

PENATALAKSANAAN RADIOTERAPI KANKER PAYUDARA TEKNIK IMRT

Ira Wulandari^{1,2} Nursama Heru Apriantoro¹ Sriyatun¹ Moh Haris³

¹Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Indonesia

²Instalasi Radiologi Rumah Sakit BP Batam, Indonesia

³Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Kanker Dharmais Jakarta, Indonesia

Corresponding author: Ira Wulandari

Email: iraw819@yahoo.co.id

ABSTRACT

Background: Radioteraphy is one of treatment therapy to cancer. Radiation techniques in the breast cancer at Cancer Dharmais Hospital can be done with several techniques such as 3 Dimensional Conformal Radiotherapy (3DCRT), Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT), Volumetric Modulated Arch Therapy (VMAT) depending on the planning by the radiation oncologist based on the stage and purpose of radiation. The purpose this research is to evaluation the treatment of radiotherapy using the IMRT breast cancer at Cancer Dharmais Hospital.

Methods: The type of the research is used qualitative with a case study approach of breast cancer using IMRT technique in a 47 years old female with Iia stage, curative therapy with fraksination 25x2 Gray (Gy).

Results: The treatment of radioteraphy to breast cancer with the IMRT technique was chosen taking into account the low stage of the cancer, the location of the cancer that is difficult to reach when using the 3DCRT technique, the purpose of giving radiation that is curative, and the large number of Organ At Risk (OARs) must be protected.

Conclusions: The treatment of radiotherapy to breast cancer using the IMRT tecnique at Cancer Dharmais Hospital is done through in several stages, such as : consulting a Radiation Oncologist at the Radiotherapy Polyclinic, do a simulation on the Computer Tomograpy (CT) simulator, calculated dose at Treatment Planning System (TPS), Process of geometry verification is done before the treatment and then continued with the process of treatment in the linac room.

Keyword : Radiotherapy ,Breast cancer, IMRT

Pendahuluan

Kanker merupakan penyakit yang ditandai dengan adanya pertumbuhan sel yang abnormal dan memiliki kemampuan untuk menyebar ke antar sel dan jaringan tubuh (Supriyono, 2019). Di seluruh dunia, kanker payudara merupakan kanker yang sering terdiagnosis dan penyebab kematian pada Wanita (The Global Cancer Observatory, 2020). Sebagian besar kanker payudara merupakan keganasan pada jaringan payudara yang dapat berasal dari epitel duktus maupun lobulusnya (Beyzadeoglu et al., 2010)(Beyzadeoglu et al., 2010).

Beberapa metode diagnosis dilakukan untuk mengkonfirmasi kanker yang ditegakkan berdasarkan: anamnesa, pemeriksaan fisik, pemeriksaan radiologi, pemeriksaan laboratorium, pemeriksaan endoskopi, pemeriksaan Patologi Anatomi (PA) maupun operasi (Ardhiansyah, 2021). Stadium kanker payudara ditentukan sesuai sistem TNM yang berdasarkan *American Joint*

Comittee on Cancer (AJCC) yang terbaru edisi 7 (Kementerian Kesehatan, 2019). Sistem mencakup informasi mengenai luasnya kanker dari lokasi primer (Tumor atau T), penyebaran ke kelenjar getah bening regional (Nodes atau N) dan penyebaran metatastasis jauh ke organ lain (Metastasis atau M) (Ashariati, 2019).

Radioterapi adalah pengobatan kanker yang menggunakan radiasi dosis tinggi untuk membunuh sel kanker atau mengecilkan tumor(Gong et al., 2021). Prinsip radioterapi adalah memberikan dosis radiasi yang mematikan tumor pada daerah yang telah ditentukan (volume target) sedangkan jaringan normal sekitarnya mendapat dosis seminimal mungkin. Pemberian radiasi eksterna pada kanker payudara perlu memperhatikan letak kanker atau daerah penyebaran kanker terhadap OAR (Meydiana et al., 2019).

