

PENATALAKSANAAN RADIASI EKTERNA PADA KASUS SINOVIAL SARCOMA DENGAN TEKNIK VOLUMETRIC MODULATED ARC THERAPY (VMAT) DI INSTALASI RADIOTERAPI RSUD PROF. Dr. MARGONO SOEKARJO

Rifka Majdiah¹, R. Prahardi²

1. *Kemenkes Poltekkes Jakarta II*
2. *RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo Purwokerto*

Email: prahardi.r@gmail.com

ABSTRACT

Research Background: Synovial sarcoma is a rare and aggressive type of soft tissue sarcoma that commonly affects adolescents and young adults. External beam radiotherapy plays an important role as an adjuvant treatment to improve local tumor control and reduce the risk of recurrence. Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) enables precise radiation dose delivery to the target while minimizing radiation exposure to surrounding healthy tissues.

Objectives: This study aimed to describe the management of external beam radiotherapy using the VMAT technique for a patient with synovial sarcoma at the Radiotherapy Installation of RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo.

Methods: This study used a descriptive qualitative case-study approach. Data were collected through direct observation, literature review, and documentation during the period of April 1–30, 2026. The sample consisted of one 25-year-old male patient diagnosed with left antebrachial synovial sarcoma who received a total prescribed dose of 50 Gy in 25 fractions.

Results: The radiotherapy procedure consisted of administrative preparation, radiation oncology consultation, patient positioning and immobilization, CT simulation, treatment planning using the Monaco Treatment Planning System, and treatment delivery using an Elekta Versa HD Linear Accelerator. The patient was positioned prone and immobilized using a thermoplastic mask. Cone Beam Computed Tomography (CBCT) verification was performed to ensure accurate positioning and isocenter alignment before irradiation.

Conclusions: External beam radiotherapy using VMAT provided precise dose delivery to the target while maintaining protection of surrounding healthy tissues. The combination of appropriate immobilization, CT simulation, treatment planning, and CBCT verification supported accurate and reproducible treatment delivery.

Keywords: Synovial Sarcoma; External Beam Radiotherapy; Volumetric Modulated Arc Therapy; Linear Accelerator; CBCT.

Pendahuluan

Kanker merupakan masalah yang sangat penting didalam bidang medis dan merupakan salah satu penyebab kematian terbesar dalam belahan dunia. Ini merupakan penyakit ganas yang dapat membunuh pasien karena sel mengganggu sel yang lainnya (Hero SK). Berdasarkan dari jumlahnya

diketahui pada tahun 2018, data menurut Global Burder Cancer (GLOBOCAN), International Agency for Research on Cancer (IARC), terdapat sekitar 18,1 juta kasus baru kanker dan menyebabkan sekitar 9,6 juta kasus kematian. Penyebab kematian tertinggi pada kejadian kanker terbesar adalah kanker paru-paru dengan banyak sebesar 18,4%, kemudian kanker payudara sebesar

11,6%, kanker prostat sebesar 9,2%, kanker lambung sebesar 8,2%, kanker hati sebesar 8,2% dan kanker jaringan lunak sebesar 0,6% (Ardani dkk, MARIANNE B.).

Jaringan lunak merujuk pada otot, lemak, jaringan fibrosa, pembuluh darah, maupun jaringan lain yang menyokong tubuh. Soft Tissue Sarcoma (STS) dapat bersifat jinak maupun ganas, dan Soft Tissue Sarcoma (STS) jinak lebih umum ditemukan dari pada Soft Tissue Sarcoma (STS) ganas dengan perbandingan 100:1. Penyebab sebagian besar tumor jaringan lunak belum diketahui. Tumor jaringan lunak dapat timbul di lokasi manapun diantaranya adalah ekstremitas bawah terutama paha (40%), ekstremitas atas (20%) kepala dan leher (10%), dan di tubuh serta peritoneum (30%) (Anindhita Pangestika).

Synovial sarcoma adalah jenis sarkoma jaringan lunak yang langka dan sangat agresif, yang terutama menyerang remaja dan dewasa muda berusia 15–40 tahun. Tumor ini biasanya muncul di jaringan lunak dalam, seringkali di dekat sendi-sendi besar pada ekstremitas (Cho EB, dkk). Diagnosis ditegakkan melalui kombinasi anamnesis, pemeriksaan fisik, pencitraan menggunakan Magnetic Resonance Imaging (MRI), biopsi, pemeriksaan histopatologi, imunohistokimia, serta analisis molekuler untuk memastikan karakteristik tumor secara lebih spesifik. Faktor seperti ukuran tumor yang semakin besar, usia pasien yang lebih lanjut, serta derajat keganasan yang tinggi diketahui berhubungan dengan prognosis yang lebih buruk, termasuk meningkatnya risiko kekambuhan lokal dan metastasis. Eksisi bedah luas merupakan terapi utama Synovial Sarcoma (SS), sedangkan kemoterapi masih kontroversial, namun terapi sistemik baru terus berkembang. Radioterapi berperan sebagai terapi adjuvan untuk meningkatkan kontrol lokal dan menurunkan risiko kekambuhan. Kemoterapi masih kontroversial, namun terapi sistemik baru terus berkembang (Cho EB).

