

ANALISIS EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *BREAST BOARD* SEBAGAI ALTERNATIF
IMMOBILISASI PADA *LIMFOMA COLLI* DENGAN TEKNIK *THREE
DIMENSIONAL CONFORMAL RADIATION THERAPY (3D-CRT)*
DI RUMAH SAKIT MRCCC SILOAM SEMANGGI

Zahari Aulia Putri^{1*}, Km. Agus Bima Sakti², Yogi Purba Harlis³, I Putu
Andreana⁴

¹⁻⁴Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali

Email Korespondensi: rhinizahari09@gmail.com

Disubmit: 25 Agustus 2025 Diterima: 26 Maret 2026 Diterbitkan: 01 April 2026
Doi: <https://doi.org/10.33024/mahesa.v6i4.22275>

ABSTRACT

Colli Lymphoma is a rare type of cancer that affects the immune system. Colli (Carcinoma of Lymphoid Origin II) is a special category in non-Hodgkin's lymphoma that has characteristics in the process of causation and response to treatment. One way to treat Colli Lymphoma is to use external radiation therapy known as Three Dimensional Conformal Radiation Therapy (3D-CRT), which provides a more accurate distribution of radiation doses to the target area and reduces exposure to healthy organs (Organs at Risk/OAR). This study examines the effectiveness of using a breast board as a tool to maintain the position of Colli Lymphoma patients during 3D-CRT therapy at MRCCC Siloam Semanggi Hospital. The methodology used is a descriptive qualitative approach, with data obtained through observation, interviews, documentation, and analysis from the Treatment Planning System (TPS) and On Board Imager (OBI). The findings of the study suggest that breast boards have several advantages, such as providing more space for radiation to the axilla and neck areas, but there are also disadvantages such as lack of optimal fixation to the head. The results of the dose analysis showed that the larynx was the OAR with the highest dose received, while the apex of the lung received the lowest average dose. During the 20-day therapy process, verification of the patient's position showed a shift that remained within the tolerance limit. Therefore, the use of breast boards in the treatment of Colli Lymphoma can be effective in 3D-CRT therapy, although adjustments are needed to ensure the stability of the patient's position.

Keywords: 3D-CRT, Breast Board, Immobilization, Colli Lymphoma, Organ at Risk (OAR), Radiotherapy.

ABSTRAK

Limfoma Colli adalah tipe kanker yang langka dan berdampak pada sistem imun. Colli (Carcinoma of Lymphoid Origin II) merupakan suatu kategori khusus di limfoma non-Hodgkin yang memiliki ciri khas dalam proses penyebab dan reaksi terhadap pengobatan. Salah satu cara untuk menangani Limfoma Colli adalah dengan menggunakan terapi radiasi eksternal yang dikenal sebagai Three Dimensional Conformal Radiation Therapy (3D-CRT), yang memberikan distribusi

dosis radiasi yang lebih akurat pada area target dan mengurangi paparan pada organ sehat (Organ Yang Berisiko/OAR). Penelitian ini meneliti efektivitas penggunaan breast board sebagai alternatif immobilisasi untuk menjaga posisi pasien Limfoma Colli selama terapi 3D-CRT di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi. Metodologi yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif, dengan data diperoleh melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan analisis dari Treatment Planning System (TPS) serta On Board Imager (OBI). Temuan penelitian menyarankan bahwa breast board memiliki beberapa keuntungan, seperti memberikan ruang lebih untuk penyinaran ke daerah axilla dan leher, namun ada juga kekurangan seperti kurangnya fiksasi optimal pada kepala. Hasil analisis dosis menunjukkan bahwa laring merupakan OAR dengan dosis tertinggi yang diterima, sementara puncak paru-paru mendapatkan dosis rata-rata terendah. Selama 20 hari proses terapi, verifikasi posisi pasien menunjukkan adanya pergeseran yang tetap dalam batas toleransi. Oleh karena itu, penggunaan breast board sebagai alternatif immobilisasi dalam penanganan Limfoma Colli bisa efektif dalam terapi 3D-CRT, meskipun perlu adanya penyesuaian untuk memastikan stabilitas posisi pasien.

Kata Kunci: 3D-CRT, Breast Board, Imobilisasi, Limfoma Colli, Organ at Risk (OAR), Radioterapi.

PENDAHULUAN

Program *Limfoma Colli* adalah jenis kanker langka yang mempengaruhi sistem kekebalan tubuh. *Colli (Carcinoma of Lymphoid Origin II)* merupakan klasifikasi khusus dalam limfoma non-Hodgkin yang memiliki karakteristik unik dalam hal patogenesis dan respons terhadap pengobatan. *Limfoma Colli* memiliki insidensi yang relatif rendah dibandingkan dengan jenis *limfoma* lainnya (Smith A 2019). Gejala *Limfoma Colli* seringkali tidak spesifik dan dapat bervariasi tergantung pada lokasi dan stadium penyakit. Diagnosis biasanya ditegakkan melalui biopsi jaringan yang terkena dan pemeriksaan patologi.

Leher dapat diartikan sebagai area antara basis cranii dan batas inferior mandibular. Dalam anatomi terdapat istilah *soft tissue*, lemak, *membrane synovial*, otot, saraf, dan pembuluh darah, sedangkan tulang merupakan *hard tissue*. Ada struktur penting yang terletak di area leher antara lain tulang, otot, *spinal cord*, pembuluh darah, saraf, serta

kelenjer *tiroid* dan *paratiroid*. *Vebratebrae cervical* merupakan struktur tulang utama pada leher. Tulang- tulang dan otot-otot pada leher dapat berperan sebagai penyokong kepala dan berperan pada gerakan kepala. (Moore et al., 2018; Standring, 2020).

Kanker ini sering kali dikaitkan dengan jenis kanker yang terjadi pada kelenjar getah bening di leher atau kanker kepala dan leher yang mencakup tenggorokan, laring, atau daerah sekitar mulut. Gejalanya bisa meliputi benjolan di leher, perubahan suara, kesulitan menelan, atau rasa sakit di daerah kepala atau leher. (Cancer Center, 2022; Macmillan Cancer Support, 2025)

Kanker dapat diobati dengan beberapa metode, seperti operasi, kemoterapi, radioterapi, atau kombinasi dari ketiganya. Pilihan metode ini ditentukan oleh dokter berdasarkan jenis dan tingkat keparahan kanker serta kondisi kesehatan pasien (Suharmono et al., 2021).

Salah satu pemanfaatan dari radiasi dalam bidang medis dapat diartikan sebagai terapi radiasi atau radioterapi. Radioterapi adalah prosedur medis untuk menangani penyakit kanker dengan menggunakan sinar radiasi pengion. Menurut Fitriatuzzakiyyah (2017), radiasi pengion adalah radiasi dengan energi tinggi yang mampu melepaskan elektron dari orbit suatu atom, yang menyebabkan terbentuknya muatan atau terionisasi. Radiasi pengion terdiri dari radiasi elektromagnetik dan radiasi partikel. Radiasi pengion digunakan pada radioterapi, karena radiasi ini dapat membentuk ion dan menyimpan energi pada sel jaringan yang melewatinya. Energi ini dapat membunuh sel kanker atau menyebabkan perubahan genetik yang dapat mengakibatkan kematian pada sel kanker (Mirfauddin, dkk, 2023). Radioterapi digunakan sebagai terapi tambahan setelah reseksi subtotal (STR) untuk mencegah kekambuhan. Radioterapi dapat dipilih untuk pasien yang secara medis tidak dapat dioperasi atau tidak ingin menjalani operasi (Luffianti, dkk, 2023).