Fasilitas radioterapi di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Kanker Dharmais yaitu terdapat : Poliklinik Radioterapi, Simulator, CT Simulator,

Mouldroom, TPS, Pesawat Linac Elekta Versa HD, Pesawat Linac Trilogi, dan Brachiterapi. Di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Kanker Dharmais teknik penyinaran pada kanker payudara dapat dilakukan dengan beberapa teknik seperti, 3DCRT, IMRT, dan VMAT sesuai perencanaan oleh dokter onkologi radiasi berdasarkan stadium serta tujuan penyinaran. Teknik IMRT merupakan salah satu pengembangan lebih lanjut dari 3DCRT. Teknik IMRT adalah metode pemberian radiasi dengan berkas sinar yang tidak homogen (*non uniform*) yang bertujuan untuk memperoleh distribusi dosis yang homogen atau inhomogen dengan sengaja dan sesuai bentuk target radiasi (Susworo, R. Kodrat, 2017).

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu, bagaimana penatalaksanaan radioterapi kanker payudara dengan teknik IMRT di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Kanker Dharmais. Sedangkan penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penatalaksanaan radioterapi kanker payudara dengan teknik IMRT di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Kanker Dharmais, selain itu untuk mengetahui adakah penggunaan model teknik IMRT serta mengetahui keberhasilan perencanaan terapi radiasi dari hasil TPS dengan *invers planning*.

Methods (Metode)

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Pengambilan data dilakukan pada bulan Januari 2022 di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Kanker Dharmais dengan metode observasi, studi dokumentasi, wawancara dengan dokter spesialis onkologi radiasi, fisikawan medis dan radioterapis (RTT). Penelitian ini menggunakan satu sampel dari seluruh populasi kanker payudara di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Kanker Dharmais. Data-data dari sampel penelitian ini dikumpulkan dengan menggunakan cara observasi partisipatif di mana peneliti ikut serta melakukan penatalaksanaan dalam observasi dan pengambilan data sampel.

Hasil dan Pembahasan

Jenis penelitian ini adalah studi kasus kanker payudara. Seorang perempuan ber- nama Ny. L, umur 47 tahun mulanya datang ke Poliklinik Bedah Onkologi di Rumah Sakit Kanker Dharmais dengan keluhan adanya benjolan yang menimbulkan rasa sakit pada payudara sebelah kanan sehingga mengganggu pergerakan pasien ketika sedang bekerja. Pasien telah dilakukan beberapa

pemeriksaan seperti pemeriksaan klinis, laboratorium, pemeriksaan *rontgen thorax*, *Ultrasonography* (USG) payudara, *mamografi*, *biopsy* dan pemeriksaan PA. Berdasarkan hasil diagnosis yang ditegakkan melalui berbagai pemeriksaan, disimpulkan pasien diidentifikasi menderita kanker payudara stadium IIa dan pasien mendapatkan anjuran untuk melakukan radioterapi.



Gambar 1. Pemeriksaan foto *thorax Postero Anterior* (PA)

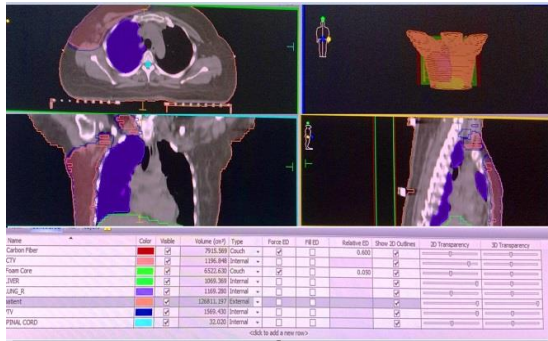
Rontgen thorax PA merupakan pemeriksaan radiologi awal untuk mendeteksi kanker payudara dan melihat kemungkinan penyebaran/ *metastase* kanker (Purba, 2018). Pada Gambar 1 menunjukkan hasil *rontgen thorax* normal. Sampel merupakan pasien penderita kanker payudara dengan stadium IIa yang akan melakukan treatment radioterapi teknik IMRT.