Radioterapi adalah pengobatan penyakit tumor/kanker menggunakan energi pengion dengan memberikan dosis radiasi yang tepat dan terukur pada volume target yang ditentukan dan mengurangi kerusakan jaringan normal di sekitarnya seminimal mungkin. Adapun prinsip metode pemberian radiasi (radioterapi) berupa radiasi eksternal (teleterapi), brakhiterapi atau kombinasi keduanya (TAMA BS). Radioterapi memiliki tujuan sebagai terapi kuratif dan terapi paliatif. Terapi kuratif yaitu bertujuan untuk

menyembuhkan kanker. Terapi paliatif yaitu bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup. Peran radioterapi kuratif pada STS yaitu dengan pembedahan dan radiasi merupakan pengobatan adjuvan atau sebagai terapi paliatif (Putra AA).

Alur pra perawatan pengobatan radioterapi dimulai dengan tanggung jawab atau tugas beberapa kelompok petugas/staf. Secara umum tugas staf tersebut dimulai dari konsultasi awal ke dokter spesialis onkologi radiasi, simulasi dengan pemindaian CT Simulator oleh radioterapis, lalu mengidentifikasi organ target dan Organ at Risk (OAR) di ruang TPS dengan fisikawan medis (TAMA BS).

Perkembangan teknik penyinaran radioterapi saat ini mencakup 3D-CRT, IMRT, dan VMAT. Teknik 3D-CRT menggunakan citra anatomi tiga dimensi untuk menyinari volume target dengan balok sinar-X yang dibentuk secara individual untuk menghasilkan distribusi dosis yang homogen. IMRT merupakan pengembangan dari 3D-CRT yang memungkinkan modulasi intensitas radiasi secara lebih presisi. Dalam tulisan ini, teknik yang digunakan adalah IMRT, yang memberikan dosis radiasi melalui dua rotasi gantry dengan pengaturan laju dosis dan pergerakan MLC (Multi Leaf Collimator), dan untuk teknik VMAT digunakan yaitu untuk memaksimalkan dosis radiasi pada tumor dan meminimalisir efek radiasi pada jaringan sehat. Penentuan teknik pada penyinaran radioterapi ditentukan dengan berbagai pertimbangan yaitu, karakteristik tumor, kondisi pasien, dan tujuan terapi (Putra AA).

Prosedure Radioterapi pada kasus synovial sarcoma di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo berdasarkan pengamatan penulis selama mengikuti prosedur, penggunaan teknik yang digunakan pada kasus ini yaitu, Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) dengan posisi pasien dalam kondisi prone. Pengaturan penyinaran yang dipilih bertujuan untuk dapat menghasilkan perlindungan Organ At Risk (OAR), presisi yang tinggi dalam 2 pemberian dosis, dan memungkinkan perencanaan distribusi radiasi yang sesuai dengan bentuk dan lokasi STS serta kenyamanan dari pasien.

Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan maka penulis membuat judul laporan Praktik Kerja Nyata (PKN) dengan judul “Penatalaksanaan Radiasi Eksterna Pada Kasus Sinovial Sarcoma Dengan Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) Di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo”.

Methods (*Metode*)

A. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini yakni bersifat kualitatif deskriptif yang dilakukan untuk mendeskripsikan penatalaksanaan radiasi ekterna pada kasus Sinovial Sarcoma Dengan Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian atau riset ini dilakukan di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo yang dimana pengambilan data ini dilakukan pada rentang waktu yang dimulai dari tanggal 01 – 30 April 2026.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dari penelitian ini yakni pasien dengan kasus sinovial sarcoma Dengan Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo.

2. Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini dilakukan dengan cara non random yakni tidak semua anggota populasi mempunyai kemungkinan (probabilitas) akan terpilih menjadi sampel, namun hanya pasien dengan kasus sinovial sarcoma dengan teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo. Data sampel yang digunakan yakni data primer dengan jumlah sampel sebanyak 1 orang. Pengambilan sampel ini berdasarkan tujuan umum dari penelitian ini yang dimana untuk menguraikan secara rinci mengenai penatalaksanaan radiasi ekterna dengan kasus sinovial sarcoma Dengan Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo.

D. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode kualitatif yakni sebagai berikut:

1. Studi Kepustakaan

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data yang berasal dari buku, jurnal, hingga internet agar dapat menunjang dalam penyusunan laporan kasus ini yang berhubungan dengan penatalaksanaan radiasi ekterna kasus sinovial sarcoma Dengan Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT).

2. Observasi Lapangan

Penulis melakukan pengamatan langsung atau observasi mendalam mengenai penatalaksanaan radiasi ekterna dari pasien datang persiapan pemeriksaan, prosedur pemeriksaan CT-Simulator, Treatment Planning System (TPS) dan penyinaran.

3. Dokumentasi

Penelitian ini menggunakan dokumentasi dalam pengumpulan data dengan cara mengambil gambar berupa gambar dan data hasil dari pemeriksaan yang dibutuhkan pada penelitian ini.

E. Instrumen

Penelitian Instrumen pada penelitian ini menggunakan lembar kerja yang digunakan untuk mencatat hasil observasi pada penatalaksanaan radiasi ekterna kasus sinovial sarcoma Dengan Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo.

F. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif. Analisis data dimulai dengan melakukan pengamatan langsung terhadap proses berjalannya penatalaksanaan radiasi ekterna dengan kasus sinovial sarcoma Dengan Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT). Lalu, penulis mengumpulkan data pendukung dengan melakukan dokumentasi yang berkaitan pada prosedur pemeriksaan radiasi ekterna dengan kasus sinovial sarcoma Dengan Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo.

