatif kecil dan tidak terlalu kompleks untuk membutuhkan registrasi dengan presisi tinggi namun tidak memerlukan fokus registrasi yang terlalu spesifik seperti pada metode *clipbox*.

Menurut Leeuwenhoek (2022) pemilihan metode registrasi antara *clipbox* dan *mask* harus dipertimbangkan berdasarkan karakteristik struktur anatomi yang akan diregistrasi dan kebutuhan akurasi registrasi. Selain itu, penting untuk mempertimbangkan perubahan anatomi yang mungkin terjadi selama penyinaran dan memastikan bahwa metode *mask* yang dibuat tidak mengandung struktur anatomi yang tidak diinginkan yang dapat mempengaruhi metode registrasi. Metode *clipbox* cocok untuk registrasi struktur anatomi yang lebih kaku seperti tulang atau untuk memulai registrasi sebelum menggunakan metode *mask*. Sedangkan metode *mask* ideal untuk registrasi struktur jaringan lunak seperti prostat atau GTV pada kasus kanker paru.

Menurut Mohandass (2020) Pemilihan registrasi antara metode *clipbox* atau *mask* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor penting untuk mempertimbangkan kebutuhan klinis, tujuan verifikasi set-up pasien dan efisiensi waktu. Jika detail informasi anatomi pasien diperlukan untuk mendeteksi perubahan posisi target volume dan OAR selama penyinaran maka metode *mask* dapat menjadi pilihan yang lebih baik. Namun jika efisiensi waktu registrasi dan mendeteksi kesalahan set-up pasien yang cepat maka metode *clipbox* dapat menjadi pilihan yang lebih baik. Pemilihan metode registrasi antara *clipbox* atau *mask* sebaiknya didasarkan pada evaluasi kasus klinis secara individual dan konsultasi dengan dokter onkologi radiasi untuk memastikan pemilihan metode yang paling sesuai dengan kebutuhan spesifik pasien dan praktik klinis.

Menurut Leeuwenhoek (2022) syarat - syarat metode *clipbox* dan *mask* yang digunakan untuk registrasi pada pasien kanker nasofaring untuk metode *clipbox* yaitu fokus pada seluruh PTVtot_opti (yang termasuk semua kelenjar limfa PTV), vertebrae (termasuk prosesus spinosus), Os occipital, kedua mastoid, jugular notch dan jika diperlukan rahang bawah (tergantung pada posisi PTV). Registrasi metode *clipbox* dilakukan dengan menggunakan *grey value matching* dan penyesuaian manual jika diperlukan. Pada metode *mask* dibuat menggunakan seluruh PTV sebagai target volume *mask*. Untuk memperhitungkan ketidakpastian *positioning* pasien selama pemeriksaan, maka radiografer radioterapi mengatur margin *mask* 0.5 cm dalam semua arah, dengan tujuan memberikan jarak antara margin PTV yang tidak tergambar dengan *mask*. Sehingga tidak superposisi dan masih ada jarak dengan jaringan sekitar yang tidak masuk ke *mask*. Perubahan anatomi juga dapat

mempengaruhi registrasi dan mengubah *mask* tambahan jika terjadi masalah registrasi.

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa metode *clipbox* memiliki peringkat rata - rata yang lebih tinggi dibandingkan metode *mask*. Hasil standar deviasi yang lebih kecil pada metode *clipbox* menunjukkan bahwa metode *clipbox* lebih presisi dan konsisten dibandingkan metode *mask*. Sehingga penggunaan metode *clipbox* dapat meningkatkan akurasi verifikasi 3D penyinaran radioterapi, memastikan dosis radiasi yang tepat pada volume target yang diinginkan dan meningkatkan efektivitas penyinaran radioterapi pada pasien kanker nasofaring. Oleh karena itu, untuk memastikan akurasi dan presisi verifikasi pada kasus kanker nasofaring dengan teknik VMAT, disarankan untuk menggunakan metode *clipbox*.

Simpulan

Hasil rerata pergeseran yang terdeteksi antara metode *clipbox* dan *mask* sangat kecil yaitu 0.1 cm. Batas toleransi pergeseran verifikasi 3D penyinaran di Unit Radioterapi dan Kedokteran Nuklir RSUP dr. Sardjito Yogyakarta yaitu 0.5 cm. Sehingga metode *mask* lebih teliti dalam mendeteksi pergeseran dibandingkan metode *clipbox*.

Hasil penelitian ini secara statistik uji Mean Rank menunjukkan metode *clipbox* lebih presisi dengan hasil 44.96 dibandingkan metode *mask* dengan hasil 42.93 dalam verifikasi penyinaran pada kanker nasofaring menggunakan teknik VMAT. Hasil standar deviasi yang lebih kecil pada metode *clipbox* menunjukkan metode *clipbox* lebih presisi dan konsisten dibandingkan metode *mask*.

Meskipun hasil sudah menunjukan pergeseran yang minimal, perlu adanya alat immobilisasi menggunakan *thermoplastic mask double layer* untuk meningkatkan presisi dalam penyinaran dengan menciptakan lapisan pelindung yang lebih baik, stabilitas yang lebih besar serta mengurangi pergeseran kepala dan bahu. Hal ini terjadi karena di Unit Radioterapi dan Kedokteran Nuklir RSUP dr. Sardjito Yogyakarta hanya menggunakan masker *thermoplastic* satu lapis, sehingga kurang menjamin posisi pasien yang benar dan risiko pergeseran selama penyinaran.

Daftar Pustaka

Antoni Van Leeuwenhoek. 2022. *XVI Protocols: Netherlands Cancer Institute The Netherlands*. Netherland Cancer Institute, Amsterdam. Diambil dari https://www.avl.nl/media/5526/xvi-engelse-protocols-2022.pdf

Firdaus, A. R. 2019. *Teknik Penyinaran Radiasi Eksterna Metode Volumetric Modulated Arc Therapy Pada Kanker Astrocytoma Di Departemen Radioterapi Rumah Sakit Kanker Dharmais Skripsi Diajukan sebagai syarat menyelesaikan pendidikan Diploma 4 Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II*. Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Jakarta. Diambil dari https://perpus.poltekkesjkt2.ac.id/setiadi/index.php?p=show_detail&id=2820

Listyawan; Syahara. 2018. *PERBANDINGAN VERIFIKASI SET UP PENYINARAN ANTARA EPID SOFTWARE MOSAIQ DENGAN IVIEWGT PADA RADIOTERAPI KONFORMAL KANKER NASOFARING (Unit Radioterapi Instalasi Radiologi RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta)*. Poltekkes Kemenkes Semarang, Semarang. Diambil dari http://repository.poltekkes-smg.ac.id/index.php?p=show_detail&id=14789&keywords=verifikasi+penyinaran

Mohandass, P. … Mohandass, B. 2020. IMPACT Of Three Different Matching Methods On Patient Set-Up Error In X-Ray Volumetric Imaging For Head And Neck Cancer. *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy*, *25*(6), 906–912. https://doi.org/10.1016/j.rpor.2020.09.001

Wibowo, A. S. … Wibowo Nurcahyo, P. 2021. Verifikasi Neometri Kanker Nasofaring Dengan Epid Pada Pesawat Linac Di Unit Radioterapi Instalasi Radiologi RSUP DR. Kariadi Semarang. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, *7*, 28. Diambil dari http://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/jimed/index