Gambar 2. Modalitas radioterapi A) CT Simulator, B) LINAC

Modalitas pada penyinaran radioterapi yang digunakan di Rumah Sakit Kanker Dharmais ditunjukkan pada Gambar 2. CT Simulator merupakan CT Scan diagnostik untuk mendapatkan sejumlah irisan tubuh dengan meja datar yang digunakan untuk simulasi yang telah disesuaikan dengan sistem laser (*standing laser*) serta *bore* (lubang) yang lebih besar khusus untuk perencanaan radioterapi (Symond et al., 2019). Pesawat Linac adalah pesawat pemercepat partikel yang digunakan untuk mematikan sel tumor maupun kanker pada pengobatan dengan radioterapi (Suharmono et al., 2020). Untuk membuat perencanaan terapi radiasi agar lebih akurat dan sistemik sehingga memaksimalkan dosis yang diterima target (sel kanker) dan meminimalkan dosis pada jaringan

normal (Evans & M.D.C, 2005). digunakan pula modalitas *Treatment Planning System* (TPS) sebagaimana ditunjukkan Gambar 3. TPS merupakan proses dalam membuat perencanaan terapi radiasi dengan perhitungan algoritma (Sibtain et al., 2012).



Gambar 3. Perencanaan dosis terapi dengan modalitas TPS

Berdasarkan anjuran dokter bedah onkologi, pasien bersedia melakukan pengobatan radioterapi. Adapun penatalaksanaan radioterapi kanker payudara dengan teknik IMRT di Rumah Sakit Kanker Dharmais dilakukan melalui beberapa tahap yaitu :

a. Poliklinik Radioterapi

Pada tahap ini pasien akan berkonsultasi dengan dokter spesialis onkologi radiasi tentang penyakitnya, dievaluasi diagnosis PA, hasil pemeriksaan penunjang dan stadium kanker payudara. Dokter spesialis onkologi radiasi menuliskan rencana penyinaran untuk pengobatan dengan *planning* 25 x 2 Gy dengan teknik IMRT pada status rekam medis. Dijelaskan pula tujuan radioterapi yang bersifat terapi kuratif, analisa risikonya serta perincian biaya radioterapi. Pasien mengisi surat persetujuan tindakan radioterapi dan kembali ke administrasi untuk mendaftarkan jadwal CT Simulator. Administrasi akan meminta jadwal penyinaran di ruang linac, setelah mendapatkan jadwal penyinaran maka dibuatkan jadwal untuk melakukan simulasi di CT Simulator. Untuk teknik IMRT maka jadwal CT Simulator 2 minggu sebelum dari jadwal penyinaran.

b. Simulasi di CT Simulator

Pasien akan datang ke CT Simulator sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. RTT akan menyiapkan alat imobilisasi yaitu *breast board*. *Breast board* merupakan alat imobilisasi payudara untuk kenyamanan pasien. Selain itu bahan lainnya seperti: spidol digunakan untuk menggambar titik referensi ditubuh pasien, micropore untuk media

spidol, *fiducial marker*/ penanda *radioopaq*, papan nama yang ditulis nama dan *medical record* pasien, RTT akan memanggil pasien, melakukan identifikasi serta mendokumentasikan pasien sebagai pengisian identitas untuk status penyinaran pasien. Kemudian memberikan edukasi mengenai prosedur, tujuan tindakan dan waktu yang dibutuhkan untuk tindakan CT simulator. Pasien diarahkan mengganti baju dan melepaskan benda-benda logam dan selanjutnya RTT akan melakukan *entry* data pasien ke dalam komputer.



Gambar 4. Set up pasien di CT simulator

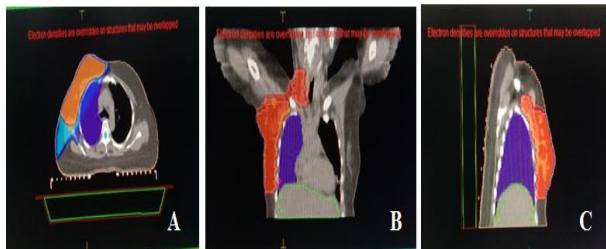
Pada Gambar 4 menunjukkan pasien diposisikan tidur terlentang diatas *breast board* dengan posisi *head first* (kepala yang masuk terlebih dahulu), kepala dan tangan diposisikan senyaman mungkin diatas kepala serta kepala menoleh kesebelah kiri. Atur titik referensi pada persilangan dari laser *midline*, *lateral* kanan dan *lateral* kiri. Sistem laser diperlukan untuk memberikan referensi sebagai tanda pada kulit pasien. Tiga (3) titik referensi ini diletakkan pada dinding dada yang akan dijadikan titik referensi untuk *isosenter*. Pemberian 3 titik referensi marker harus pada daerah permukaan yang tidak bergerak. RTT menggambar titik referensi pada tubuh pasien dan mendokumentasikan posisi pasien serta penggunaan alat imobilisasi untuk catatan penyinaran.