Results and Discussion (*Hasil dan Pembahasan*)

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan atas penelitian yang telah penulis lakukan di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo, dalam melakukan prosedur pemeriksaan radiasi ekterna dengan kasus sinovial sarcoma Dengan Teknik *Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT)*.

Hasil observasi yang didapatkan adalah sebagai berikut :

1. Identitas Pasien

Nama : Tn.Y
 Umur : 25 Tahun
 Jenis kelamin : Laki-Laki
 No. Rekam Medik : 02xxxxxx
 Klinis : Sinovial Sarcoma Antebrachii Sinistra
 Dosis Total : 50 Gy
 Dosis Per Fraksi : 2 Gy
 Total Fraksi : 25 Fraksi

2. Persiapan Pasien

Tidak ada persiapan khusus pada pemeriksaan radiasi ekterna dengan kasus sinovial sarcoma Dengan Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT). Pasien diinstruksikan untuk mengganti pakaian dengan pakaian yang telah disediakan jika baju pasien terdapat logam-logam atau manik, namun jika baju pasien polos tidak ada logam tidak diwajibkan untuk mengganti baju. Pasien diinstruksikan untuk melepas aksesoris atau yang berbahan logam, pada area sekitar pemeriksaan.

3. Persiapan Alat dan Bahan

a. CT-Simulator 4D Merk GE

CT Simulator merupakan alat yang digunakan dalam bidang radioterapi untuk melakukan simulasi pasien sebelum tahap penyinaran dimulai. Proses ini bertujuan untuk memperoleh data anatomi pasien secara akurat, yang akan digunakan dalam perencanaan terapi radiasi (*treatment planning*). Di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo, CT Simulator yang digunakan adalah merek GE. Alat ini dilengkapi dengan gantry (bor) 80 cm berdiameter lebih besar, sehingga memberikan ruang yang lebih luas bagi pasien dan mempermudah penggunaan alat imobilisasi. Bentuk meja yang

datar menyesuaikan alat penyinaran. Memiliki tiga buah laser eksternal (kanan, kiri, dan aksial) yang digunakan sebagai penanda titik acuan (*reference point*) pada tubuh atau alat imobilisasi pasien. Penandaan ini semua berfungsi untuk memastikan reproduksibilitas posisi pasien yang tepat saat proses penyinaran berlangsung.



Gambar 4. 1 CT-Simulator

b. Waterbath

Waterbath dalam radioterapi digunakan untuk melunakkan masker termoplastik dengan cara merendamnya dalam aquades bersuhu sekitar 65–70°C. Setelah lunak, masker dibentuk mengikuti kontur tubuh pasien



Gambar 4. 2 Waterbath

c. Fiducial Marker

Penanda timbal kecil yang digunakan dalam radioterapi dan pencitraan medis untuk membantu menentukan posisi target secara presisi.



Gambar 4. 3 Fiducial Marker

d. Spidol

Alat bantu penandaan kulit pasien yang digunakan selama proses simulasi radioterapi dengan CT Simulator. Spidol ini berfungsi untuk menandai posisi anatomi atau titik acuan yang akan digunakan dalam proses perencanaan dan penyinaran radioterapi di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo.

Spidol yang digunakan spidol berwarna, spidol berwarna merah garis orientasi pada alur CT-Simulator dan berwarna hitam garis isocenter digunakan untuk garis penyinaran pertama dan verifikasi.



Gambar 4. 4 Spidol

e. Wire

Kawat timah berfungsi sebagai penanda area bekas jahitan pada tubuh pasien.



Gambar 4. 5 Wire

f. Pesawat Linear Accelerator (LINAC)

Pesawat yang digunakan di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo untuk melakukan terapi radiasi adalah pesawat Linear Accelerator (LINAC) produksi perusahaan Elekta, Inggris. Pesawat LINAC ini sepenuhnya dikontrol dengan menggunakan sistem komputer.

Spesifikasi dari pesawat LINAC yang digunakan yaitu sebagai berikut :

Merek Pesawat : ELEKTA
 Type Pesawat : Versa HD
 Energi Foton : 6 MV dan 10 MV
 Energi Elektron : 4 MeV, 6 MeV, 8 MeV, 10 MeV, 12 MeV, dan 15 MeV
 Verifikasi : Menggunakan XVI berupa CBCT dan iViewGT berupa EPID



Gambar 4. 6 Pesawat Linear Accelerator (LINAC)

g. Base Plate Klarity

Base plate merupakan plate imobilisasi yang digunakan dalam penyinaran radiasi, berfungsi sebagai tempat diletakkannya alat fiksasi pasien. Base plate pada kasus ini menggunakan lockbar dengan nomor 3 dan 5 (A1.A2).



Gambar 4. 7 Base Plate Klarity

h. Masker

Masker termoplastik radioterapi adalah alat imobilisasi pasien yang digunakan dalam radioterapi, menstabilkan posisi kepala dan leher agar tidak bergerak saat penyinaran, memastikan reproduksibilitas posisi antara sesi simulasi dan setiap sesi terapi, dan meningkatkan akurasi penyinaran dan mengurangi dosis ke jaringan sehat di sekitar target.