Radiasi yang digunakan dalam radioterapi adalah radiasi dosis tinggi dengan tingkat energi berada dalam rentang 10 keV sampai 35 MeV. Oleh karena itu, sebelum pasien diberi perlakuan radioterapi, penting bagi fisikawan medis untuk melakukan simulasi komputer guna mengetahui pemberian dosis radiasi yang tepat (Miska, dkk, 2019). Radioterapi memiliki banyak peluang penerapan dalam perkembangan teknologi yang dapat diimplementasikan di Indonesia untuk meningkatkan kualitas pelayanan dan keberhasilan proses radioterapi seiring dengan berkembangnya penggunaan big data dan *artificial intelligence* (AI). Pada tahun 2018, Indonesia tercatat

telah memiliki 44 Rumah Sakit yang terdapat fasilitas radioterapi dengan 66 pesawat (49 pesawat LINAC, 16 pesawat Cobalt, dan 1 pesawat Tomoterapi) (Amda, dkk, 2023).

Resiko yang terdapat dalam penerapan radiasi untuk area yang luas dan berlebihan dapat berdampak pada organ yang berisiko, berpotensi merusak jaringan sehat, serta mungkin menyebabkan kematian jaringan pada dosis yang sangat kecil. Ini bisa mengakibatkan kekambuhan sel kanker. Oleh karena itu, dosis radiasi harus diatur secara optimal, dengan dosis tumor mengikuti pedoman dari *International Commission on Radiation Units and Measurements* (ICRU), yang menetapkan dosis maksimum dalam kisaran 5%-107%. Proses radioterapi sangat rumit, dan untuk memastikan akurasi yang tinggi diperlukan, baik dalam pengendalian tumor maksimal maupun meminimalkan risiko terhadap jaringan sehat. Pengelolaan risiko dalam radioterapi harus dilakukan secara proaktif untuk mengurangi kesalahan, dengan batas toleransi yang dapat diterima sesuai dengan pedoman dari *World Health Organization* (WHO).

Radioterapi dapat dilakukan pada kasus kanker stadium IA, IB dan IIA yang masih operabel (dapat dilakukan dengan operasi) atau tidak resektabel (tidak dapat dilakukan operasi) karena tumor yang besar (*bulki mass*) serta IIB, IIIA, IIIB, dan IVA (Susworo et al., 2017). Berkembangnya terapi kanker melalui radiasi eksternal pada saat ini memungkinkan kesempatan untuk terapi ajuvan bagi penderita stadium lanjut atau pada kejadian kekambuhan. Pada pengobatan radioterapi dilakukan dengan beberapa teknik seperti IMRT (*Intensity Modulated Radiotherapy*), 3D-CRT (*Conformal Radiation*

Therapy), dan 2D dengan modalitas pesawat eksternal radiasi dengan Linac (*Linear Accelerator*) dan *Cobalt-60* (Wulandari et al., 2023).

Oleh karena itu, agar dapat membatasi atau mengurangi dosis radiasi pada organ sehat lainnya, diperlukan teknik atau cara untuk meminimalisir hal tersebut. Semakin berkembangnya teknologi, semakin banyak pula teknik penyinaran yang dapat digunakan dalam pemberian radiasi pada kanker. Teknik 3D-CRT (*Three-Dimensional Conformal Radiation Therapy*) adalah metode radioterapi yang menggunakan teknologi canggih untuk menghasilkan gambaran tiga dimensi dari tumor dan jaringan sekitarnya. Dengan menggunakan informasi ini, radiasi dapat diarahkan dengan lebih tepat ke tumor, sehingga mengurangi kerusakan pada jaringan sehat di sekitarnya. Kelebihan 3D-CRT (Zelefsky M 2018) :

- Meningkatkan akurasi pengobatan radioterapi
- Mengurangi efek sampingan pada jaringan sehat
- Meningkatkan kemungkinan kesembuhan pasien

Keberhasilan dari terapi tersebut bisa dilihat melalui tercapainya prinsip dan tujuan terapi radiasi tersebut, salah satunya dengan menentukan alat imobilisasi yang tepat untuk pasien. Alat imobilisasi bertujuan agar posisi tubuh pasien tetap berada pada posisi yang sama dan tidak terjadi pergerakan yang tidak diinginkan selama masa penyinaran. Alat imobilisasi pasien dengan kasus *Limfoma Colli* umumnya adalah *base plate head and neck* serta masker *thermoplastic*. Namun pada kasus *Limfoma Colli* ini alat imobilisasi berupa *breast board* yang mana biasa digunakan sebagai alat imobilisasi untuk kanker payudara. (Dong, 2022; World Health Organization, 2019).

Berdasarkan permasalahan diatas penulis tertarik melakukan penelitian mengenai Analisis Efektivitas Penggunaan *Breast Board* Sebagai Alternatif Imobilisasi Pada *Limfoma Colli* Dengan Teknik *Three Dimensional Conformal Radiation Therapy* (3D-CRT) Di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi. Dengan penelitian ini diharapkan dapat mengetahui dan menganalisis efektivitas prosedur *Three Dimensional Conformal Radiation Therapy* (3D-CRT) dalam penanganan pasien *Limfoma Colli* di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi, dengan fokus pada kelebihan dan kekurangan, prosedur CT-Scan Simulator, evaluasi dosis pada target dan *Organ At Risk* (OAR), serta evaluasi berkala pasien menggunakan *On Board Imager* (OBI)

KAJIAN PUSTAKA

Menurut Hoskin PJ (2018) Dosis radiasi untuk *limfoma* dapat bervariasi tergantung pada jenis *limfoma*, stadium penyakit, dan tujuan pengobatan. Berikut beberapa referensi yang relevan tentang dosis radiasi untuk *limfoma*:

- IAEA-TECDOC-1783 : "*Radiotherapy in the Management of Non-Hodgkin Lymphoma*" (2015) dokumen ini membahas tentang peran radioterapi dalam pengelolaan limfoma non-Hodgkin.
- ICRU Report 62 : "*Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy*" (suplemen untuk ICRU Report 50) - dokumen ini memberikan rekomendasi tentang volume dan dosis radiasi yang digunakan dalam terapi radiasi foton untuk berbagai jenis kanker, termasuk limfoma.

Dosis radiasi yang umum digunakan untuk limfoma adalah sebagai berikut:

- a. Untuk limfoma Hodgkin, dosis radiasi yang umum digunakan adalah 20-30 Gy dalam fraksi 10-15.
- b. Untuk limfoma non-Hodgkin, dosis radiasi yang umum digunakan adalah 30-40 Gy dalam fraksi 15-20.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif, yang bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan dan penggunaan *Breast Board* Sebagai Alternatif Immobilisasi pada penyinaran *Limfoma Colli* dengan teknik *Three Dimension Conformal Radiation Therapy* (3D-CRT). Penelitian dilaksanakan di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi dengan waktu pelaksanaan dimulai dari pengumpulan data pada bulan Februari 2025. Populasi dalam penelitian ini adalah satu pasien *Limfoma Colli* yang menjalani terapi radiasi menggunakan *Breast Board* sebagai alternatif immobilisasi dengan teknik 3D-CRT, sedangkan sampel penelitian merupakan hasil perencanaan dari *Treatment Planning System* (TPS) dan data sekunder pasien yang menjalani terapi di rumah sakit tersebut.

Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu studi kepustakaan, observasi langsung terhadap proses perencanaan dan pelaksanaan penyinaran, wawancara dengan radioterapis dan fisikawan medis, serta dokumentasi setiap tahap penyinaran menggunakan *Breast Board*. Instrumen yang digunakan meliputi alat *Linear Accelerator* (LINAC), data set-up pasien dari simulasi CT-scan simulator, data TPS berupa kurva isodosis dan *dose volume histogram* (DVH), serta data sekunder pasien. Data yang terkumpul diolah dan

dianalisis secara deskriptif dengan tahapan pengumpulan data, reduksi data untuk memilah dan mengklasifikasikan informasi yang relevan, penyajian data dalam bentuk naratif dan visual seperti grafik atau kurva, serta penarikan kesimpulan yang dilakukan secara bertahap sejak awal proses penelitian).