RTT akan mengatur posisi objek agar objek yang diperiksa berada diantara lampu laser dengan menekan tombol yang ada pada *gantry*. RTT mengatur sentrasi pada area *scanning* dengan batas atas *basis cranii* dan batas bawah diafragma pada komputer konsul serta memastikan gambaran jaringan *mammae* tidak terpotong dan dilakukan *scanning*. Setelah selesai *scanning*, RTT akan memberitahu pasien agar menjaga gambaran yang digambar ditubuh tidak hilang sampai penyinaran pertama. Hasil data CT simulator kemudian dikirim ke komputer TPS.

c. TPS

Hasil data dari CT Simulator dikirim melalui

transfer image DICOM ke *Virtual Simulasi Monaco* pada TPS untuk dilakukan proses perencanaan sesuai permintaan dokter spesialis onkologi radiasi. Penggunaan citra CT Scan dalam perencanaan terapi radiasi dapat mempermudah dalam menentukan arah peninaran radiasi dengan cara memperhatikan sebaran dosis radiasi yang diterima kanker dan OAR. Perhitungan dosis radiasi di TPS oleh fisikawan medis menggunakan program perhitungan *Monaco* dengan algoritma *Monte Carlo Photon*. Fisikawan medis terlebih dahulu akan melakukan import data dan mengatur titik referensi hasil gambaran CT Simulator untuk disamakan dengan TPS dan memasukkan data dari struktur organ. Selanjutnya dokter spesialis onkologi radiasi akan melakukan *deliniasi* atau *counturing*. Penggunaan teknik IMRT memerlukan piranti keras pada pesawat berupa *Multileaf Collimator* (MLC) untuk memblok radiasi (Agustini et al., 2021). Pada perencanaan peninaran ini juga menggunakan model teknik IMRT yaitu *Step and Shoot*.



Gambar 5. *Counturing* potongan gambaran A) axial, B) coronal dan C) sagittal.

Adapun posisi kanker berada pada payudara sebelah kanan yang ditampilkan pada Gambar 5 dengan *counturing* posisi axial, coronal dan sagittal dimana tampak posisi target *Planning Target Volume* (PTV) berwarna orange. PTV merupakan rencana volume target yang mencakup GTV dan CTV (volume target klinik beserta kelenjar getah bening) (Mayles et al., 2007)

Tabel 1. Informasi dosis pada area payudara

Rx Site	Prescribe to	Rx Dose cGy	Fraction dose cGy
Breast	Centre PTV	5000	200
Breast	Centre PTV	5000	200

Table 2. Laporan statistik berdasarkan DVH

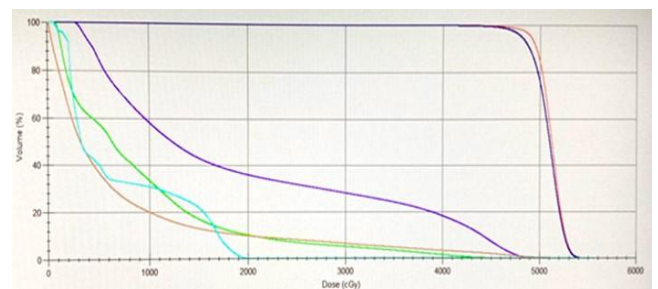
Structure	Vol cm ³	Plan Name	Min dose cGy	Max dose cGy	Mean dose cGy	Cold ref cGy	Vol < cm ³	% Vol cold Ref	Hot ref cGy	Vol > cm ³	% Vol Hot Ref	% Inside calc vol	Inside study set
Liver	1069.4	IMRT	59.1	4693	898.5							96.74	No

Actual Dose (cGy)	4619,1
Rescalen	No user normalization applied
Algorithn	Monte Carlo Photon
Statistical Uncertainly (%) per calculation	1,00
Delivery mode	Step and Shoot IMRT

Source : TPS Instalasi radioterapi rumah sakit kanker dharmais

Pada Tabel 1 menunjukkan informasi dosis yang diberikan kepada pasien pada area payudara dengan 25 fraksi. Dosis yang diberikan 2 Gy setiap fraksinya sehingga total dosis yang diberikan 50 Gy.