Gambar 4. 8 Masker

4. Prosedure Penyinaran Radioterapi

a. Prosedur Administrasi

Pasien datang ke gedung cancer center bagian administrasi radioterapi membawa surat rujukan atau pengantar dari dokter onkologi, beserta dokumen lain seperti hasil pemeriksaan pendukung, yang meliputi hasil Patologi Anatomi (PA), laboratorium, biopsi, dan diagnostik (CT Scan, MRI, bone scan, USG, dan PET Scan). Pasien kemudian menjalani proses administrasi dan bagian administrasi akan menjadwalkan pertemuan pasien dengan dokter onkologi untuk konsultasi.

b. Prosedur Poli Radioterapi

Sebelum berkonsultasi dengan dokter onkologi untuk konsultasi, pasien terlebih dahulu diarahkan ke nurse station untuk pengecekan tanda-tanda vital (suhu tubuh, tekanan darah, berat badan, tinggi badan, saturasi, dan tanda vital lainnya). Lalu, pasien berkonsultasi dengan dokter spesialis onkologi radiasi di ruang poliklinik radioterapi, dokter melakukan pemeriksaan umum terhadap pasien, pemeriksaan keluhan pasien, menentukan perlu tidaknya radiasi, efek samping selama radiasi, tujuan radiasi, lokasi penyinaran, dosis total radiasi dan fraksinasi, surat rujukan, kemudian melihat kelengkapan dokumen penunjang medis (seperti X-Ray, CT Scan, MRI, USG, Bone Scan, dan PET Scan), menjelaskan metode radiasi yang akan dilakukan.

Setelah melakukan konsultasi dan pasien setuju, maka pasien mengisi surat persetujuan tindakan radioterapi / informed consent. Pasien kembali ke nurse station radioterapi dan pasien diberikan penjadwalan untuk mendapatkan jadwal pemeriksaan CT-Simulasi. Sebelum penjadwalan pasien diberitahu untuk puasa

makan selama 4-6 jam dan melakukan cek ureum creatinin, jika tindakan CT-Simulator dengan kontras. Untuk pemeriksaan CT-Simulator non-kontras tidak ada persiapan khusus yang dilakukan.

c. Prosedur CT-Simulator

Adapun proses pasien dalam menjalani proses simulasi di ruang CT-Simulator yaitu pasien datang menuju ke meja bagian administrasi radioterapi untuk mengkonfirmasi kedatangan dan juga proses CT Simulator, kemudian dokumen rekam medis yang berisi data Tn.Y sampai ke ruangan CT-Simulator radioterapis melihat dokumen medis berupa status pasien untuk mengetahui lokasi organ atau target yang akan diradiasi dan memastikan apakah ada informasi tambahan yang ditentukan oleh dokter onkologi radiasi.

Radioterapis memanggil Tn.Y masuk kedalam ruangan CT Simulator. Tn.Y di instruksikan untuk mengganti baju yang telah disediakan serta melepaskan benda-benda yang dapat menimbulkan artefak. Pasang base plat dengan menggunakan lockbar dengan nomor 3 dan 5 (A1.A2). Radioterapis akan menjelaskan prosedur pemeriksaan yang akan dilakukan dari awal sampai akhirnya dan radioterapis melihat bagian target lalu, Tn.Y diposisikan prone diatas meja pemeriksaan dengan posisi head first, tangan kiri pasien diluruskan ke atas akan menjadi area target dan tangan kanan ditekuk ke bawah. pastikan bahwa posisi pasien lurus (true AP) seperti pada Gambar 4.9 dan tidak bergerak dahulu.

Pada pasien terdapat bekas operasi diberi tanda marker berupa kawat (wire). Panaskan masker termoplastik ke dalam water bath selama 3-5 menit. Mencetak masker termoplastik ke area tubuh pasien yang menjadi target penyinaran, kemudian didiamkan hingga kering dan mengeras. Menghidupkan laser eksternal CT-Simulator yang sama dengan penyinaran, sesuai dengan titik reference area mendekati target. Gambar garis origin sebagai acuan/reference awal penyinaran dengan spidol merah pada masker termoplastik sebanyak 3 tempat yaitu pada crossline tepat pada distal antebra. Marker fiducial ditempel pada crossline yang sudah digambar pada tubuh Tn.Y sebanyak tiga buah dan harus super posisi.

Tiga titik tersebut harus sejajar karena sebagai titik acuan apabila ada pergeseran setelah dilakukan perencanaan di TPS. Meja CT dimasukkan ke arah dalam gantry hingga angka indikator pada gantry menunjukkan angka 600,00. Sudut gantry pada 0°. Selama proses scanning berlangsung Tn.Y di instruksikan untuk tidak bergerak. Sebagai bagian dari proteksi radiasi maka pintu ruang CT Simulator harus ditutup rapat. Radioterapis mengisi data pada patient registration di computer console, data pasien yang di input. Data yang di isi meliputi exam number, ID pasien, nama pasien, jenis kelamin, tahun kelahiran, nama Dokter Spesialis Onkologi Radiasi sebagai Penanggung Jawab Pasien, nama operator, dan exam description.

Lakukan scanogram dengan cara menekan tombol expose pada console. Mengatur batas atas lapangan yaitu proksimal antebraichii dan batas bawah lapangan yaitu distal phalanges (middle finger). Pengambilan gambar CT –Simulator sudah selesai, kemudian hasil CT Planning dikirim ke TPS Monaco. Wire dilepas terlebih dahulu, kemudian Tn.S dipersilahkan turun dari meja pemeriksaan. Tn.S diperbolehkan untuk berganti pakaian. Berikan kartu penyinaran sertara radiographer memberikan informasi kapan penyinaran pertama dilakukan oleh pasien dan keluarga pasien.

