



TATALAKSANA PENYINARAN RADIOTERAPI TEKNIK 3D-CRT PADA KASUS *SMALL CELL LUNG* CANCER (SCLC) DI INSTALASI RADIOTERAPI RSUD PROVINSI NTB

Selby Niati¹, Maghfirotul Iffah², Cory Amelia³

^{1,2} Akademi Teknik Radiodiagnostik Dan Radioterapi Bali, Indonesia

shelbyniati@gmail.com

Info Artikel :

Diterima : 8 November 2022

Disetujui : 16 Desember 2022

Dipublikasikan : 25 Januari 2023

ABSTRAK

Kanker paru merupakan salah satu penyebab utama kematian tertinggi di dunia. Kanker paru-paru dibagi menjadi dua kategori besar yaitu kanker paru-paru non-sel kecil (NSCLC) dan kanker paru - paru sel kecil (SCLC). *Small cell lung cancer (SCLC)* merupakan kanker paru – paru yang lebih agresif dari pada *NSCLC*. Insiden *SCLC* hampir 15% dari semua kanker paru-paru. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif yang bersifat deskriptif dengan menjelaskan hasil pengamatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tatalaksana penyinaran kasus *small cell lung cancer* menggunakan teknik 3D-CRT di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB. Pasien kanker paru pada kasus *SCLC* menggunakan teknik 3D-CRT di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB karena memberikan cakupan dosis yang konformal, meminimalisir dosis pada *OAR* dan waktu penyinaran yang lebih singkat. Tatalaksana Penyinaran Radioterapi Teknik 3D-CRT Pada Kasus *SCLC* Di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB untuk distribusi dosisnya dapat memberikan dosis hantaran sinar radiasi tepat dan akurat pada volume target masa kanker dengan paparan radiasi yang relatif rendah untuk jaringan normal di sekitar masa kankernya. Keuntungan bagi pasien, waktu penyinaran yang lebih singkat maka pasien yang sesak akan lebih cepat proses penyinarannya selain itu teknik 3D-CRT memerlukan interpretasi pencitraan yang baik serta keakuratan perencanaan pada saat pemberian dosis penyinarannya.

Kata Kunci :
Radioterapi,
3D-CRT,
kanker paru,
SCLC

ABSTRACT

Lung cancer is one of the leading causes of malignancy and death in the world. Lung cancer is basically divided into two broad categories namely non-small cell lung cancer (NSCLC) and small cell lung cancer (SCLC). Small cell lung cancer or better known as SCLC is a more aggressive lung cancer than NSCLC. This type of research the author uses a qualitative method that is descriptive by explaining the results of observations. This study aims to determine the irradiation management of small cell lung cancer cases. Lung cancer patients in SCLC cases use the 3D-CRT technique at the Radiotherapy Installation at the NTB Provincial Hospital because the irradiation time is shorter and the dose distribution is more homogeneous. The irradiation process and the distribution of the dose will be more homogeneous and very conformal so that a dose of 95% - 100% can be achieved with the desired area so that the dose is high on the target to be achieved. The disadvantages of the 3D-CRT technique are that it uses a limited field, has side effects, especially acute effects that are

Keywords :
Radiotherapy,
3D-CRT, lung
cancer, SCLC

larger, and cannot provide the maximum dose to cancer tissue.

PENDAHULUAN

Kanker paru merupakan salah satu penyebab utama keganasan dan kematian tertinggi di dunia. Kanker paru-paru pada dasarnya dibagi menjadi dua kategori besar yaitu kanker paru-paru non-sel kecil (NSCLC) dan kanker paru - paru sel kecil (SCLC). *Small cell lung cancer* atau yang lebih dikenal dengan *SCLC* merupakan kanker paru – paru yang lebih agresif dari pada *NSCLC*. *SCLC* memiliki hubungan yang paling menonjol dengan merokok di antara semua kanker paru-paru. Probabilitas perokok wanita mengembangkan *SCLC* lebih tinggi dari pada perokok pria. Patofisiologi *SCLC* dikelompokkan menjadi tiga jenis yakni *pure small cell*, *mixed small cell*, dan *large cell carcinoma*. Insiden *SCLC* hampir 15% dari semua kanker paru-paru (1).

Kanker paru juga menyebabkan 1/3 dari seluruh kematian pada laki-laki. Di Amerika Serikat diperkirakan terdapat sekitar 213.380 kasus baru dan 160.390 kasus lama pada tahun 2007. Berdasarkan laporan profil kanker WHO, kanker paru juga penyumbang insiden tertinggi di Indonesia pada laki laki (21.8%) dan pada perempuan (9.1%). Angka kasus baru kanker paru meningkat lebih dari 5 kali lipat dalam waktu 10 tahun terakhir dan sebagian besar penderita datang pada stadium lanjut (IIIB/IV). Penderita kasus baru kanker paru mencapai lebih dari 1000 kasus per tahun(2)

Pengobatan kanker paru dapat dilakukan menggunakan modalitas radioterapi, dalam tatalaksana kanker paru dapat diberikan sebagai terapi kuratif definitif, *adjuvant* pasca operasi, dan paliatif. Radioterapi merupakan suatu bentuk pengobatan lokal pada kanker dengan menggunakan radiasi pengion yang bertujuan untuk membunuh sel-sel kanker sebanyak-banyaknya melalui pemberian dosis radiasi terukur pada volume tumor yang dituju dan meminimalkan efek radiasi pada jaringan sehat sekitar tumor. Radiasi eksternal merupakan metode pengobatan dengan Radioterapi di mana terdapat jarak antara sumber radiasi dengan pasien (3)

Terapi radiasi eksternal umumnya dilakukan dengan menggunakan *linear accelerator* dan Cobalt-60. Namun, kelemahan dari profil berkas sinar pada pesawat Cobalt-60 adalah tepi lapangan yang tidak tajam (penumbra yang lebar). Co-60 hanya untuk tumor dengan kedalaman kurang dari 10 cm. Maka di rekomendasikan penggunaan Linac untuk tumor yang lebih dalam. LINAC (*linear accelerator*) pertama kali digunakan pada tahun 1953 di rumah sakit London yakni, Hammermitsh Hospital. Prinsip kerja Linac adalah berdasarkan proses percepatan elektron menggunakan gelombang elektromagnetik berfrekuensi tinggi melalui struktur akselerator gelombang mikro (4)