HASIL PENELITIAN

Penggunaan *Breast Board* Sebagai Alternatif Immobilisasi dalam Pelaksanaan Terapi 3D-CRT pada Pasien *Limfoma Colli* di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi

Penggunaan *breast board* sebagai alternatif immobilisasi dalam pelaksanaan terapi *Three-Dimensional Conformal Radiation Therapy* (3D-CRT) pada pasien *Limfoma Colli* memberikan sejumlah kelebihan dan kekurangan berdasarkan hasil wawancara dengan tiga responden tenaga medis.

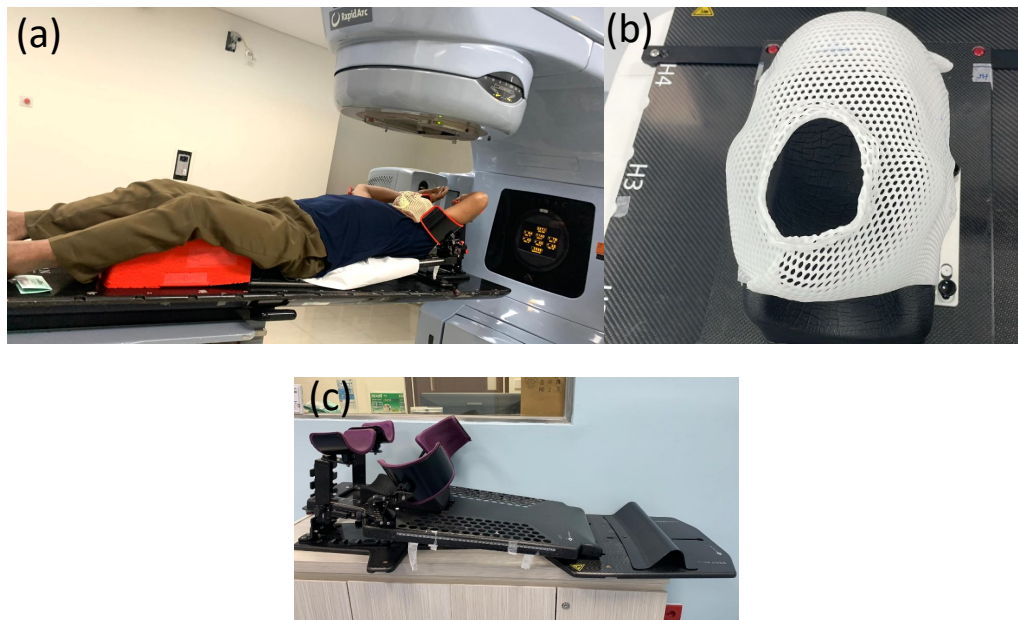
Menurut Responden 1, salah satu kelebihan *breast board* adalah kemampuannya dalam meng-cover lapangan radiasi, khususnya ketika target radiasi berada di area *axilla*, karena memungkinkan posisi tangan diangkat ke atas, sehingga area penyinaran didaerah *axilla* tidak tertutupi. Namun, kekurangannya adalah *breast board* kurang fleksibel dalam menyesuaikan posisi leher dan bahu, sehingga pada kasus *limfoma colli*, penyesuaian posisi target bisa menjadi terbatas meskipun pasien telah menggunakan masker kepala.

Responden 2 menambahkan penggunaan *breast board* pada awalnya dipilih untuk memfasilitasi posisi tangan dalam keadaan terangkat ke atas dengan tujuan memberikan visualisasi yang optimal terhadap area *axilla* pada saat simulasi CT. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mengevaluasi

kemungkinan penyebaran limfoma ke kelenjar getah bening aksila. Namun, berdasarkan hasil pencitraan dan perencanaan pada *Treatment Planning System* (TPS), tidak ditemukan keterlibatan nodus limfatik di area tersebut. Meskipun demikian, terdapat keterbatasan ketidakmungkinan menggunakan alat fiksasi masker *head and neck* pada *breast board* sebagai kekurangan utama, karena dapat meningkatkan risiko pergerakan kepala dan leher saat penyinaran, namun penggunaan masker *head* cukup membantu mengurangi resiko pergerakan.

Selanjutnya menurut Responden 4, Penggunaan *Breast Board* pada kasus *Limfoma Colli* dengan teknik 3D-CRT bertujuan untuk memastikan posisi pasien yang stabil dan konsisten selama seluruh rangkaian terapi radiasi, terutama pada area *Thorax* dan leher bawah. *Breast Board* dirancang dengan sandaran punggung dan lengan yang memungkinkan pasien dalam posisi

supinasi dengan lengan terangkat ke atas. Pada kasus *Limfoma Colli*, posisi ini sangat bermanfaat untuk menjauhkan lengan dari volume target penyinaran, sehingga meminimalkan risiko paparan radiasi pada jaringan sehat di sekitar, seperti paru-paru, jantung, dan lengan atas. Selain itu, *Breast Board* juga membantu memperluas dan membuka sudut anatomi leher dan *clavicula*, sehingga perencanaan distribusi dosis radiasi dapat dilakukan lebih presisi. Dengan dukungan teknik 3D-CRT yang memanfaatkan pencitraan tiga dimensi, penggunaan *Breast Board* menjadi penting dalam memastikan bahwa kontur target termasuk nodus *limfatik cervical* dan *supraclavicula* dapat dicapai secara optimal sambil tetap menjaga dosis ke organ risiko (OAR) dalam batas aman. Oleh karena itu, penggunaan *Breast Board* tidak hanya mendukung kenyamanan pasien, tetapi juga meningkatkan akurasi dan keamanan terapi radiasi secara keseluruhan



Gambar 1. Posisi Pasien di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi (a), Masker *Head* di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi (b), *Breast Board* di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi (c)

Prosedur CT- Scan Simulator pada Pasien Limfoma Colli Menggunakan *Breast Board* Sebagai Alternatif Immobilisasi Teknik 3D-CRT di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi

Berdasarkan wawancara, prosedur CT-scan simulator pada pasien *Limfoma Colli* yang menggunakan *Breast Board* dilakukan dengan posisi *supine*, tangan diangkat ke atas. Responden 1 menyatakan bahwa pasien menggunakan *breast board* dengan tambahan masker *head* untuk memastikan fiksasi kepala yang optimal. Proses scanning dilakukan dari batas atas nasal hingga sternum bawah dengan ketebalan slice 3 mm.

Responden 2 menyebutkan bahwa penggunaan *breast board* sedikit menyulitkan karena tidak terdapat alat fiksasi kepala dan leher seperti pada masker *head and neck*, namun titik isocenter tetap dapat ditentukan di area *cervical* atau *thoracal* yang lebih mudah ditandai.