Perencanaan radiasi teknik IMRT dilakukan secara *inverse planning* (Webb, 2009) atau secara komputerisasi dimana fisikawan medis akan memasukkan data dosis yang diberikan, batasan dosis jaringan sehat, prioritas terhadap tumor dan OAR, dan jumlah fraksinasi. Kemudian komputer akan menghitung dan menentukan arah berkas sinar, data output peninaran, bentuk lapangan dari blok MLC untuk setiap lapangan, intensitas berkas sinar sampai objek tersebut tercapai dan angka pergeseran dari titik origin/ *reference* ke *isocenter* peninaran serta menampilkan kurva *Dosis Volume Histogram* (DVH). DVH mempresentasikan informasi mengenai distribusi dosis yang tersebar pada anatomi tubuh pasien (Satiti, 2020).



Gambar 6. Grafik DVH

Kurva DVH pada Gambar 6, ditampilkan dengan perbedaan warna yaitu warna hitam menunjukkan PTV. OAR disekitarnya seperti : paru-paru kanan ditampilkan dengan warna ungu, *spinal cord* berwarna biru dan *liver* ditampilkan dengan warna hijau.

	25	BREAST	.1									
Lung	1174.6	IMRT	254.0	5234	1916.					100.0	Yes	
R	70	BREAST	.5	5						0		
PTV	1580.7	IMRT	2049.	5567	5081.			4809.	1501.	95.	100.0	Yes
	60	BREAST	9	.3	8			6	722	00	0	
Spinal Cord	32.140	IMRT	65.7	2132	704.4						99.31	No
		BREAST	.6									
Hospital	: Rumah Sakit Kanker Dharmais		Doc Number : Rx A		:01020220119		Monaco 5.11.03					
Patient Name	: Ny. L		Save Plan Date/Time : Plan modified since last save									
Patient ID	: 27xxx		Print Date/Time : Jan 19,2022 14:54:52									
Plan Name	: CT1SS_CT1: IMRT BREAST		Workstation ID : MONACO01.10.10.10.158									
Desskripsion	:											
Comment	: Density overrides used Monaco Calculation											
	Electron density are overridden on structures that may be overlapped											

Source : TPS Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Kanker Dharmais

Tabel 3. Informasi berkas sinar, dengan koordinat references X:0,28 cm, Y: -0,12 cm, dan Z: 0,06 cm

Beam	Description	Treatment unit	Modality	Energy	Gantry (deg)	Coll (deg)	Couch (deg)	Isocentre			Of segs	MU/Fx
								X (cm)	Y (cm)	Z (cm)		
1	G230	AGL Versa HD	Photon	6MV	230,0	5,0	0,0	-7,37	-1,38	4,67	25	186,91
2	G265	AGL Versa HD	Photon	6MV	265,0	355,0	0,0	-7,37	-1,38	4,67	18	126,16
3	G310	AGL Versa HD	Photon	6MV	310,0	0,0	0,0	-7,37	-1,38	4,67	14	94,50
4	G350	AGL Versa HD	Photon	6MV	350,0	355,0	0,0	-7,37	-1,38	4,67	21	129,30
5	G50	AGL Versa HD	Photon	6MV	50,0	355,0	0,0	-7,37	-1,38	4,67	25	172,09
6	KV AP	AGL Versa HD	Photon	6MV	0,0	0,0	0,0	-7,37	-1,38	4,67	1	0,00
7	KV LAT	AGL Versa HD	Photon	6MV	270,0	0,0	0,0	-7,37	-1,38	4,67	1	0,00
8	CBCT	AGL Versa HD	Photon	6MV	0,0	0,0	0,0	-7,37	-1,38	4,67	1	0,00
Total											106	708,96