Tatalaksana radioterapi pada kanker paru terdapat beberapa tahapan yaitu *Anamnesa*, CT Simulator, *Treatment Planning System (TPS)* Pada Tahap ini akan dilakukan *contouring* target berupa *Gross Tumor Volume (GTV)*, *Clinical Target Volume (CTV)*, *Planning Target Volume (PTV)* dan *organ at risk (OAR)* oleh Dokter Spesialis Onkologi Radiasi, serta menentukan perencanaan dosis dan dilanjutkan oleh fisikawan medis untuk penentuan geometri, menentukan arah sinar, menentukan teknik dan bobot radiasi yang sesuai sehingga tumor akan menerima dosis optimal dan dosis minimal ke *organ at risk*. Tahapan selanjutnya Verifikasi dan *Treatment Delivery* (penyinaran) Tahapan tersebut merupakan suatu standar pada saat penyinaran radioterapi (5)

Radioterapi untuk kanker paru bisa menggunakan teknik *2-Dimensional (2D)*, teknik *3-Dimensional Conformal Radiation Therapy (3D-CRT)*, *Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT)*, *Volumetric Modulated ARC Therapy (VMAT)*. Teknik 2D

memberikan sebaran dosis yang cukup luas sehingga jaringan normal disekitarnya mendapatkan dosis yang cukup tinggi. Teknik 3D-CRT memperbaiki berbagai macam kelemahan teknik 2D. Teknik 3D-CRT dapat memberikan dosis hantaran sinar radiasi yang lebih *Conformal* dibandingkan teknik 2D. Kekurangan teknik 3D-CRT yaitu menggunakan lapangan yang terbatas, tidak bisa memberikan dosis yang maksimal pada jaringan kanker. Sementara itu teknik IMRT sebagai lanjutan dari teknik 3D-CRT memiliki keunggulan yang lebih baik.

Keuntungan dari penggunaan Teknik IMRT ialah kemampuannya memberikan hantaran dosis radiasi yang lebih besar ke target dan sesuai dengan bentuk tumor dibandingkan teknik radiasi lainnya. Kekurangan teknik IMRT waktu penyinaran yang cukup lama. Teknik VMAT merupakan bentuk dari IMRT tujuan yang dicapai sama dengan teknik IMRT yaitu dosis maksimal pada tumor dengan dosis seminimal mungkin pada jaringan sehat. Kelebihan teknik VMAT dibandingkan dengan teknik IMRT ialah waktu penyinaran yang lebih singkat (6)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Moonkyoo Kong dan Seong Eon Hong pada tahun 2016, hasil dari keseluruhan cakupan yang lebih baik didapatkan dengan menggunakan teknik IMRT dibandingkan dengan teknik 3D-CRT pada penyinaran *NSCLC*. Keseluruhan cakupan tersebut meliputi *metastasis*, *toksisitas*, dan tingkat kelangsungan hidup (*survival life*). Pada teknik IMRT didapatkan fakta bahwa tingkat kelangsungan hidup lebih tinggi dibandingkan menggunakan teknik 3D-CRT, sedangkan *metastasis* pada teknik IMRT juga jauh lebih rendah dibandingkan dengan teknik 3D-CRT, serta pada teknik 3D-CRT untuk *toksisitas* pada organ *esofagus* lebih tinggi jika dibandingkan dengan teknik IMRT.

Sedangkan Di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB prosedur kasus *SCLC* masih menggunakan teknik 3D-CRT yang sesuai SPO (Standar Prosedur Operasional). Adapun prosedur teknik 3D-CRT pada kasus *SCLC* Di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB yakni menggunakan 2 lapangan dengan sudut 335° dan 155° serta dipasang base plate sebagai alat immoobilisasi selanjutnya pada pasien dipakaikan masker badan. Berdasarkan hal tersebut, peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui bagaiman tatalaksana penyinaran kasus *small cell lung cancer* menggunakan teknik 3D-CRT di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini penulis menggunakan metode kualitatif yang bersifat deskriptif dengan menjelaskan hasil pengamatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tatalaksana penyinaran kasus *small cell lung cancer* menggunakan Teknik 3D-CRT di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB. Desain penelitian yang digunakan yaitu *Case Study*. Di mana peneliti hanya mengumpulkan data pada variabel penelitian yang diolah hanya dalam periode waktu tertentu. Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dan dokumentasi. Metode observasi bertujuan untuk mengambil dan mengumpulkan data yang terdapat di Instalasi Radioterapi RSUD provinsi NTB dengan cara mengamati secara langsung tatalaksana Penyinaran Kanker Paru menggunakan Teknik 3D-CRT. Sedangkan dokumentasi dilakukan dengan cara mengambil gambar, merekam video atau merekam suara yang berhubungan dengan penelitian saat kegiatan penelitian sedang berlangsung.

Prosedur pengambilan dan pengumpulan data dilakukan dengan cara peneliti ikut serta secara langsung dalam proses “Tatalaksana Penyinaran Radioterapi Teknik 3D-CRT Pada Kasus *Small Cell Lung Cancer* (SCLC) Di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi

NTB”. Prosedur pengambilan dan pengumpulan data meliputi studi kepustakaan, observasi, wawancara, dan dokumentasi. Selanjutnya pada proses analisis data dalam penelitian ini dimulai dari menelaah seluruh data yang tersedia yaitu dari wawancara, observasi dan juga dokumentasi. Teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah reduksi data, penyajian data dan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Profil Rumah Sakit

Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat yang berlokasi di jalan Prabu rangkasari Dasan Cermen Mataram merupakan Rumah Sakit Milik Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat dan mulai beroperasi pada tanggal 17 Desember 2015. Berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Nusa Tenggara Barat Nomor 448/Pem.47/5/151 tanggal 5 November 1969, status Rumah Sakit Umum Mataram yang pengelolaannya di bawah Pemerintah Kabupaten Lombok Barat diubah menjadi milik dan pengelolaannya dibawah Pemerintah Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Pada awal tahun 2005 berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor: 13/Menkes/SK/I/2005 tentang Peningkatan Kelas, Rumah Sakit Umum Daerah Mataram berubah statusnya dari Rumah Sakit Kelas B menjadi Rumah Sakit Kelas B Pendidikan.