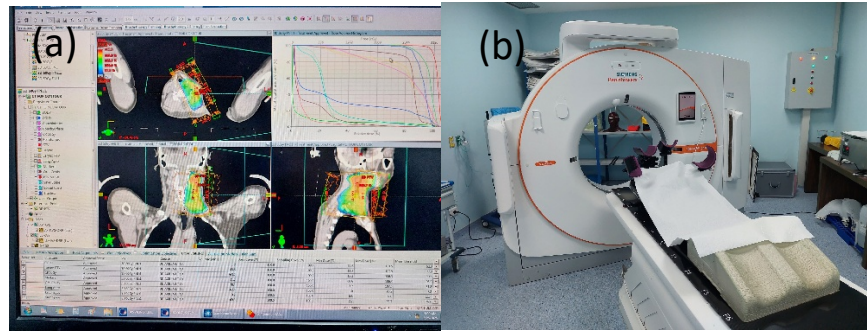
Responden 3 menguraikan prosedur sebagai berikut:

1. Pasien mengganti pakaian bagian atas dan melepaskan aksesoris dibagian leher
2. Pasien berbaring di atas *breast board* dan dibuatkan alat immobilisasi berupa masker kepala
3. Scanning dengan ketebalan slice 3 mm
4. Hasil gambar dikirim ke TPS untuk diproses oleh dokter dan fisikawan medik

Responden 5 menjelaskan bahwa dalam penatalaksanaan kasus *Limfoma Colli* dengan teknik 3D *Conformal Radiotherapy* (3D-CRT), pemilihan alat immobilisasi yang tepat sangat penting untuk menjaga posisi pasien tetap stabil dan konsisten

selama seluruh rangkaian terapi. Salah satu alat immobilisasi yang paling umum digunakan adalah masker *thermoplastic head and shoulder*, karena mampu memberikan fiksasi kuat pada kepala, leher, dan bahu, sehingga mengurangi pergerakan yang tidak diinginkan selama penyinaran. Masker ini umumnya dipasang pada baseplate jenis U-frame atau S-frame untuk menambah kestabilan selama prosedur. Sebagai alternatif, *Breast Board* juga digunakan, khususnya pada kasus dengan keterlibatan area *supraclavical*. *Breast board* memungkinkan pasien diposisikan dengan lengan diangkat ke atas, sehingga area leher bawah dan *thorax* bagian atas lebih terbuka untuk penyinaran dan mengurangi risiko paparan radiasi pada lengan.

Selain itu, Vacuum Bag (Vac-Lok) menurut responden 5 juga dapat digunakan sebagai immobilisasi fleksibel yang membentuk kontur tubuh pasien secara presisi, memberikan kenyamanan tambahan, dan sangat berguna pada pasien dengan kondisi postur tubuh tertentu. Dalam beberapa kasus, *shoulder full system* digunakan untuk menarik bahu ke bawah guna memperluas area target yang dapat dijangkau sinar, serta menghindari bahu menutupi area penyinaran, terutama pada leher bawah. *Wing board* juga bisa menjadi pelengkap, memberikan penyangga tambahan untuk lengan dan tubuh bagian atas, serta meningkatkan kenyamanan saat pasien harus mempertahankan posisi dalam waktu lama. Pemilihan alat immobilisasi harus mempertimbangkan kenyamanan pasien, lokasi area penyinaran, dan kebutuhan untuk memastikan posisi yang sama setiap hari agar hasil terapi lebih optimal dan aman.



Gambar 2. Komputer *Treatment Planning System* (TPS) di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semangi (a), CT-Scan Simulator di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semangi (b)

Evaluasi Dosis pada Target dan *Organ At Risk* (OAR) pada *Limfoma Colli* Menggunakan *Breast Board*

Sebagai Alternatif Immobilisasi dengan Teknik 3D-CRT di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semangi

Tabel 1. Nilai Dosis OAR

OAR	Volume (cm ³)	Min Dose (cGy)	Max Dose (cGy)	Mean Dose (cGy)
Spinal Cord	20.2	167.0	3682.8	1177.2
Larynx	52.3	564.7	5257.7	4043.2
Trachea	63.4	41.8	5225.4	1516.9
Esophagus	9.2	37.5	4850.4	571.0
Lung Apex	162.5	49.2	4508.7	358.9

Berdasarkan tabel di atas, volume *Organ At Risk* (OAR) yang terpapar radiasi bervariasi, dengan *Lung Apex* memiliki volume terbesar yaitu 162,5 cm³, sedangkan *Esophagus* memiliki volume terkecil yaitu 9,2 cm³. Dosis minimum yang diterima organ-organ tersebut juga berbeda, mulai dari 37,5 cGy pada *Esophagus* hingga 564,7 cGy pada *Larynx*. Dosis maksimum tertinggi ditemukan pada *Larynx* yaitu 5257,7 cGy, sementara dosis maksimum terendah adalah pada *Spinal Cord* sebesar 3682,8 cGy. Untuk dosis rata-rata, *Larynx* menerima dosis tertinggi sekitar 4043,2 cGy, sedangkan *Lung Apex* menerima dosis rata-rata terendah yaitu 358,9 cGy.

Berdasarkan hasil perencanaan pada sistem *External Beam Planning*, struktur *Planning Target Volume*

(PTV) dengan volume sebesar 361,2 cm³ menunjukkan cakupan dosis yang sangat baik, dengan nilai coverage mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh volume PTV menerima minimal 97,5% dari dosis serap, yaitu sebesar 50 Gy (5000 cGy), sesuai dengan tujuan terapi kuratif. Nilai dosis maksimum yang tercatat pada PTV adalah sebesar 5375,8 cGy, atau sekitar 107,5% dari dosis serap. Nilai ini masih berada dalam batas toleransi, selama distribusi dosis tinggi tersebut tidak mengenai organ-at-risk di sekitarnya.

Sementara itu, dosis minimum yang diterima di dalam volume PTV adalah 2251,9 cGy, dan rata-rata dosis (mean dose) tercatat sebesar 3123,0 cGy. Meskipun nilai rata-rata ini tampak lebih rendah dari dosis serap, nilai median dose sebesar

5186,6 cGy dan modal dose sebesar 5220,1 cGy menunjukkan bahwa sebagian besar volume PTV menerima dosis mendekati atau sedikit melebihi dosis target. Variasi dosis dalam volume PTV relatif kecil, dengan standar deviasi sebesar 135,3 cGy, menandakan distribusi yang stabil dan tidak ekstrem.

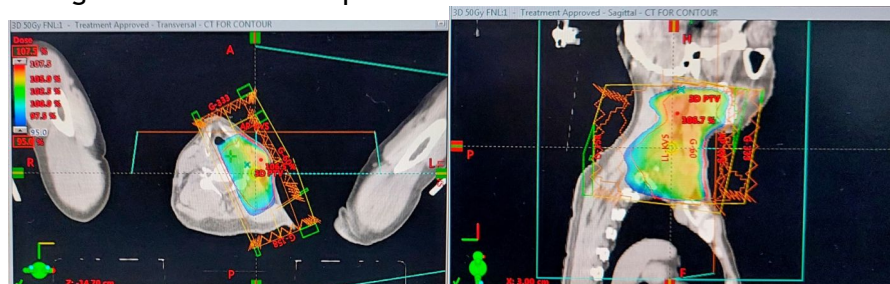
Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa cakupan dosis terhadap PTV dalam rencana penyinaran ini sangat optimal. Seluruh volume target telah terdistribusi dengan baik dalam zona terapeutik, dan nilai-nilai parameter dosis menunjukkan kesesuaian terhadap standar klinis dalam radioterapi 3D-CRT.

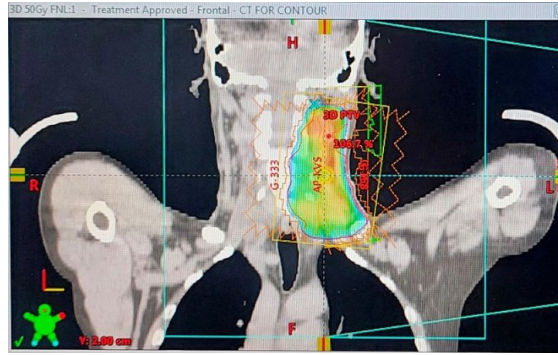
Berdasarkan hasil perencanaan pada Treatment Planning System (TPS), struktur target dan *organ at risk* (OAR) telah dikontur secara rinci oleh dokter untuk memastikan cakupan dosis yang optimal pada target sekaligus meminimalkan paparan terhadap organ sehat di sekitarnya. Struktur target yang dikontur *Planning Target Volume* (PTV). PTV mencakup margin tambahan di sekitar target untuk mengantisipasi ketidakpastian pergerakan pasien dan variasi setup. Secara keseluruhan, target volume ini mencakup area leher lateral hingga *supraclavícula* tanpa melibatkan *axilla*.