Berdasarkan perhitungan dosis pada TPS, Tabel 2 menunjukkan penggunaan beberapa sudut gantry untuk penyinaran radiasi dengan energi 6 MV dan total dosis MU yang diterima sebesar 708.96 MU/fraksi. Hasil TPS pada Table 3 menunjukkan laporan statistik DVH menunjukkan OAR pada liver dengan volume 1069,425 cm³, volume 50% dosis yang diterima <35 Gy yaitu 898,5 cGy. Paru-paru kanan menerima dosis minimum sebesar 254 cGy dengan mean dose 1916,5 cGy. Dosis ini masih berada di bawah batas dosis paru-paru dimana mean lung dose ≤20 Gy. Selain itu, Spinal cord juga masih berada dibawah batas dosis spinal cord dimana dosis maximum yang diterima <45 Gy. Sedangkan maximum dosis yang diterima pada penyinaran radiasi ini sebesar 2132,6 cGy. ICRU No. 50 merekomendasikan bahwa persentase dosis yang berada pada PTV berkisar antara 95% sampai 107% (Symond et al., 2019). dimana besarnya dosis relatif untuk target sebesar 95% yang melingkupi 96,196 % volume target. Hasil perhitungan TPS akan ditandatangani oleh dokter onkologi radiasi dan dikirim ke alat linac untuk penyinaran.

d. Verifikasi

Verifikasi penyinaran dilakukan sebelum penyinaran. Oleh karena distribusi dosis IMRT yang mengikuti bentuk PTV, maka imobilisasi yang akurat dan verifikasi sebelum penyinaran adalah hal yang mutlak untuk memastikan ketepatan radiasi, dimana kesalahan yang bersifat acak akan menyebabkan PTV tidak terkena radiasi dengan dosis yang adekuat. Di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Kanker Dharmais setiap penyinaran dengan teknik IMRT, dilakukan verifikasi geometri terlebih dahulu pada sinar hari ke 1, 6, 11, 16 dan ke-21. Adapun prosedur verifikasi penyinaran dengan teknik advance dapat menggunakan KV (Kilovoltage) portal atau MV (Megavoltage) portal serta CBCT (Cone Beam Computer Tomography). Nantinya hasil gambaran akan dibandingkan dengan menggunakan proses pencocokan gambar Digital Recontruction Radiography (DRR) kemudian didapat hasil koreksinya. Hasil koreksinya didapatkan pergeseran longitudinal -0,1cm (superior) lateral -0,4cm (left) dan vertical 1 cm (posterior). Setelah selesai proses verifikasi maka selanjutnya yaitu penyinaran.

Pada teknik IMRT intensitas berkas sinar yang dihasilkan adalah inhomogen karena intensitas tersebut dimodulasi dengan cara membentuk

beberapa segmen dalam setiap berkas sinar (Kodrat et al., 2016). Teknik IMRT sebagai teknologi paling mutakhir dalam terapi radiasi yang mampu menghadapi heterogenitas dari target radiasi, dimana dr spesialis radiasi onkologi dapat mengatur dosis radiasi yang irregular sesuai dengan kondisi tumor, sekaligus menghindari paparan pada organ penting (Fitriatuzzakiyyah et al., 2017) Selain itu dapat menurunkan toksisitas yang bersifat akut (Ward et al., 2017).

Untuk menghomogenkan dan menurunkan *hotspot* maka digunakan teknik *Step and Shoot* sebagai model teknik IMRT. Selain itu pentingnya dilakukan verifikasi sebelum penyinaran pertama, ke 6, 11, 16 dan ke 21 adalah hal yang mutlak untuk memastikan ketepatan radiasi. Berdasarkan hasil perhitungan TPS secara *invers planning* didapatkan hasil perhitungan dosis di TPS telah berhasil merencanakan penyinaran radiasi untuk kanker payudara dengan prediksi dosis yang diterima OAR berada di bawah batas ambang yang ditentukan sehingga tidak merusak jaringan sehat. Distribusi dosis penyinaran target volume ini digunakan sumber energi radiasi 6 MV. Penyinaran dilakukan dengan 25 fraksi. Dosis yang diberikan 2 Gy setiap fraksinya sehingga total dosis yang diberikan 50 Gy. Dosis MU yang diterima sebesar 708,96 MU/fraksi.