Pelayanan yang tersedia di RSUD Provinsi NTB salah satu nya adalah pelayanan radioterapi. Pada bulan Desember 2018 Instalasi Radioterapi sampai saat ini berdiri dan menerima pelayanan pengobatan atau terapi berbagai macam kanker seperti kanker paru, kanker leher, kanker serviks, serta berbagai kanker lainnya dengan berbagai tingkatan (grade).

Karakteristik Responden

Berdasarkan metode pengambilan data pada saat penelitian, peneliti melakukan wawancara terhadap responden yang merupakan bagian dari pengumpulan data.

Adapun responden yang diwawancarai dalam penelitian yaitu dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Karakteristik Responden

Kode Responden	Jenis Kelamin	Pendidikan Terakhir	Jabatan	Lama bekerja
R1	L	Spesialis Onkologi Radiasi	Dokter Spesialis Onkologi Radiasi	4 tahun
R2	L	S1 Fisika Medis	Fisikawan Medis	4 tahun
R3	L	D4 Radioterapi	Radioterapis	2 tahun
R4	L	D4 Radioterapi	Radioterapis	3 tahun
R5	P	D4 Radioterapi	Radioterapis	5 tahun

Paparan Kasus

Setelah melakukan pengumpulan data melalui wawancara, observasi dan dokumentasi mengenai “Tatalaksana Penyinaran Kasus Small Cell Lung Cancer (SCLC) Menggunakan Teknik 3D-CRT di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB” diperoleh hasil sebagai berikut:

a. Identifikasi Pasien

Nama : Tn. M
Umur : 43 Thn
Jenis kelamin : Laki-laki
Alamat : Mataram
No RM : 022xxxx
Tanggal pemeriksaan : 28 April 2022
Teknik penyinaran : 3D-CRT
Klinis pasien : Small cell lung cancer

b. Riwayat pasien

Pasien datang ke instalasi Radioterapi RSUD provinsi NTB pada 5 april 2022 dengan membawa surat rujukan dari dokter Spesialis Paru dan membawa pemeriksaan penunjang (Hasil CT scan dan lab PA). Dengan keluhan batuk dan sesak kemudian pasien memiliki Riwayat kemoterapi sebanyak 7 kali.

Teknik Penyinaran Kasus small cell lung cancer Menggunakan Teknik 3D-CRT Di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB.

Tahapan yang dilakukan pada tatalaksana penyinaran kasus small cell lung cancer menggunakan teknik 3D-CRT di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB yaitu:

a. Konsultasi Dokter

Pasien konsultasi dengan dokter onkologi radiasi mengenai keluhan yang dirasa. Serta membawa surat rujukan dari dokter pengirim dan data penunjang. Dokter onkologi radiasi memberi keputusan apakah ada tindak lanjut atau tidak. Selanjutnya dokter onkologi radiasi melakukan lokalisasi, penentuan dosis total, dan pemeriksaan lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut :

“...pasien mendapat konsulan dari poli paru, persyaratan administrasi, seperti kelengkapan hasil penunjang lab PA, CT-scan maupun MRI setelah itu konsul dokter onkologi radiasi “(R4,R5).

b. Persiapan pasien dan alat

1) Persiapan pasien

Untuk persiapan pasien kanker paru dengan kasus small cell lung cancer pada saat simulasi tidak memiliki persiapan khusus, hanya persiapan ruangan saja dan jika ada bahan-bahan logam di daerah paru harus melepas terlebih dahulu. Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut :

“... tidak ada persiapan khusus hanya persiapan alat seperti CT-simulator yang dilengkapi alat immobilisasi dan alat fiksasi” (R3, R4, R5).

2) Persiapan Peralatan

a) Pesawat multi slice CT-simulator untuk mengambil citra 3D pasien datang sesuai hari yang telah dijadwalkan oleh perawat untuk melakukan penggambaran titik origin pada tanggal pada tanggal 6 april 2022. Persiapan peralatan dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1 CT-simulator

b) Waterbath

Waterbath merupakan alat pemanas yang telah dirancang khusus untuk dapat diatur suhunya dan di dalamnya sudah terisi air untuk melunakkan masker thermoplastic. Persiapan waterbath dapat dilihat pada gambar 2



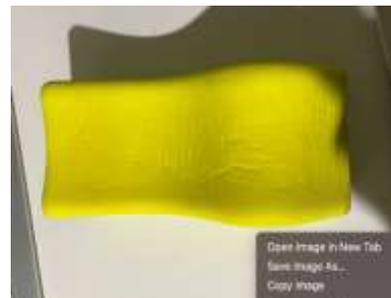
Gambar 2 Waterbath

c) Aksesoris dan alat bantu penyinaran

Alat-alat tersebut berfungsi sebagai aksesoris ketika melakukan simulasi maupun pada saat proses penyinaran dan juga sebagai alat fiksasi dan immobilisasi pasien kanker paru. Aksesoris dan alat bantu penyinaran dapat dilihat pada gambar 3 dan 4



Gambar 3 Bodyboard



Gambar 4 headrest kuning

d) Mask Thermoplastic

Masker tersebut terbuat dari bahan termoplastik yang akan melunak jika dipanaskan, fungsinya sebagai alat fiksasi badan agar tidak terjadi pergerakan selama proses penyinaran berlangsung. Mask Thermoplastic dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5 Mask Thermoplast

Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut ini :

“...pasien supine diatas base plate lalu dipasangkan masker badan (thermoplast) yang sudah dilunakkan menggunakan waterbath (R3).

e) Spidol dan marker

Spidol tersebut berfungsi untuk menggambar masker saat melakukan simulasi dan pada saat verifikasi. Markernya terbuat dari timah yang dibentuk bulatan kecil sebagai titik original guna penanda titik referensi pada saat CT-simulator. Spidol dan marker dapat dilihat pada gambar 6



Gambar 6 marker, spidol dan hypafix

Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut ini:

“...vidusual marker untuk menentukan titik origin sebelum dikirim ke TPS dan sebelum contouring oleh dokter tujuannya untuk memudahkan proses planning di TPS” (R3).