Setelah itu, Radioterapis mengirim data dari CT-Simulator ke TPS dengan memilih menu Monaco kemudian klik send, data sudah terkirim ke TPS

d. Prosedur Treatment Planning Syystem (TPS)

Dokter Spesialis Onkologi Radiasi sebagai penanggung jawab pasien bersama Fisikawan Medis melakukan perencanaan penyinaran kepada pasien di bagian Treatment Planning System (TPS). Tugas untuk menentukan volume target dan melakukan deliniasi organ adalah Dokter Spesialis Onkologi Radiasi. Penentuan volume target dan deliniasi organ dikerjakan berdasarkan hasil pencitraan yang sudah dikirim dari CT Simulator ke komputer TPS Monaco dengan format DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Fisikawan medis bertugas melakukan perhitungan dosis yang akan diterima oleh pasien menggunakan komputer TPS Monaco.

Setelah data CT image dilakukan deliniasi target volume dan organ at risk oleh Dokter

Spesialis Onkologi Radiasi di TPS kemudian dilakukan perencanaan teknik VMAT dengan menggunakan metode inverse planning oleh fisikawan radioterapi dilakukan medis. Perencanaan menggunakan software TPS Monaco yang memfasilitasi inverse planning. Tahapan perencanaan inverse planning meliputi pengaturan fluensi, geometri, optimasi, dan evaluasi. Pengaturan geometri khususnya posisi gantry dapat dilakukan secara manual dan optimisasi. Setelah mengatur parameter inverse planning maka dilakukan proses optimasi VMAT agar mendapatkan dosis PTV yang sesuai dengan dosis preskripsi dan dosis OAR yang sesuai dengan rekomendasi Radiation Therapy Oncology Group (RTOG).

Dibuat titik isocenter sebagai normalisasi point (NP). Kemudian menentukan sudut gantry medial dengan open beam dan dilihat proyeksinya pada Beam Eye View (BEV). Lalu membuat tepi lapangan dengan menentukan batas-batas yang berguna untuk outline Multi Leaf Collimator (MLC) dari lapangan medial. Untuk lapangan lainnya dilakukan prosedur yang sama, optimasi dilakukan sampai perencanaan terapi di approve oleh Dokter Spesialis Onkologi Radiasi Penanggung Jawab Pasien

e. Prosedur Treatment Delivery

Dokter Spesialis Onkologi Radiasi sebagai penanggung jawab pasien melakukan approve jumlah dosis radiasi eksternal yang diberikan untuk pengobatan kepada pasien yang akan dilakukan.

Petugas admin menyerahkan status pasien atas nama Tn.Y yang akan dilakukan radioterapi. Tn.Y dipersilahkan untuk mengisi nomer wa untuk dimasukkan grup pasien radioterapi untuk mengetahui nomer urut yang sedang berlangsung. Pasien diminta untuk datang kembali ke radioterapi sore hari untuk dilakukan penyinaran.

Radioterapis memanggil Tn.Y untuk masuk ke dalam ruang penyinaran dan menunggu dilorong. Radioterapis menyiapkan alat immobilisasi yang digunakan untuk penyinaran Tn.Y. Setelah ruang penyinaran siap, Radioterapis memanggil lagi Tn.Y dan radiografer menjelaskan terlebih dahulu rangkaian prosedur yang akan dilakukan selama terapi, dan lama jalannya terapi. Setelah dijelaskan dan Tn.Y memahaminya kemudian Tn.Y diposisikan prone di atas meja pemeriksaan

yang telah dipasang base plate dengan lb 3,5 (A1,A2). Posisi pasien head first dan tangan kiri ketas dan tangan kanan kebawah ditekuk. Posisikan pasien sama seperti pada saat dilakukan CT Simulator, posisi pasien lurus tidak bergerak. Pasangkan masker kebagian antebrachi sinistra pasien. Titik reference disesuaikan dengan gambar yang ada masker pasien.

Radioterapis melakukan verifikasi, Lakukan pergeseran meja pada sumbu x, y dan z sesuai tanda pada masker pasien dan data set up yang telah dilakukan di TPS. Radioterapis membuka kV source dan kV panel untuk persiapan tindakan XVI. Lakukan verifikasi dengan XVI / CBCT. Gantry akan 360 derajat Selanjutnya verifikasi dilakukan radioterapis akan menyesuaikan antara gambar dari CT dan hasil dari XVI untuk mendapatkan titik isocenter penyinaran.

Radioterapis memastikan posisi pasien tidak berubah, kemudian radioterapis memberikan tanda pergeseran titik reference pada masker pasien dengan menggunakan spidol permanent hitam sesuai dengan hasil verifikasi. Radioterapis menjelaskan kepada pasien bahwa penyinaran dilakukan setiap hari pada waktu yang sudah ditentukan pada kartu kuning dan juga nomer urut.

Penyinaran radiasi dilaksanakan terhadap Tn.Y dengan berpatokan pada titik reference hasil verifikasi baru yang telah dibuat. Selama penyinaran, Tn.Y tetap dipantau oleh radioterapis melalui bantuan layar CCTV dari ruang operator untuk melihat pasien kondisi real time pada saat penyinaran.