Setelah mendapatkan lima kali radiasi, pasien melakukan kontrol ke poliklinik radioterapi, akan dievaluasi jika terdapat perubahan berat badan dan kadar hemoglobin. Pemeriksaan tindak lanjut secara berkala setelah pengobatan adalah kritis, tidak hanya untuk mengevaluasi kondisi umum pasien dan respon tumor tetapi juga untuk mendeteksi kambuhnya penyakit sedini mungkin. Evaluasi penyinaran merupakan kegiatan pemantauan dari keadaan pasien selama proses penyinaran atau pasca penyinaran minimal satu bulan dari radiasi terakhir. Apabila ada keluhan, maka dokter dapat memberikan solusi mengurangi keluhan dampak radiasi. Pada bulan ketiga evaluasi dilakukan dengan pemeriksaan imejing untuk dapat menilai respon tumor.

Terapi radiasi teknik IMRT yang juga diterapkan di Willeum Beaumont Hospital. Tatalaksana radioterapi pada kanker payudara yang menggunakan teknik IMRT menunjukkan bahwa penggunaan teknik ini dapat dilakukan dengan hasil awal yang sangat baik. Analisis DVH menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam homogenitas berkas sinar, dengan *hot spot* terbatas pada 105% dari dosis yang ditentukan. Manfaat lainnya termasuk meminimalkan dosis ke paru-paru dan

jantung yang disekitarnya, dosis yang lebih seragam terhadap cakupan tumor, mengurangi toksisitas akut dari radiasi (Meyer, 2007).

Simpulan

Berdasarkan studi kasus kanker payudara menggunakan radioterapi dengan teknik IMRT di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Kanker Dharmais dapat disimpulkan penatalaksanaan radioterapi dilakukan melalui beberapa tahap, diantaranya : berkonsultasi dengan Dokter Spesialis Onkologi Radiasi di Poliklinik Radioterapi, melakukan CT simulator, data hasil CT Simulator kemudian dikirim ke TPS untuk dilakukan proses perhitungan dosis. Setelah dokter spesialis onkologi radiasi menandatangani formulir perhitungan dosis, semua data hasil di TPS akan dikirim ke alat *linac* untuk penyinaran. Pada hari penjadwalan penyinaran akan dilakukan verifikasi geometri terlebih dahulu dan kemudian dilanjutkan dengan proses penyinaran radioterapi di ruang *treatment linac*.

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi terhadap studi kasus ini. Terutama pada team RTT, Fisikawan medik, dan Dokter Onkologi Radiasi di Rumah Sakit Kanker Dharmais serta mengucapkan terima kasih kepada Direktur, Dokter Spesialis Radiologi beserta team radiologi dan staff di RSBP Batam yang selalu memberikan support kepada penulis.

Daftar Pustaka

- Agustini, D., Winanda, A., & Prananto, L. (2021). Penatalaksanaan Radioterapi pada Kanker Payudara dengan Teknik IMRT Di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Gading Pluit. *Jumantik*, 2–5. <http://openjournal.unmuhpnk.ac.id/index.php/JUMJUMANTIK>
- Ardhiansyah, A. O. (2021). *Dasar-Dasar Onkologi dan Halkmark of Cancer dari Teori Preklinik Hingga Aplikasi Klinik* (2nd ed.). Airlangga University Press.
- Ashariati, A. (2019). Manajemen Kanker Payudara Komprehensif. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. [http://repository.unair.ac.id/96210/2/Manajemen Kanker Payudara Komprehensif.pdf](http://repository.unair.ac.id/96210/2/Manajemen%20Kanker%20Payudara%20Komprehensif.pdf)
- Beyzadeoglu, M., Gokhan, O., & Ebruli, C. (2010). Basic radiation oncology. In *Basic Radiation Oncology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-11666-7>
- Evans, & M.D.C. (2005). *Computerized Treatment Planning Systems For External Photon Beam Radiotherapy Radiation oncology physics: A handbook for teachers and students*. E.B.