Selain target utama, struktur *organ at risk* yang dikontur meliputi *larynx*, *trakea*, *esofagus*, *spinal cord* dan *apex paru*. *Larynx* dikontur untuk menghindari kerusakan pada

fungsi vokal dan menelan akibat dosis tinggi. *Trakea* dan *esofagus* yang terletak secara anatomis berdekatan dengan target volume juga mendapat perhatian khusus untuk menghindari efek samping seperti *disfagia* atau *stenosis*. *Spinal cord* dikontur dengan akurat karena memiliki batas toleransi radiasi yang ketat untuk mencegah terjadinya mielopati radiasi. *Apex paru* turut dikontur untuk memastikan paparan radiasi tidak melebihi ambang toleransi paru-paru, terutama pada bagian superior yang berdekatan dengan *supraclavícula*.

Distribusi dosis yang divisualisasikan dalam TPS pada bidang transversal, frontal, dan sagital menunjukkan bahwa sebaran dosis terfokus pada area target, dengan cakupan konformal terhadap kontur PTV. Warna merah dan kuning pada tampilan isodose menunjukkan area dosis tinggi yang mengikuti bentuk PTV dengan baik, sedangkan warna hijau dan biru menunjukkan distribusi dosis yang meluruh ke arah organ sehat. *Kurva Dose Volume Histogram* (DVH) juga menunjukkan bahwa seluruh target volume menerima dosis yang sesuai dengan dosis serap, sementara OAR tetap dalam batas toleransi radiasi yang aman. Dengan demikian, perencanaan ini menunjukkan keberhasilan dalam mengoptimalkan distribusi dosis untuk tujuan terapeutik tanpa meningkatkan risiko terhadap jaringan sehat.





Gambar 3. Bagian-bagian yang dikontur oleh Dokter di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi

Responden 4 menjelaskan bahwa pada kasus *Limfoma Colli* yang ditangani dengan teknik *3D Conformal Radiotherapy (3D-CRT)*, pencapaian dosis yang optimal pada *Planning Target Volume (PTV)* dilakukan melalui proses perencanaan yang cermat di *Treatment Planning System (TPS)*. Setelah proses simulasi CT dilakukan dan struktur target seperti nodus *limfatik servikal* dan *supraclavicular* dikontur dengan tepat, beberapa bidang penyinaran dengan sudut gantry yang berbeda dipilih untuk memastikan cakupan dosis yang merata terhadap seluruh volume target. Biasanya digunakan kombinasi sinar dari arah anterior dan oblique, dengan sudut gantry seperti 0° , 30° - 45° , atau 315° - 330° , yang disesuaikan berdasarkan distribusi nodus dan posisi anatomi pasien. Penempatan bidang sinar ini memungkinkan distribusi dosis yang konformal, mengikuti bentuk target dan meminimalkan paparan pada organ penting seperti *medula spinalis*, *trakea*, dan paru-paru atas.

Arah sinar disesuaikan berdasarkan distribusi nodus yang terlibat, dan bisa berbentuk *opposing fields* (bidang berlawanan), *tangensial oblique*, atau kombinasi anterior-oblique, tergantung kontur target dan perencanaan di *TPS (Treatment Planning System)*. Kolimasi *multi-leaf collimator (MLC)*

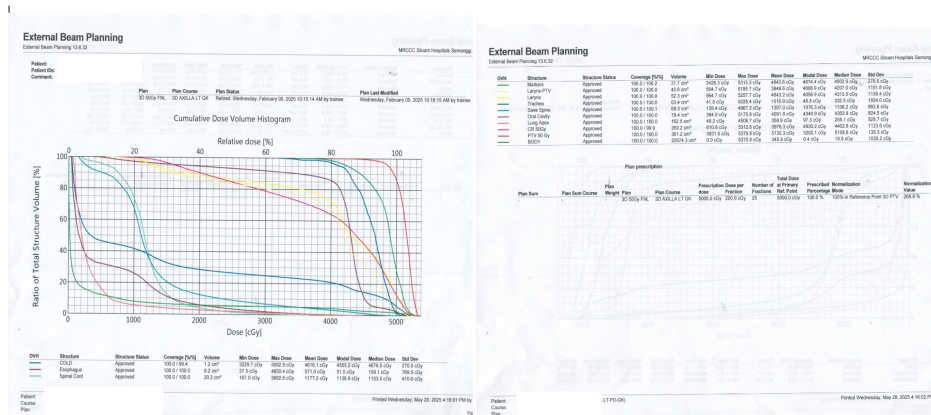
akan membentuk bidang sinar mengikuti bentuk target untuk memastikan konformitas dosis.

Responden 4 menyampaikan bahwa teknik ini didukung dengan verifikasi posisi harian (misalnya menggunakan OBI atau CBCT), serta penggunaan alat imobilisasi seperti *Breast Board* dan masker *thermoplastic*, agar posisi pasien tetap konsisten dan akurat selama seluruh sesi terapi.

Menurut responden 4 dalam teknik 3D-CRT, dosis biasanya diberikan menggunakan energi foton 6 MV, yang cukup efektif untuk mencapai kedalaman target di daerah leher dan *supraclavicular*. Dengan bantuan *multi-leaf collimator (MLC)*, bentuk sinar dapat disesuaikan agar mencakup target dengan presisi. Penilaian dosis dilakukan menggunakan *dose-volume histogram (DVH)* untuk memastikan bahwa setidaknya 95% volume PTV menerima dosis sesuai serap, misalnya antara 30-36 Gy tergantung pada protokol dan stadium penyakit. Selain itu, penggunaan alat imobilisasi seperti *breast board* dan masker *thermoplastic* penting untuk menjaga posisi pasien tetap konsisten selama terapi berlangsung. Verifikasi posisi pasien dengan OBI atau CBCT secara berkala memastikan bahwa distribusi dosis tetap sesuai dengan rencana.

Dengan pendekatan ini, teknik 3D-CRT memungkinkan pemberian dosis yang efektif dan aman pada PTV,

serta meminimalkan risiko efek samping pada jaringan sehat di sekitarnya.