Setelah Tn.Y selesai dilakukan penyinaran, pasien diberitahukan kembali besok pada waktu yang sudah ditentukan pada kartu kuning dan juga nomer urut untuk penyinaran berikutnya sesuai dengan yang sudah direncanakan. Tn. Y diberikan kartu kunjungan yang setiap kali penyinaran wajib untuk dibawa dan dicatat oleh radioterapis sebagai bukti penyinaran sudah dilaksanakan.

Lakukan verifikasi ulang pada fraksi ke 1 dan 6. Dan lakukan cek laboratorium pada fraksi kelipatan 10 untuk mengetahui kondisi dalam pasien.

f. Konsultasi Dokter Onkologi

Setiap penderita kanker dianjurkan untuk berkonsultasi dengan dokter onkologi radiasi, khususnya untuk membahas semua hal yang dialami selama dan setelah terapi radiasi.

Konsultasi ini penting agar pasien bisa menyampaikan setiap keluhan, yang membantu dokter menilai keberhasilan terapi dan memantau efek samping serta solusi penanganannya. Tahapan konsultasi ke dokter onkologi radiasi terdiri dari tiga tahap:

1) Sebelum Penyinaran

Pada tahap awal, dokter onkologi akan menelusuri riwayat kesehatan pasien, termasuk gejala awal kanker, kondisi fisik terkini, keluhan, serta riwayat pengobatan yang telah dan sedang dijalani. Dokter juga akan memeriksa seluruh hasil pemeriksaan pendukung yang dibawa pasien untuk menentukan indikasi dan tujuan terapi radiasi.

2) Saat Penyinaran

Dokter menanyakan kondisi pasien setelah sesi penyinaran, apakah ada keluhan yang dirasakan, dan menilai kondisi fisik serta hasil laboratorium pasien, terutama kadar Hb, leukosit, atau hasil lab lain. Jika terdapat hasil lab yang tidak normal, penyinaran mungkin akan dihentikan sementara hingga kondisinya kembali normal.

3) Setelah Penyinaran

Dokter memeriksa area yang telah disinari dan menanyakan apakah ada keluhan setelah terapi. Ia juga memantau permukaan kulit pasien untuk tanda-tanda seperti melepuh, kemerahan, gatal, atau keluhan lainnya. Jika tidak ada masalah, pasien diperbolehkan melanjutkan aktivitas harian, seperti mandi dan olahraga. Kemudian pasien dikembalikan kepada dokter yang merujuknya.

B. Pembahasan

1. Mendeskripsikan Persiapan pasien, Alat dan Bahan Pada Pasien dengan Kasus Sinovial Sarcoma dengan Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT).

Pada kasus Sinovial Sarcoma dengan Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT), tidak terdapat persiapan khusus yang kompleks bagi pasien. Pasien hanya diminta untuk mengganti pakaian jika terdapat logam atau manik-manik pada pakaian yang dikenakan, guna menghindari artefak pada citra

CT. Selain itu, seluruh aksesoris atau benda berbahan logam di area pemeriksaan juga harus dilepas demi menjaga akurasi pencitraan.

Dalam tahapan persiapan alat dan bahan, CT-Simulator menjadi komponen utama yang digunakan untuk memperoleh citra anatomi pasien secara presisi. CT Simulator 4D merk GE yang digunakan di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo dilengkapi dengan gantry berdiameter besar dan tiga laser eksternal (kanan, kiri, dan aksial) untuk membantu proses penandaan titik acuan. Meja CT yang datar juga menyerupai meja LINAC untuk menjamin konsistensi posisi pasien saat simulasi dan penyinaran.

Untuk menunjang akurasi dalam proses simulasi, digunakan fiducial marker, yaitu penanda kecil berbahan timbal yang membantu menentukan posisi target secara tepat. Selama proses ini, spidol berwarna juga digunakan untuk menandai orientasi tubuh dan titik isocenter; warna merah digunakan untuk garis orientasi pada alur CT, sedangkan warna hitam menandai isocenter yang akan digunakan dalam verifikasi dan penyinaran.

Tahapan penyinaran dilakukan dengan menggunakan pesawat Linear Accelerator (LINAC) merek Elekta tipe Versa HD, yang mampu menghasilkan energi foton 6 MV dan 10 MV serta berbagai pilihan energi elektron hingga 4 MeV, 6 MeV, 8 MeV, 10 MeV, 12 MeV, dan 15 MeV. Verifikasi posisi dilakukan dengan menggunakan sistem XVI (X-ray Volume Imaging) berupa Cone Beam Computed Tomography (CBCT) untuk memastikan kesesuaian posisi anatomi sebelum terapi dilakukan.

Proses imobilisasi pasien juga menjadi aspek penting dalam menjamin reproduksibilitas posisi. Untuk itu, digunakan base plate Klarity yang berfungsi sebagai tempat penopang alat fiksasi, dengan 3 dan 5 (A1.A2). Posisi pasien dalam keadaan prone (tengkurap) dibantu dengan selimut yang memberikan stabilitas dan kenyamanan. Digunakan masker termoplastik, yang dicetak sesuai kontur tangan pasien, guna menjaga kestabilan posisi dan meningkatkan akurasi penyinaran.

Dengan kombinasi persiapan pasien, alat pencitraan, perangkat imobilisasi, serta sistem penyinaran yang canggih, proses terapi radiasi pada kasus sinovial sarcoma dapat dilakukan

dengan presisi tinggi, memaksimalkan dosis ke target tumor sambil meminimalkan paparan pada jaringan sehat di sekitarnya.