- Podgorsak, IAEA.
- 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), 313. <https://doi.org/10.15416/ijcp.2017.6.4.311>
- Gong, L., Zhang, Y., Liu, C., Zhang, M., & Han, S. (2021). Application of radiosensitizers in cancer radiotherapy. *International Journal of Nanomedicine*, 16, 1083–1102. <https://doi.org/10.2147/IJN.S290438>
- Kementerian Kesehatan. (2019). Panduan Penatalaksanaan Kanker Payudara (Breast Cancer Treatment Guideline). In *Komite Penanggulangan Kanker Nasional* (Vol. 4, Issue 4). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. <http://kanker.kemkes.go.id/guidelines/PPKPayudara.pdf>
- Kodrat, H., Susworo, R., Amalia, T., & Sabariani, R. R. (2016). Radioterapi Konformal Tiga Dimensi dengan Pesawat Cobalt- 60. *Abstract Informasi Artikel*, 7(1), 37–42.
- Mayles, P., Nahum, A., & Rosenwald, J. C. (2007). Handbook of radiotherapy physics: Theory and practice. In *Handbook of Radiotherapy Physics: Theory and Practice*. Taylor and Francis. <https://doi.org/10.1118/1.2969650>
- Meydiana, L. S., Indrati, R., & Daryati, S. (2019). Teknik radioterapi eksterna cobalt 60 pada kasus kanker payudara dengan axial field di instalasi radiologi unit radioterapi rsud prof. dr. margono soekarjo purwokerto. *Poltekkes Kemenkes Semarang*, 8.
- Meyer, J. L. (2007). *IMRT, IGRT, SBRT: Advances in the Treatment Planning and Delivery of Radiotherapy (Frontiers of Radiation Therapy and Oncology)* (J. L. M. W. Heinkelbein (ed.); Series Edi). Karger.
- Purba, D. A. K. (2018). Gambaran Lokasi Metastasis Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Radiologi Foto Toraks Dan Ultrasonografi Pada Penderita Kanker Payudara Sesuai Hasil Histopatologi Di Rsup Haji Adam Malik Tahun 2015-2017. In *SKRIPSI Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara*. <https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/10939/150100001.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Satiti, I. J. E. (2020). Komparasi Treatment Planning Berkas Foton Teknik 3 Dimensional – Conformal Radiation Therapy dan Intensity Modulated Radiation Therapy untuk Kanker Payudara Kiri. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Dan Pendayagunaan Teknologi Nuklir 2020*, 2(125), 1–8.
- Sibtain, A., Morgan, A., & MacDougall, N. (2012). *Radiotherapy in Practice: Physics for Clinical Oncology*. Oxford University Press.
- Suharmono, B. H., Anggraini, I. Y., Hilmaniyya, H., & Astuti, S. D. (2020). Quality Assurance (QA) Dan Quality Control (QC) Pada Instrumen Radioterapi Pesawat LINAC. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 22(2), 73. <https://doi.org/10.20473/jbp.v22i2.2020.73-80>
- Supriyono, P. (2019). Beban Kanker di Indonesia. In *Kemenkes RI*.
- Susworo, R. Kodrat, H. . (2017). *Radioterapi : Dasar-Dasar Radioterapi Tata Laksana Radioterapi Penyakit Kanker* (Edisi II). UI Pres.
- Symond, P., Mills, J. A., & Duxbury, A. (2019). Walter and Miller’s Textbook of Radiotherapy Radiation Physics, Therapy and Oncology. In P. Symond, J. A. Mills, & A. Duxbury (Eds.), *Eight Edition* (Eight, pp. 1–641). Elsevier.
- The Global Cancer Observatory. (2020). International Agency for Research on Cancer. *WHO Chronicle*, 23(7), 323–326.
- Ward, M. C., Tendulkar, R. D., & Videtic, G. M. M. (2017). *Essential of Clinical Radiation Oncology*. Springer Publishing Company.
- Webb, S. (2009). Delivery of intensity-modulated radiation therapy including compensation for organ motion. *NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics*, 141–161. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3097-9_13