Workstation dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7 workstation

“...selanjutnya melakukan scanogram, dengan batas atas cervical 3 dan batas bawah thoracal 12”(R4)

c. Tatalaksana Simulator

Pasien datang sesuai hari yang telah dijadwalkan oleh perawat untuk melakukan penggambaran titik origin. Lembar permintaan CT-simulator dapat dilihat dari gambar 8



Gambar 8 Lembar permintaan CT-simulator

- 1) Pasien masuk keruangan CT Simulator, RRT memberikan sedikit edukasi terlebih dahulu yaitu pasien diberitahu bahwa didalam ruangan tersebut akan melakukan proses penggambaran awal. lalu RRT mempersiapkan alat dan bahan berupa body board, lock bar, head rest, body mask, dan waterbath.
- 2) Pasien supine diatas couch dengan posisi body board yang sudah terpasang pada couch. Lockbar diletakkan pada F1. Pasien menggunakan headrest kuning dan untuk kenyamanan lainnya pasien diberi selimut diatas bodyboard.
- 3) RRT mempersiapkan mask thermoplast melalui proses pemanasan mask thermoplast menggunakan waterbath dengan suhu 70 derajat selama 3-5 menit sampai masker lunak. setelah masker badan lunak selanjutnya pemasangan mask thermoplast kepada tubuh pasien sebagai alat fiksasi pada tubuh pasien, dan dikunci pada C. Posisi pasien dapat dilihat pada gambar 9



Gambar 9 Posisi pasien

Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut ini :

“...posisi pasien supine, tangan di samping, atur pasien nyaman mungkin misalkan dengan memakaikan selimut”(R3).

- 4) Hidupkan laser eksternal dan dilanjutkan penggambaran 3 titik origin, titik tersebut untuk memudahkan fisikawan medis dalam menentukan pergeseran sumbu x, y dan z (perencanaan fisika medis).
- 5) Tiga titik tersebut diberi potongan timah kecil yang disebut sebagai marker reference, lalu 3 titik tersebut ditutup dengan hypafix, diatas hypafix Digambar menggunakan spidol permanen berwarna hitam.
- 6) Selesai digambar, lalu hidupkan laser internal sebagai pemandu keselarasan posisi tubuh.
- 7) Pemasukkan identitas pasien melalui komputer CT Simulator dan memilih protokol yang digunakan.
- 8) Evaluasi hasil gambaran. Setelah 3 titik terlihat pada 1 slice yang sama dilanjutkan dengan proses recon gambar sesuai dengan permintaan dokter cervical 3 sebagai

batas atas dan thoracal 12 untuk batas bawah. Lalu gambar tersebut dikirim ke TPS. Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut ini :

“... proses scanogram pasien untuk batas atas area cervical 3 hingga thoracal 12”(R4)

9) Selesai RTT memberikan edukasi kepada pasien bahwa pasien sudah selesai digambar, selanjutnya menunggu kabar akan dilakukan penggambaran ulang di ruang linac. Dengan posisi yang sama seperti posisi awal penggambaran di ruangan CT-simulator.

d. Tatalaksana Mouldroom

1) Nyala dan panaskan alat waterbath dengan mencapai suhu 700

2) Mask thermoplast direndam pada waterbath dengan suhu 700 sampai masker melunak dalam waktu 3-5 menit.

3) Masker badan di bentuk sesuai dengan kontur paru pasien kemudian masker ditunggu sampai mengeras.

4) Proses mouldroom atau pembuatan masker biasanya dilakukan secara bersamaan di ruangan CT-simulator.

e. Treatment Planning System Contouring

1) Persiapan Peralatan

Persiapan peralatan yakni komputer yang telah dilengkapi dengan aplikasi Treatment Planning System (TPS) dan juga berfungsi untuk contouring oleh dokter onkologi radiasi.

2) Tatalaksana Contouring

Tahap penentuan lokasi dan volume organ yang akan diradiasi menggunakan citra dari hasil CT-simulator, Pada tahap ini akan dilakukan contouring Gross Tumor Volume (GTV), Clinical Target Volume (CTV), Planning Target Volume (PTV) serta organ at risk (OAR) seperti jantung, paru kiri dan paru kanan dilanjutkan dengan perencanaan dosis oleh dokter spesialis onkologi radiasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut ini :

“...Untuk Organ At Risk (OAR) yaitu paru kiri, paru kanan dan jantung, untuk organ paru menggunakan dosis $V_{20} < 30\%$ untuk organ jantung menggunakan dosis mean nya 2600Cgy”(R1,R2)

Hasil Contouring dapat dilihat pada gambar 10

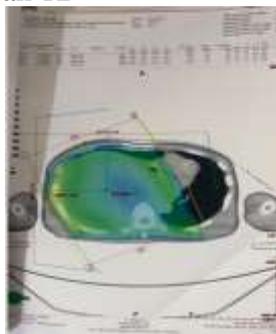


Gambar 10 Hasil Contouring

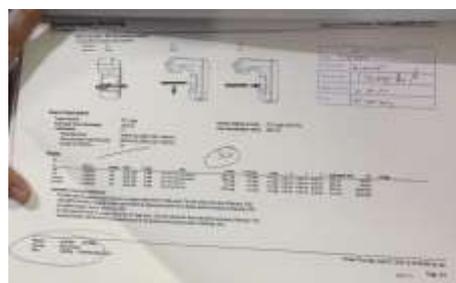
f. Treatment Planning System fisika

Pada tahap ini untuk mendapatkan titik referensi agar fisikawan medis dapat menentukan titik isocenter. Hasil contouring dari dokter onkologi radiasi kemudian dilakukan perencanaan penyinaran menggunakan teknik 3D-CRT oleh fisikawan medis untuk menentukan arah sinar atau sudut gantry yang sesuai yaitu arah gantry 3350 dan 1550, bobot radiasi yang sesuai permintaan dengan dosis per fraksi 200 cGy (2 Gy) sebanyak 35 fraksi, total dosis yang didapat adalah 7000 cGy dan menggunakan energi