2. Mendeskripsikan Prosedur Radioterapi Pada Pasien dengan Kasus Sinovial Sarcoma dengan Teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT).

Prosedur penyinaran radioterapi pada kasus sinovial sarcoma dengan teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) dimulai dari tahap administrasi. Pasien datang ke bagian administrasi radioterapi dengan membawa surat rujukan dokter onkologi serta dokumen penunjang seperti hasil Patologi Anatomi (PA), laboratorium, biopsi, CT Scan, MRI, USG, bone scan, dan PET Scan. Dokumen tersebut diperlukan untuk menentukan diagnosis, stadium penyakit, dan kebutuhan terapi radiasi. Setelah administrasi selesai, pasien dijadwalkan untuk konsultasi dengan dokter spesialis onkologi radiasi.

Pada tahap poli radioterapi, pasien menjalani pemeriksaan tanda vital di nurse station seperti tekanan darah, suhu tubuh, berat badan, tinggi badan, dan saturasi oksigen. Setelah itu dokter onkologi radiasi melakukan pemeriksaan umum, menilai keluhan pasien, menentukan lokasi penyinaran, dosis total, fraksinasi, serta menjelaskan tujuan dan efek samping radioterapi. Jika pasien setuju, maka dilakukan informed consent dan pasien diberikan jadwal CT Simulator. Untuk CT-Simulator dengan kontras, pasien harus puasa 4–6 jam dan melakukan pemeriksaan ureum kreatinin.

Tahap CT-Simulator bertujuan untuk mendapatkan gambaran anatomi pasien sebagai dasar perencanaan terapi. Pasien diposisikan sesuai target penyinaran dengan bantuan alat imobilisasi seperti base plate dan masker termoplastik agar posisi tetap stabil. Pada kasus ini pasien diposisikan prone dengan posisi head first. Bekas operasi diberi wire sebagai penanda, kemudian dilakukan penandaan reference point menggunakan laser, spidol, dan fiducial marker. Setelah itu dilakukan scanning CT dan hasilnya dikirim ke Treatment Planning System (TPS) Monaco.

Pada tahap TPS, dokter spesialis onkologi radiasi melakukan delineasi target volume dan organ at risk (OAR), sedangkan fisikawan

medis menghitung dosis radiasi menggunakan teknik VMAT dengan metode inverse planning. Optimasi dilakukan agar dosis pada Planning Target Volume (PTV) sesuai dengan dosis resep dan organ sehat tetap terlindungi sesuai batas toleransi. Setelah perencanaan selesai dan disetujui dokter, pasien dapat melanjutkan ke tahap penyinaran.

Treatment delivery dilakukan menggunakan pesawat Linear Accelerator (LINAC). Pasien diposisikan sama seperti saat CT-Simulator untuk menjaga akurasi penyinaran. Verifikasi dilakukan menggunakan CBCT atau XVI untuk memastikan titik isocenter sesuai dengan perencanaan. Jika terdapat pergeseran posisi, maka dilakukan koreksi sebelum penyinaran dimulai. Selama penyinaran, pasien dipantau melalui CCTV oleh radioterapis dari ruang operator.

Konsultasi dokter onkologi dilakukan sebelum, selama, dan setelah penyinaran. Sebelum terapi, dokter menilai kondisi awal pasien dan menentukan indikasi radioterapi. Selama terapi, dokter memantau keluhan dan kondisi laboratorium pasien. Setelah terapi selesai, dokter mengevaluasi efek samping seperti kemerahan, gatal, atau iritasi kulit. Konsultasi ini penting untuk menilai keberhasilan terapi dan memastikan kondisi pasien tetap baik selama menjalani radioterapi.

Conclusion (Simpulan)

Radioterapi eksternal dengan kasus sinovial sarcoma dengan teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo telah menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam memberikan dosis radiasi secara presisi pada target tumor sekaligus meminimalkan paparan terhadap jaringan sehat di sekitarnya. Dukungan penggunaan alat imobilisasi seperti masker termoplastik memastikan posisi pasien tetap stabil selama terapi, sementara verifikasi dengan CBCT menjamin akurasi dosis yang diberikan. Keberhasilan terapi dengan total dosis 50 Gy dalam 25 fraksi ini mencerminkan kombinasi yang baik antara teknologi mutakhir dan kolaborasi tenaga medis yang kompeten.

Dalam pelaksanaan radioterapi kasus sinovial sarcoma dengan teknik Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) di Instalasi Radioterapi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo, disarankan agar edukasi pasien ditingkatkan melalui media visual

atau interaktif untuk membantu pemahaman prosedur dan mengurangi kecemasan. Koordinasi antar tim medis, seperti dokter onkologi, fisikawan medis, dan radioterapis, perlu lebih ditingkatkan terutama dalam proses verifikasi dan perencanaan penyinaran. Selain itu, sistem penjadwalan pasien dapat dioptimalkan dengan integrasi digital antar unit agar lebih efisien. Monitoring efek samping selama terapi sebaiknya dilakukan secara terstruktur menggunakan form evaluasi berkala. Terakhir, peningkatan kenyamanan fasilitas pasien, terutama pada ruang tunggu dan area ganti, perlu diperhatikan agar menunjang pengalaman terapi yang lebih baik.