Gambar 4. Cumulative Dose Volume Histogram (DVH) di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi

Evaluasi Hasil Pergeseran Pasien Menggunakan *On Board Imager* (OBI) pada *Limfoma Colli* dengan Teknik 3D-CRT Menggunakan

Verifikasi posisi pasien selama terapi menggunakan *On Board Imager* (OBI) selama 20 hari penyinaran menunjukkan adanya

Breast Board Sebagai Alternatif Immobilisasi di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi

pergeseran posisi pasien dalam tiga arah, yaitu vertikal, longitudinal, dan lateral sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Verifikasi Posisi Pasien

Hari	Verifikasi Pasien		
	Vrt	Lng	Lat
1	0.1	0.5	0.1
2	0.0	0.5	0.0
3	0.0	0.0	0.4
4	0.6	0.0	0.1
5	0.0	0.1	0.2
6	0.3	0.2	0.2
7	0.0	0.3	0.3
8	0.2	0.4	1.0
9	0.0	0.9	0.1
10	0.6	0.3	0.1
11	0.0	0.7	0.2
12	0.2	1.2	0.2
13	0.0	0.5	0.2
14	0.6	0.0	0.6
15	0.3	0.4	0.1
16	0.0	0.2	0.1
17	0.1	0.1	0.1
18	0.0	0.3	0.8
19	0.0	0.5	0.5

20	0.4	0.3	0.0
Rerata	0.17	0.37	0.27

Responden 4 mengungkapkan pergeseran posisi pasien selama 20 hari terapi radiasi yang terdeteksi melalui On Board Imager (OBI) menunjukkan adanya variasi dalam tiga arah vertikal, longitudinal, dan lateral yang dapat disebabkan oleh kombinasi faktor teknis dan fisiologis. Pergeseran vertikal relatif stabil, berkisar antara 0,0 hingga 0,6 cm, dengan mayoritas di bawah 0,3 cm. Hal ini mengindikasikan bahwa alat immobilisasi seperti *Breast Board* dan headrest masih cukup efektif dalam mempertahankan kestabilan posisi atas-bawah pasien. Sementara itu, pergeseran longitudinal menunjukkan kecenderungan lebih besar, dengan nilai puncak mencapai 1,2 cm pada hari ke-12. Pergeseran ini dapat disebabkan oleh perubahan postur tubuh pasien, kelelahan, penurunan berat badan, serta ketidakkonsistenan napas, yang secara kumulatif mempengaruhi akurasi posisi depan-belakang. Adapun pergeseran lateral, dengan nilai tertinggi 1,0 cm pada hari ke-8, kemungkinan terjadi akibat rotasi tubuh yang tidak terdeteksi, ketidakseimbangan posisi immobilisasi, atau ketegangan otot yang bersifat unilateral. Faktor-faktor seperti kenyamanan pasien, stabilitas pemasangan alat immobilisasi, dan perubahan anatomi selama terapi juga turut berkontribusi terhadap pergeseran ini. Oleh karena itu, evaluasi rutin melalui sistem verifikasi citra sangat penting untuk memastikan posisi penyinaran tetap tepat sasaran dan dalam batas toleransi klinis.

Responden 5 menjelaskan bahwa pada kasus ini, pasien menjalani terapi radiasi dengan menggunakan kombinasi alat immobilisasi berupa *Breast Board* dan masker kepala. Meskipun *Breast Board* memiliki keterbatasan dalam hal fiksasi kepala dan leher jika digunakan secara tunggal, Responden 5 menyebutkan bahwa penambahan masker *thermoplastic* kepala telah secara signifikan meningkatkan stabilitas posisi, khususnya pada area leher atas dan kepala. Pasien juga mampu beradaptasi dengan baik terhadap posisi terapi yang ditentukan. Selama proses penyinaran berlangsung, pasien tidak menunjukkan keluhan berarti terkait ketidaknyamanan atau kelelahan, dan posisi tubuh dapat dipertahankan secara stabil sepanjang sesi terapi.

Lebih lanjut, Responden 5 menambahkan bahwa verifikasi posisi harian menunjukkan tidak adanya pergeseran yang signifikan, yang menandakan bahwa setup immobilisasi sudah sesuai dan efektif. Hal ini mencerminkan keberhasilan pendekatan tim, mulai dari pemilihan alat, penyesuaian posisi, hingga komunikasi yang baik dengan pasien, dalam menciptakan kondisi yang mendukung ketepatan, kenyamanan, dan konsistensi selama terapi radiasi. Oleh karena itu, Responden 5 menyimpulkan bahwa kombinasi masker kepala dan *Breast Board* yang digunakan pada pasien ini sudah optimal secara klinis dan tidak mengganggu kenyamanan selama terapi berlangsung.



Gambar 5. Pesawat *Linear Accelerator* (LINAC) di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi

Tabel 3. Rata-Rata Pergeseran Pasien

Arah Pergeseran	Rerata (cm)
Vertikal (Vrt)	0.17
Longitudinal (Lng)	0.37
Lateral (Lat)	0.27

Verifikasi posisi pasien selama terapi menggunakan *On Board Imager* (OBI) selama 20 hari penyinaran menunjukkan adanya

pergeseran posisi pasien dalam tiga arah, yaitu vertikal, longitudinal, dan lateral.

PEMBAHASAN

Hasil Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan *Breast Board* dalam Pelaksanaan Terapi 3D-CRT pada Pasien *Limfoma Colli* di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi

Breast board memiliki peranan penting dalam prosedur radioterapi, khususnya dalam membantu menstabilkan posisi lengan pasien agar tetap terangkat ke atas selama proses penyinaran. Posisi ini awalnya dipilih untuk memberikan akses visualisasi yang lebih optimal terhadap area *axilla*, guna mengevaluasi kemungkinan penyebaran ke kelenjar getah bening *axilla* pada kasus *limfoma colli*. Namun, berdasarkan hasil pencitraan dan perencanaan pada Treatment Planning System (TPS), tidak ditemukan keterlibatan *nodus limfatik* di area *axilla*, sehingga wilayah tersebut tidak dimasukkan dalam cakupan penyinaran. Meskipun begitu, penggunaan *breast board* juga memiliki beberapa batasan.

Salah satu isu utama adalah tidak adanya alat fiksasi yang memadai untuk kepala dan leher, seperti masker *head and neck* yang biasa digunakan untuk meminimalkan pergerakan di area tersebut selama proses penyinaran. Hal ini dapat meningkatkan risiko pergeseran posisi kepala dan leher selama terapi, yang dapat menurunkan akurasi dosis radiasi. Selain itu, tanda *isocenter* yang biasanya dipakai untuk menentukan titik referensi dalam perencanaan radiasi tidak dapat langsung diterapkan pada masker kepala, sehingga dibutuhkan metode alternatif untuk memastikan posisi yang akurat (Maritza et al. 2024).

Ketidaknyamanan pasien selama terapi juga menjadi perhatian penting. Posisi tangan yang diangkat dalam waktu lama dapat menyebabkan rasa pegal dan kelelahan otot, yang pada beberapa kasus bisa mengganggu stabilitas

posisi pasien. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan pendekatan yang melibatkan komunikasi yang efektif dengan pasien serta penggunaan alat bantu fiksasi tambahan yang mampu meningkatkan kenyamanan sekaligus mempertahankan posisi optimal selama penyinaran.

Prosedur CT- Scan Simulator pada Pasien *Limfoma Colli* Menggunakan *Breast Board* Sebagai Alternatif Immobilisasi Pada Teknik 3D-CRT di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi

Prosedur CT-scan simulator adalah tahap awal yang sangat penting dalam merencanakan terapi 3D-CRT, terutama untuk pasien *Limfoma Colli* yang memanfaatkan *breast board*. Pasien diatur dalam posisi telentang dengan lengan terangkat dan tubuhnya difiksasi agar tetap stabil dan konsisten selama proses pemindaian. *Breast board* berperan sebagai alat penstabil untuk bagian bawah tubuh, sementara masker kepala umumnya digunakan untuk meminimalkan gerakan kepala selama pemindaian (Maritza et al. , 2024).

Pemindaian CT-scan dilakukan dengan ketebalan slice 3 mm mulai dari batas atas hidung (*nasal*) hingga bagian bawah tulang dada (*sternum*). Ketebalan slice yang cukup tipis ini memungkinkan hasil gambar yang detail dan resolusi tinggi, sehingga proses perencanaan dosis radiasi dapat dilakukan dengan presisi tinggi. Gambar hasil CT-scan kemudian dikirim ke *Treatment Planning System* (TPS) untuk dianalisis dan diproses oleh dokter dan fisikawan medis dalam menentukan distribusi dosis yang optimal pada target tumor serta membatasi dosis pada organ berisiko.