10 Mv, Setelah di acc dokter lalu dikirim ke linac. Hasil TPS fisika dapat dilihat pada gambar 11 dan 12



Gambar 11 Hasil TPS



Gambar 12 Hasil TPS

Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut ini :

“...untuk penggunaan energi ca paru memakai energi 10Mv, jika massa paru besar akan menggunakan Teknik 3D, jumlah lapangan nya bervariasi yakni 2-4 lapangan.

g. Verifikasi/Patient Set Up

Tahap memposisikan pasien sesuai dengan saat simulasi atau CT-simulasi. Verifikasi dilakukan untuk menentukan posisi penyinaran dan untuk memastikan posisi pasien tepat setiap harinya agar dosis yang diberi tepat pada target yang telah ditentukan oleh dokter onkologi dan fisikawan medik (TPS). Verifikasi biasa dilakukan pada ruang penyinaran dengan menggunakan portal film, Electronic Portal Image Device (EPID), Beberapa tahap Tatalaksana melakukan verifikasi sebagai berikut:

- 1) Setelah memposisikan pasien sesuai dengan saat simulasi atau CT-simulasi Pasien set-up instruksikan pasien untuk tidak bergerak selama proses penyinaran
- 2) Posisikan laser sesuai pada tiga titik gambar yang telah dibuat di ruangan CT-simulator
- 3) Posisikan mengikuti tiga titik gambar tersebut. RTT melakukan pergeseran ke iso center.
- 4) RTT membuka Portal EPID dengan Gantry harus 0 derajat.
- 5) RTT meninggalkan ruangan penyinaran menuju ke workstation
- 6) Kemudian dilakukan EPID portal Ap dan Lateral, lalu dokter onkologi radiasi dan fisikawan medis melakukan verifikasi apakah ada perubahan atau sudah sesuai dengan hasil planning.
- 7) RTT menghitung dan mengatur kembali pergeseran Set Up yang ditampilkan di monitor ruangan yaitu vertikal, lateral, dan longitudinal.
- 8) Selesai verifikasi akan digambar kembali menggunakan spidol hijau. Spidol hijau warna kesepakatan bersama untuk pasien baru di instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB.

Spidol hijau dan merah dapat dilihat pada gambar 13



Gambar 13 Spidol

Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut ini :

“...untuk verifikasi menggunakan EPID (electronic portal imaging device) yang tujuannya untuk menyamakan posisi iso center pada DRR (Digitally Reconstructed Radiograph) planning dengan iso center sebenarnya, apabila terjadi ketidaksamaan maka dilakukan penyesuaian pergeseran meja penyinaran” (R2).

h. Pelaksanaan Treatment

Prosedurnya yaitu RTT memanggil nama pasien, mencocokkan identitas, kemudian pasien dipersilahkan masuk ke ruang penyinaran. Pasien diposisikan sama seperti pada saat CT-simulator. Tutup pintu ruang penyinaran. Pilih nama pasien pada jadwal penyinaran hari tersebut dan lakukan penyinaran. Pelaksanaan treatment pada Tatalaksana Radioterapi Eksterna pada Kanker Paru dengan Teknik 3D-CRT di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB menggunakan pesawat LINAC yang mempunyai Multy Leaf Collimator (MLC), dengan menggunakan energi foton sebesar 10 Mv. Posisi pasien dapat dilihat pada gambar 14



Gambar 14 posisi pasien

Jika posisi pasien sudah tepat sesuai dengan set up, instruksikan pasien untuk tidak bergerak selama proses penyinaran. Selanjutnya RTT keluar dan menutup pintu. RRT kembali ke meja operator sambil monitoring pasien melalui CCTV. Berikut ini CCTV monitoring dan workstation dapat dilihat pada gambar 15 dan 16



Gambar 15 CCTV monitoring



Gambar 16 Workstation

Alasan Penggunaan Teknik 3D-CRT pada penyinaran kanker paru dengan kasus small cell lung cancer di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB

Alasan menggunakan teknik 3D-CRT pada penyinaran kanker paru dengan kasus small cell lung cancer di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB yakni dokter melihat dari jenis kanker dan ukuran tumor pasien. Pemilihan teknik 3D-CRT ini untuk tumor yang berukuran besar oleh karena itu dokter memilih menggunakan teknik 3D-CRT untuk pasien small cell lung cancer.

Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut :

“...Teknik 3D-CRT digunakan untuk pasien kanker paru yang massa tumornya besar” (R1, R2)

Kelebihan dan Kekurangan Pemilihan Teknik 3D-CRT Pada Kanker Paru Di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB

a. Memberikan cakupan dosis yang konformal

Dapat memberikan dosis hantaran sinar radiasi tepat dan akurat pada volume target masa kanker. terapi konformal dapat dihasilkan dengan menggunakan pengaturan berkas sinar yang lebih kompleks dengan intensitas yang homogen.

Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut:

“Proses Penyinaran dan distribusi dosisnya akan lebih homogen dan sudah sangat conformal terutama untuk massa yang besar jadi bisa mencapai Dosis 95% - 100% dengan area yang diinginkan sehingga dosis nya tinggi pada target yang akan dicapai” (R1, R2)

b. Meminimalisir dosis pada OAR

Paparan radiasi yang relatif rendah untuk jaringan normal di sekitar masa kankernya sehingga dapat diberikan dosis yang kuat terhadap jaringan tumor dengan dosis minimal terhadap jaringan sehat.

Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut:

“Dengan dosis yang rendah terhadap jaringan sehat, diharapkan efek samping terhadap pasien lebih rendah, sehingga kualitas hidup pasien dalam dan setelah radiasi diharapkan lebih baik” (R1, R2)

c. Waktu penyinaran lebih singkat

Organ paru adalah organ yang bergerak maka dibutuhkan waktu yang cepat terutama untuk pasien yang non kooperatif, selain itu teknik 3D-CRT memerlukan interpretasi pencitraan yang baik serta keakuratan perencanaan pada saat pemberian dosis penyinarannya.

Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut:

“Waktu penyinaran yang lebih singkat maka pasien yang sesak akan lebih cepat proses penyinarannya” (R2)

Kekurangan teknik 3D-CRT dibandingkan dengan teknik IMRT yakni teknik 3D-CRT digunakan untuk pasien kanker paru yang massa tumornya besar dan tidak bisa menggunakan teknik IMRT. meskipun pada teknik 3D-CRT dan IMRT sama-sama memiliki berkas sinar yang homogen, akan tetapi pada teknik IMRT berkas sinarnya lebih dihomogenkan lagi dibandingkan dengan teknik 3D-CRT.

Hal ini sesuai dengan pernyataan responden berikut:

“...Teknik 3D-CRT digunakan untuk pasien kanker paru yang massa tumornya besar” (R1, R2)

Pembahasan

Tatalaksana Penyinaran Radioterapi Teknik 3D-CRT Pada Kasus *Small Cell Lung Cancer* (SCLC) Di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB

Tahapan penyinaran kanker paru di RSUD Provinsi NTB diawali dengan konsultasi dan pemeriksaan dokter pasien datang ke poli radioterapi dengan membawa surat rujukan dari dokter pengirim beserta dokumen dan hasil pemeriksaan sebelumnya. Pasien melakukan konsultasi dengan dokter dan kemudian dokter menentukan jenis tindakan radioterapi yang akan digunakan dan selanjutnya pasien dijadwalkan untuk melakukan perencanaan radioterapi.

Menurut (Vieira B, 2019) bahwa sebelum pasien dilakukan penyinaran tentunya pasien mengikuti alur radioterapi seperti, Ketika pasien datang ke instalasi radioterapi pasien wajib membawa surat rujukan dari dokter pengirim beserta hasil lab PA dan kemudian pasien berkonsultasi dengan dokter onkologi radiasi.

Berdasarkan hasil observasi peneliti di RSUD Provinsi NTB tahap pasien sebelum melakukan penyinaran sudah benar dan sesuai dengan teori Bruno Vieira (2019), pasien membawa surat rujukan dan hasil lab PA dan kemudian pasien berkonsultasi dengan dokter, pada tahap ini dokter akan menentukan jenis tindakan radioterapi yang akan digunakan dan selanjutnya pasien dijadwalkan untuk melakukan perencanaan radioterapi.

Tahapan selanjutnya adalah simulasi, di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB untuk simulasi menggunakan alat CT Simulator sebagai alat utamanya, dan alat bantu lainnya yang menjadi alat fiksasi dan immobilisasi untuk pasien seperti *mask thermoplast*, *baseplate*, *headrest*, marker timah, spidol dan plester. Pada tahap ini RRT menentukan posisi nyaman untuk pasien dan sebagai tempat untuk menentukan alat fiksasi dan *immobilisasi* yang akan digunakan selama penyinaran seperti memasang *mask thermoplast* sesuai bentuk morfologi dari badan pasien, menggunakan *base plate dan head rest* dan khususnya untuk *head rest* memiliki beberapa ukuran yang dibedakan melalui warna (kuning, putih, biru) dan dipilih yang nyaman untuk pasien, dan juga sebagai tempat untuk menentukan titik origin pada masker pasien sesuai dengan laser eksternal dengan menggunakan patokan *glabella*, setelah selesai data yang diperoleh dikirim ke TPS.

Menurut (Rehani MM, 2011) bahwa simulator merupakan salah satu alat bantu dalam radioterapi. CT-simulator digunakan untuk menentukan lapangan radiasi. Masker, *base plate*, *head rest knee support*, dan alat *immobilisasi* lainnya diposisikan dengan akurat sehingga memperoleh hasil citra berupa irisan-irisan *axial*, *sagittal* dan *coronal* pada CT-simulator.

Berdasarkan hasil observasi peneliti penggunaan alat fiksasi pada penyinaran kanker paru di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB masih kurang, sebagaimana yang disebutkan oleh Rehani MM (2012), alat *immobilisasi* atau fiksasi berupa *knee support* juga diberikan kepada pasien, sedangkan di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB tidak memberikan alat fiksasi *knee support* pada pasien selama proses penyinaran berlangsung, padahal hal tersebut bertujuan untuk mencapai kenyamanan pasien selama penyinaran.

Setelah memperoleh hasil citra dari CT-simulator, selanjutnya tahapan *Treatment Planning System (TPS)*, di tahapan ini akan dilakukan *contouring* dari dokter onkologi dan perhitungan dosis dari fisikawan medis. Di Instalasi RSUD Provinsi NTB untuk perhitungan dosis pada kanker paru menggunakan dosis per fraksi sebesar 35x2 Gy. Tahapan *Treatment Planning System* di Instalasi RSUD Provinsi NTB pada kanker paru menggunakan teknik 3D-CRT dan menggunakan lapangan yang bervariasi 2 sampai 4 lapangan. setelah itu *dose konstren* pada masing-masing organ menggunakan acuan *QUANTEC*, kemudian untuk menilai *dose coverates* pada PTV dosis 95% dan mengcover 95% volume.

Menurut (Rehani MM, 2011) yang menyatakan bahwa *Treatment Planning System (TPS)* ialah penentuan *geometri*, menentukan arah sinar, menentukan teknik dan bobot radiasi yang sesuai sehingga tumor akan menerima dosis optimal dan dosis minimal ke *organ at risk*.

Berdasarkan hasil observasi peneliti, proses TPS yang dilakukan di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB sesuai dengan teori, pada tahap ini merupakan tahap

untuk perencanaan radiasi untuk memperoleh radiasi yang homogen pada massa tumor atau untuk menghindari organ kritis.

Tahapan selanjutnya setelah mendapatkan hasil perhitungan dari TPS dilanjutkan dengan tahapan verifikasi, pada tahap verifikasi di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB menggunakan EPID (*Electronic Portal Imaging Device*) dan untuk proses verifikasi pertama pasien diposisikan sama seperti yang diposisikan di simulator, kemudian pasien dan dengan alat fiksasi dan *Immobilisasi* yang sama seperti *mask thermoplast*, *head rest*, *base plate*. Setelah itu dilanjutkan dengan pengambilan gambar portal AP dan *Lateral*, gambar ini akan dibandingkan dengan gambar *Digitally Reconstructed Radiograph* (DRR), setelah itu dilakukan verifikasi oleh dokter onkologi atau Fisikawan medis setelah verifikasi telah selesai gambar titik iso centernya sesuai dengan hasil dari verifikasinya sebagai titik yang menjadi patokan selama penyinaran.