References (Daftar Pustaka)

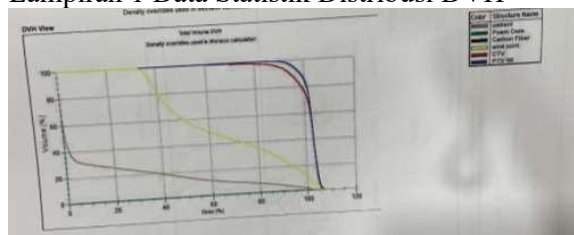
For Example

- Hero SK. *Faktor Resiko Kanker Payudara*. J Med Utama [Internet]. 2021;03(01):1533–7. Available from: <https://www.jurnalmedikahutama.com/index.php/JMH/article/download/310/212>
- Ardani A, Susanto E, Sulaksono N, Mulyati S. *Tatalaksana Radioterapi Eksterna Pada Kanker Payudara Dengan Teknik Simultaneous Integrated Booster (Sib) Di Unit Radioterapi Instalasi Radiologi Rs Ken Saras Kabupaten Semarang*. J Imejing Diagnostik. 2020;6(1):1–6.
- MARIANNE B. *Soft Tissue Sarcoma* [Internet]. Schottenfeld D, Fraumeni JF, editors. Cancer Epidemiology and Prevention. Oxford University Press; 2006. p. 0. Available from: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195149616.003.0049>
- Anindhita Pangestika LWRDN. *SOFT TISSUE TUMOR*. J Syntax FUSION. 2021;75(17):399–405.
- Cho EB, Lee SK, Kim J young, Kim Y. *Synovial Sarcoma in the Extremity : Diversity of Imaging Features for Diagnosis and Prognosis*. 2023;
- TAMA BS. *ANALISIS TEKNIK INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY (IMRT) MENGGUNAKAN DOUBLE FIXATION MASK PADA KASUS MEDULLOBLASTOMA DI UNIT RADIOTERAPI RSUD PASAR MINGGU*. Poltekkes Jakarta II [Internet]. 2025; Available from: https://repository.poltekkesjkt2.ac.id/index.php?p=show_detail&id=12100&keyw ords=imrt
- Putra AA. *ANALISIS KASUS KANKER REKTUM PADA TEKNIK INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY (IMRT) MENGGUNAKAN BOLUS DI INSTALASI RADIOTERAPI MRCCC SILOAM HOSPITALS SEMANGGI*. Poltekkes Jakarta II [Internet].

- 2025; Available from:
https://repository.poltekkesjkt2.ac.id/index.php?p=show_detail&id=12125&keywords=imrt
- Fisiologi A. *Anatomi fisiologi* 2019. 2019;
- Physiopedia [Internet]. *Sinovium & Cairan Sinovial*. Available from: [https://www.physio-pedia.com/Synovium %26 Synovial Fluid](https://www.physio-pedia.com/Synovium_%26_Synovial_Fluid)
- Gazendam AM, Popovic S, Munir S, Parasu N, Wilson D, Ghert M. *Synovial Sarcoma: A Clinical Review*. 2021;1909–20.
- Mohamad Rizal Isburhan KAR. *PENGALAMAN SARKOMA SINOVIAL DI RUMAH SAKIT HASAN SADIKIN, TERUTAMA PADA SARKOMA SINOVIAL BAHU KANAN*. 2020;5–10.
- CatesJMM. *The AJCC 8th Edition Staging System for Soft Tissue Sarcoma of the Extremities or Trunk: A Cohort Study of the SEER Database*. 2020; Available from: <https://www.facs.org/quality-programs/cancer-programs/american-joint-committee-on-cancer/cancer-staging-systems/>
- Ardhiansyuh AO. *KANKER KULIT DAN SARKOMA JARINGAN LUNAK*. 2020.
- Vieira B, Demirtas D, B. van de Kamer J, Hans EW, van Harten W. *Improving workflow control in radiotherapy using discrete-event simulation*. *BMC Med Inform Decis Mak* [Internet]. 2019;19(1):199. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12911-019-0910-0>
- Pratama MAA. *Penatalaksanaan Terapi Radiasi Eksterna Teknik 3D-CRT pada Kasus Kanker Serviks di Instalasi Radioterapi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau*. *Respir STIKes Awal Bros Pekanbaru*. 2020;11–6.
- ICRU *50 measurements volume* [Internet]. Available from: https://www.radiationtherapy-review.com/Treatment_Volume.html
- GUSPIANDRI M. *Evalalusi Quality Control Harian Pada Pesawat Linac Varian Trilogy Berdasarkan AAPM TG-142* [Internet]. Jakarta; 2022. Available from: https://repository.poltekkesjkt2.ac.id/index.php?p=show_detail&id=8215&keywords=linac
- Sage JP, Brunt JNH, Mayles WPM. *Handbook of Radiotherapy Physics Theory and Practice*. *Handb Radiother Phys Theory Pract*. 2007;909–19.
- SYIFAA A. *ANALISIS NILAI VERIFIKASI GEOMETRI TERHADAP MARGIN PLANNING TUMOR VOLUME PADA KASUS KANKER PAYUDARA TEKNIK VOLUMETRIC MODULATED ARC THERAPY (VMAT) MENGGUNAKAN CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY (CBCT)*. 2025; Available from: https://repository.poltekkesjkt2.ac.id/index.php?p=show_detail&id=12621&keywords=CBCT

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Statistik Distribusi DVH



Lampiran 2 Planning Beam