Meskipun *breast board* membantu mempertahankan posisi tubuh bagian bawah yang stabil,

kurangnya alat fiksasi terintegrasi untuk kepala dan leher menimbulkan tantangan dalam menjaga konsistensi posisi pasien selama scanning dan terapi, terutama jika target terapi adalah leher dan *axilla*. Oleh karena itu, diperlukan ketelitian tinggi dalam penentuan titik isocenter di area *cervical* atau *thoracal* agar rencana terapi dapat diterapkan dengan tepat dan menghindari kesalahan posisi yang bisa menurunkan efektivitas terapi. Keseluruhan prosedur CT- scan simulator dengan *breast board* memungkinkan perencanaan terapi radiasi yang optimal, meningkatkan cakupan dosis pada target tumor, serta meminimalkan paparan radiasi berlebih pada organ-organ sehat. Dengan demikian, pendekatan ini dapat meningkatkan hasil terapi dan mengurangi efek samping, sehingga kualitas hidup pasien selama dan setelah terapi lebih terjaga.

Evaluasi Dosis pada Target dan Organ At Risk (OAR) pada *Limfoma Colli* Menggunakan *Breast Board* Sebagai Alternatif Immobilisasi dengan Teknik 3D-CRT di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi

Evaluasi dosis dilakukan setelah tahap perencanaan terapi di Sistem Perencanaan Terapi (TPS) selesai. Menurut data dan wawancara, penggunaan *Breast Board* berperan penting dalam mencapai cakupan dosis yang optimal, terutama pada area leher bagian bawah dan *axilla*. Penempatan lengan ke atas memungkinkan distribusi dosis yang lebih merata dan mengurangi hambatan yang disebabkan oleh posisi lengan. Ini membuat radiasi lebih efektif mengenai target tanpa mengganggu organ-organ penting di sekitarnya. Penggunaan *Breast Board* memungkinkan pengaturan posisi yang tepat, sehingga menghindari tumpang tindih antara

lengan dengan area target atau organ yang berisiko (OAR) seperti *trakea*, sumsum tulang belakang, dan bagian atas paru-paru. Dengan mengurangi pergeseran dan memastikan posisi tetap selama terapi, risiko terjadinya overdosis atau underdosis pada target dan OAR dapat diminimalkan. Situasi ini sesuai dengan prinsip dasar radioterapi yang berusaha untuk memaksimalkan dosis pada tumor dan meminimalkan dosis pada jaringan sehat di sekelilingnya.

Selanjutnya, evaluasi terhadap dosis yang diterima oleh OAR menunjukkan bahwa seluruh nilai berada dalam batas aman. Dosis maksimum untuk *spinal cord* tercatat sebesar 3682,8 cGy, jauh di bawah ambang risiko *mielopati* radiasi yang secara konservatif dibatasi pada 45-50 Gy, meskipun beberapa literatur menyebutkan toleransi hingga 60 Gy masih aman untuk volume kecil (Benedict et al., 2020; Gondi et al., 2017). Untuk *larynx* dan *trachea* batas toleransi antara 60-70 Gy sebagai nilai aman guna menghindari *edema* dan *stenosis* (Berman et al., 2018; NRG Oncology, 2022). Sementara itu, *esofagus* menunjukkan dosis maksimum 4850,4 cGy, masih dalam batas aman yang diakui secara klinis yaitu hingga 60 Gy, dengan pertimbangan parameter volumetrik seperti V50 dan dosis rata-rata untuk meminimalkan risiko *esofagitis* (Cheng et al., 2017; Wang et al., 2020). Dosis pada *lung apex* juga tercatat rendah, dengan rata-rata hanya 358,9 cGy, sementara studi menyarankan bahwa mean lung dose harus dijaga di bawah 20-23 Gy dan V20 <30-35% untuk mencegah terjadinya *pneumonitis* radiasi (Mutter et al., 2017; Palma et al., 2020). Dengan demikian, keseluruhan protokol 3D-CRT dalam penelitian telah memenuhi kriteria aman berdasarkan standar ICRU,

IAEA, dan literatur klinis terkini, mendukung kualitas terapi yang efektif dan aman bagi pasien.

Evaluasi Hasil Pergeseran Pasien Menggunakan *On Board Imager* (OBI) pada *Limfoma Colli* dengan Teknik 3D-CRT Menggunakan *Breast Board* Sebagai Alternatif Immobilisasi di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi

Verifikasi posisi pasien selama terapi menggunakan *On Board Imager* (OBI) selama 20 hari penyinaran menunjukkan adanya pergeseran posisi pasien dalam tiga arah, yaitu vertikal, longitudinal, dan lateral. Rata-rata nilai pergeseran pada masing-masing arah dapat dilihat pada tabel berikut:

Pergeseran ini dipicu oleh berbagai faktor, termasuk ketidakcocokan posisi pasien dengan pengaturan awal saat CT-Planning, hilangnya atau tidak jelasnya tanda isosenter, serta perubahan berat badan dan ketidaknyamanan yang dialami pasien akibat posisi tangan yang terangkat selama proses terapi. Untuk mengurangi pergeseran tersebut, dilakukan edukasi kepada pasien agar tidak bergerak selama penyinaran, penggunaan masker dan alat fiksasi tambahan untuk meningkatkan stabilitas posisi pasien, verifikasi citra setiap hari sebelum penyinaran, serta pencetakan ulang masker dan evaluasi ulang CT-scan jika alat fiksasi sudah kehilangan akurasi. Walaupun secara umum pergeseran masih dalam batas toleransi sesuai standar IAEA No. 31 tahun 2016 yang sebesar 0,5 cm (Herdiyani, 2023), beberapa pergeseran yang melebihi ukuran tersebut menunjukkan perlunya perhatian lebih terhadap posisi pasien setiap harinya. Prosedur verifikasi yang dilakukan dengan OBI sangat krusial dalam teknik 3D-CRT karena memastikan kesesuaian antara posisi penyinaran

dan perencanaan awal. *Breast Board* berperan dalam menjaga konsistensi posisi lengan dan *thorax* pasien, tetapi tetap membutuhkan dukungan dari sistem fiksasi kepala serta verifikasi harian agar terapi dapat dilakukan dengan akurat dan efektif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *breast board* sebagai alternatif alat imobilisasi pada pasien *Limfoma Colli* yang menjalani terapi radiasi dengan teknik *Three Dimensional Conformal Radiation Therapy* (3D-CRT) di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi terbukti efektif memberikan kontribusi yang signifikan terhadap stabilitas posisi pasien dan ketepatan penyinaran. Meskipun awalnya *breast board* digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan keterlibatan *axilla*, hasil perencanaan menunjukkan bahwa area tersebut tidak termasuk dalam cakupan penyinaran.

Perencanaan pada *Treatment Planning System* (TPS) menunjukkan bahwa volume *Planning Target Volume* (PTV) sebesar 361,2 cm³ menerima cakupan dosis sebesar 97,5% dari dosis serap 50 Gy, dengan dosis maksimum masih dalam batas toleransi klinis. Distribusi dosis terhadap target bersifat konformal dan sesuai standar perencanaan 3D-CRT. Selain itu, struktur *Organ at Risk* (OAR) seperti *trakea*, *esofagus*, *laring*, *spinal cord* dan *apex* paru berhasil dikontur dan dipertimbangkan dalam perencanaan, dengan seluruhnya menerima dosis dalam batas aman sesuai toleransi klinis. Dosis tertinggi tercatat pada *laring*, sedangkan *apex* paru merupakan OAR dengan dosis terendah.