Menurut (Rehani MM, 2011) yang menyatakan bahwa tujuan dari Verifikasi adalah untuk memperoleh ketepatan penyinaran sehingga dapat tercapainya tujuan radiasi sebagaimana yang telah direncanakan di TPS, dalam penelitian ini proses verifikasi pasien di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB sudah sesuai dengan teori yang dipaparkan oleh Rehani MM (2012).

Dalam penelitian ini selain di lakukan proses verifikasi lapangan, dilakukan juga verifikasi dosis dimana verifikasi dosis bertujuan untuk melihat ada tidaknya kesesuaian antara dosis target yang direncanakan dengan dosis target. Hal ini berkaitan dengan penelitian (Beyzadeoglu M, 2013) yang menyatakan bahwa verifikasi dosis adalah untuk melihat ada tidaknya kesesuaian antara dosis target yang di preskripsikan (direncanakan) dengan dosis target.

Selanjutnya masuk dalam tahapan set up dan *treatment*, pada tahapan ini hampir sama seperti tahapan verifikasi akan tetapi pada tahapan ini pasiennya pertama diatur berdasarkan dari hasil verifikasi seperti posisi pasien, alat dan bantu sesuai dengan yang digunakan di CT-simulator, dan untuk *set up* meja dan lasernya kita sesuaikan dengan titik iso centernya yang sudah sesuai dengan hasil verifikasi sebelumnya, kemudian dilakukan penyinaran.

Hasil penelitian ini menyatakan bahwa *set up* dilakukan dengan mengatur posisi pasien sesuai dengan data dari CT-simulator dan alat bantu fiksasi yang digunakan, kemudian atur pergeseran dari titik origin berdasarkan data pergeseran di TPS. *Set up* pasien harus diperhatikan, pada *set up* pasien ini terdapat koordinat x, y, dan z yang berfungsi sebagai petunjuk arah pergeseran *couch* dari pesawat *LINAC*.

Dalam penelitian ini, proses *set up* dan *treatment* pasien sudah sesuai dengan dengan teori yang dipaparkan oleh (Beyzadeoglu M, 2013). Setelah semua tahapan dari konsultasi dokter, simulasi, TPS, verifikasi, *Set up* maka dilanjutkan dengan penyinaran menggunakan pesawat *LINAC*.

Penatalaksanaan radioterapi teknik 3D-CRT di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB pada kasus kanker paru *small cell lung cancer* (SCLC). Hasil penelitian ini kurang sesuai dengan teori yang dipaparkan oleh Moonkyoo Kong dan Seong Eon Hong (2016) bahwa dalam hasil penelitiannya teknik IMRT jauh lebih baik dibandingkan Teknik 3D-CRT. hasil dari keseluruhan cakupan yang lebih baik didapatkan dengan menggunakan teknik IMRT dibandingkan dengan teknik 3D-CRT.

Berdasarkan hasil observasi peneliti teknik yang digunakan di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB pada kanker paru masih menggunakan teknik 3D-CRT sedangkan teknik tersebut memiliki keterbatasan dan kekurangan.

Pada penyinaran kanker paru di Instalasi RSUD Provinsi NTB dengan menggunakan teknik 3D-CRT juga memiliki beberapa tahapan sebelum penyinaran terdiri dari tahapan konsultasi dan pemeriksaan dokter, tahapan simulasi, tahapan *Treatment Planning System* (TPS), tahapan verifikasi, dan yang terakhir tahapan *set up* dan *treatment*.

Alasan penggunaan 3D-CRT pada kanker paru dengan kasus SCLC di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB

Alasan menggunakan teknik 3D-CRT pada penyinaran kanker paru dengan kasus *small cell lung cancer* di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB yakni dokter melihat dari jenis kanker dan ukuran tumor pasien. Pemilihan teknik 3D-CRT ini untuk tumor yang berukuran besar oleh karena itu dokter memilih menggunakan teknik 3D-CRT untuk pasien *small cell lung cancer*.

Menurut (Rehani MM, 2012) yang menyatakan bahwa teknik 3D-CRT ini menjadi pilihan khususnya pasien paliatif dan massa tumornya yang besar. selain untuk massa tumor yang besar teknik 3D-CRT ini menguntungkan pasien yang sesak saat penyinaran berlangsung karena waktu penyinaran yang lebih cepat.

Berdasarkan hasil observasi peneliti teknik yang digunakan di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB pada kasus kanker paru kebijakan dokter sudah yang paling tepat memilih menggunakan teknik tersebut untuk kasus *SCLC* ini. Selain distribusi dosis yang konformal dan homogen teknik 3D-CRT ini waktu penyinaran yang cepat sangat menguntungkan bagi pasien yang non kooperatif atau pasien yang sesak.

Kelebihan dan kekurangan dari Teknik 3D-CRT Pada Kasus SCLC di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB

Kelebihan dan kekurangan dari teknik 3D-CRT ini ialah untuk kelebihannya yaitu dapat memberikan dosis hantaran sinar radiasi tepat dan akurat pada volume target masa kanker dengan paparan radiasi yang relatif rendah untuk jaringan normal di sekitar masa kankernya, waktu penyinaran yang lebih singkat maka pasien yang sesak akan lebih cepat proses penyinarannya selain itu teknik 3D-CRT memerlukan interpretasi pencitraan yang baik serta keakuratan perencanaan pada saat pemberian dosis penyinarannya.

Menurut (Rosenzweig KE, 2001) bahwa tujuan dari teknik 3D-CRT ini yakni meningkatkan dosis pada target dan meminimalisir pada organ sehat. Selain itu dosis untuk *OAR* pada organ paru-paru sebelah nya, *esophagus*, dan jaringan normal sekitarnya sudah sangat aman. Sehingga hal tersebut secara otomatis meningkatkan dosis radiasi ke tumor dan mengurangi dosis radiasi di jaringan normal.