Dari aspek stabilisasi posisi pasien, kombinasi antara *breast*

board dan penggunaan masker kepala parsial dinilai efektif dalam meminimalkan pergerakan selama terapi. Hasil verifikasi posisi pasien menggunakan *On Board Imager* (OBI) yang dilakukan selama 20 hari penyinaran menunjukkan bahwa pergeseran posisi harian masih berada dalam batas toleransi klinis pada arah lateral, longitudinal, dan vertikal. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem imobilisasi yang digunakan berhasil mempertahankan akurasi penyinaran sepanjang siklus terapi.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *breast board* yang dikombinasikan dengan masker kepala memberikan pendekatan imobilisasi yang efektif, aman, dan dapat diterapkan secara klinis dalam terapi 3D-CRT pada kasus *Limfoma Colli*. Pendekatan ini memungkinkan cakupan target yang baik, perlindungan terhadap organ sehat, serta kestabilan posisi yang konsisten selama terapi berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Amda, J. M., Waskita, A. A., Saputra, A., Rianto, S., & Abdurrosyid, I. (2023). Peluang Pengembangan Artificial Intelligence Pada Radioterapi Di Indonesia. *Medika Kartika : Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 6 (4), 430-441
- Benedict, S. H., Yenice, K. M., Followill, D., Galvin, J. M., Hinson, W., Kavanagh, B., & Xia, P. (2020). Stereotactic Body Radiation Therapy: The Report Of Aapm Task Group 101 Update. *Medical Physics*. Doi: 10.1002/Mp.14045
- Berman, A. T., & Et Al. (2018). *Radiation Therapy For Head And Neck Cancer: Recent Advances And Future*

- Directions. *Current Oncology Reports*, 20(7), 50. Doi: 10.1007/S11912-018-0704-1
- Cancer Center. (2022). Head And Neck Cancer Symptoms: Lump, Sore Throat And More. *Cancercenter.Com*. Retrieved From <https://www.cancercenter.com/cancer-types/head-and-neck-cancer/symptoms>
- Cheng, C.-Y., & Et Al. (2017). Predictors Of Radiation Esophagitis In Patients Treated With Concurrent Chemoradiation For Esophageal Cancer. *Cancer Medicine*, 6(12), 2756-2764. Doi: 10.1002/Cam4.1245
- Dong, Y. Et Al. (2022). Evaluation Of Setup Reproducibility Using A Thermoplastic Mask With Breast Board In Head-And-Neck Cancer Patients. *Radiation Oncology*, 17(1), 1-9. Doi: 10.1186/S13014-022-02029-3
- Farhiyati, W., Subroto, R., Makmur, I. W. A., Qomariyah, N., & Wirawan, R. (2020). Treatment Planning System (Tps) Kanker Payudara Menggunakan Teknik 3d crt. *Orbita: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 6(1), 150-154.
- Fitriatuzzakiyyah, N., Sinuraya, R. K., & Puspitasari, I. M. (2017). Terapi Kanker Dengan Radiasi: Konsep Dasar Radioterapi Dan Perkembangannya Di Indonesia. *Jurnal Farmasi Klinik Indonesia*, 6 (4), 311-320.
- Gondi, V., Hermann, B. P., Mehta, M. P., & Tom'e, W. A. (2017). Radiation-Induced Cognitive Toxicity: Is The Hippocampus The G.O.A.T? *Frontiers In Oncology*, 7, 199. Doi: 10.3389/Fonc.2017.00199
- Herdiyani, S. (2023). Pergeseran Verifikasi Geometri Kasus Kanker Payudara Teknik 3d-Crt Menggunakan On Board Imager (Obi). *Jri (Jurnal Radiografer Indonesia)*, 6(2), 79-85. Doi: 10.55451/Jri.V6i2.227
- Hoskin, P. J., & Kirkwood, A. A. (2018). Radiotherapy In The Management Of Lymphoma. *The Lancet Haematology*, 5(10), E478-E489. Doi: 10.1016/S2352-3026(18)30122-4
- Luffianti, L. N., Sudarti, & Yushardi. (2023). Pemanfaatan Sinar Gamma Terhadap Proses Terapi Kanker (Radioterapi Stereotaktik/Hipertermia). *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, 1 (10), 11-20.
- Macmillan Cancer Support. (2025). Head And Neck Cancer. *Macmillan Cancer Support*. Retrieved From <https://www.macmillan.org.uk/cancer-information-and-support/head-and-neck-cancer>
- Maritza, A. N., Anwar, K., & Fikli, D. (2024). Analisis Efektivitas Penggunaan Breast Board Pada Vena Cava Superior Syndrome (Vcss) Dengan Teknik Three Dimensional Conformal Radiation Therapy (3d-Crt) Analysis Of The Effectiveness Of Using Breast Boards In Superior Vena Cava Syndrome (Svcs) Usin. *Jurnal Wiyata*, 11(2), 196-203.
- Masuoka, S., Hiyama, T., Kuno, H., Sekiya, K., Sakashita, S., & Kobayashi, T. (2023). Imaging Approach For Cervical Lymph Node Metastases From Unknown Primary Tumor. *Radiographics*, 43(3), 192-210. Doi: 10.1148/Rg.220071
- Mirfauddin, Nurbeti, & Harun, H. M. (2023). Tinjauan Radioterapi Kanker Serviks: Mengatasi Tantangan Pelayanan

- Kesehatan Indonesia. Lontara: Journal Of Health Science & Technology, 4 (2), 149-165.
- Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. R. (2018). *Clinically Oriented Anatomy* (8th Ed.). Wolters Kluwer.
- Mutter, R. W., & Et Al. (2017). A Dose-Volume Model Of Pulmonary Toxicity After Stereotactic Body Radiotherapy For Central Lung Tumors. *Radiotherapy And Oncology*, 123(1), 153-159. Doi: 10.1016/J.Radonc.2017.01.014
- Nrg Oncology. (2022). *Nrg-Hn005 Protocol Guidelines*.
- Palma, D. A., & Others. (2020). Radiation Pneumonitis: Dose-Volume Correlates And Risk Modeling In The Era Of Modern Radiation Techniques. *Clinical Lung Cancer*.
- Smith, A., Et Al. (2019). Epidemiology And Prognosis Of Colli Lymphoma. *Blood*, 134(15), 1250-1258. Doi: 10.1182/Blood-2019-05-785725
- Standring, S. (2020). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis Of Clinical Practice* (42nd Ed.). Elsevier Health Sciences.
- Suharmono, B. H., Emhayana, T., Dinata, B. F., & Astuti, S. D. (2021). Penatalaksanaan Qa Dan Qc Untuk Efektivitas Dan Keamanan Brakhiterapi Intrakaviter. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 23(2).
- Susworo, R., & Kodrat, H. (2017). *Dasar Dasar Radioterapi Tata Laksana. Radioterapi Penyakit Kanker, Edisi Ii*. Jakarta: Ui Press.
- Wang, W., & Others. (2020). Dosimetric Predictors Of Acute Esophagitis In Patients With Non-Small-Cell Lung Cancer Treated With Concurrent Chemotherapy And 3d-Crt. *Radiation Oncology Journal*.
- World Health Organization. (2019). *Radiotherapy Equipment And Accessories: Technical Specifications*.
- Wulandari, I., Apriantoro, N. H., Sriyatun, S., & Haris, M. (2023). Penatalaksanaan Radioterapi Kanker Payudara Teknik Imrt. *Jri (Jurnal Radiografer Indonesia)*, 6(1), 15-21.
- Zeleftsky, M. J., Et Al. (2018). Three-Dimensional Conformal Radiotherapy For Prostate Cancer: A Review Of The Literature. *International Journal Of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 102(3), 555-565. Doi: 10.1016/J.Ijrobp.2018.07.2008