Berdasarkan hasil observasi peneliti teknik yang digunakan di Instalasi RSUD Provinsi NTB untuk kasus kanker paru dengan ukuran tumor yang cukup besar, dokter memilih menggunakan teknik 3D-CRT saja. Selain distribusi dosis yang konformal dan homogen teknik 3D-CRT waktu penyinaran yang cepat sangat menguntungkan bagi pasien yang sesak saat penyinaran berlangsung.

Kekurangan teknik 3D-CRT dibandingkan dengan teknik IMRT yakni teknik 3D-CRT digunakan untuk pasien kanker paru yang massa tumornya besar dan tidak bisa menggunakan teknik IMRT. meskipun pada teknik 3D-CRT dan IMRT sama-sama memiliki berkas sinar yang homogen, akan tetapi pada teknik IMRT berkas sinarnya lebih dihomogenkan lagi dibandingkan dengan teknik 3D-CRT (Kong M, 2016).

Menurut (Kong M, 2016) bahwa hasil dalam penelitiannya teknik 3D-CRT sudah cukup baik hanya untuk suatu kasus tertentu saja akan tetapi teknik IMRT jauh lebih baik

dibandingkan Teknik 3D-CRT karena hasil dari keseluruhan cakupan yang lebih baik didapatkan dengan menggunakan teknik IMRT dibandingkan dengan teknik 3D-CRT.

Berdasarkan hasil observasi peneliti di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB teknik yang digunakan pada kanker paru masih menggunakan teknik 3D-CRT sedangkan teknik tersebut memiliki keterbatasan dan kekurangan. Salah satu kekurangan teknik 3D-CRT dalam kasus ini tidak direkomendasi untuk tumor yang berukuran kecil yakni direkomendasi untuk tumor yang berukuran besar saja pada pasien paliatif.

KESIMPULAN

Tatalaksana Penyinaran Radioterapi Teknik 3D-CRT Pada Kasus *Small Cell Lung Cancer* (SCLC) Di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB terdiri dari beberapa tahapan yaitu konsultasi dan pemeriksaan dokter, simulasi menggunakan CT simulator, *Treatment Planning System* (TPS), verifikasi, *set up* dan *treatment*.

Alasan penggunaan 3D-CRT pada kanker paru dengan kasus *SCLC* karena keterbatasan alat modalitas teknik penyinaran radioterapi yang digunakan di RSUD Provinsi NTB hanya teknik 3DCRT. Untuk melakukan pemilihan teknik penyinaran, dokter melihat dari jenis kanker dan ukuran tumor pasien. Pada pasien dengan kasus *small cell lung cancer* dokter memilih menggunakan teknik 3D-CRT.

Kelebihan dan kekurangan dari teknik 3D-CRT ini ialah untuk kelebihanannya yaitu dapat memberikan dosis hantaran sinar radiasi tepat dan akurat pada volume target masa kanker dengan paparan radiasi yang relatif rendah untuk jaringan normal di sekitar masa kankernya, waktu penyinaran yang lebih singkat maka pasien yang sesak akan lebih cepat proses penyinarannya selain itu teknik 3D-CRT memerlukan interpretasi pencitraan yang baik serta keakuratan perencanaan pada saat pemberian dosis penyinarannya. Kekurangan teknik 3D-CRT dibandingkan dengan teknik IMRT yakni teknik 3D-CRT digunakan untuk pasien kanker paru yang massa tumornya besar dan tidak bisa menggunakan teknik IMRT. Meskipun pada teknik 3D-CRT dan IMRT sama-sama memiliki berkas sinar yang homogen, akan tetapi pada teknik IMRT berkas sinarnya lebih dihomogenkan lagi dibandingkan dengan teknik 3D-CRT.

DAFTAR PUSTAKA

- Beyzadeoglu M, Ozyigit G, Ebruli C. Non-Small Cell Lung Cancer (NSCLC). *Basic Radiat Oncol*. 2010;1–575.
- Beyzadeoglu M, Ozyigit G, Ebruli C. Basic radiation oncology. *Basic Radiat Oncol*. 2012;1–575.
- Beyzadeoglu M, Ozyigit G, Ebruli C. Radioterapi dan Onkologi Indonesia. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2013. 1689–1699 hal.
- Dubinett SM. Inflammation and lung cancer. *Inflammation and Lung Cancer*. 2015. 1–212 hal.
- Holborn C. *Practical Radiotherapy (Physics and Equipment)*. *Practical Radiotherapy*. 2012. 100 hal.
- Kong M, Hong SE. Comparison of survival rates between 3D conformal radiotherapy and intensity-modulated radiotherapy in patients with stage III non-small cell lung cancer. *Onco Targets Ther*. 2016;9:7227–34.
- Lia Dwikuntari, Ana Rima Setijadi H. *External Beam Radiation Therapy Pada Kanker*

- Paru. Berk Ilm Kedokt Duta Wacana. 2017;(April):375–92.
- National G, Pillars H. KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA (KANKER PARU) - Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran. 2017;
- Presentation G. Small Cell Lung Cancer (SCLC). 2011;352:323–8.
- R. Susworo., Kodrat H. Susworo R, Kodrat H. Dasar-dasar radioterapi tata laksana radioterapi penyakit kanker. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). 2017.
- Rehani MM. 3D Radiation Treatment Planning and Execution. 2011;557–61.
- Rehani MM. Intensity-Modulated Radiation Therapy and Volumetric-Modulated Arc Therapy for Lung Cancer. 2012;557–61.
- Rehani MM. Combined Radiotherapy and Chemotherapy. 2011;557–61.
- Rehani MM. Lung Cancer Surgery. 2011;557–61.
- Rehani MM. Pathology of Lung Cancer. 2011;557–61.
- Rosenzweig KE, Dladla N, Schindelheim R, Sim SE, Braban LE, Venkatraman ES, et al. Three-dimensional conformal radiation therapy (3D-CRT) for early-stage non-small-cell lung cancer. Clin Lung Cancer [Internet]. 2001;3(2):141–4. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.3816/CLC.2001.n.025>
- Stone AM, Mikucki-Enyart S, Middleton A, Caughlin JP, Brown LE. Small Cell Lung Cancer Erica. Qual Health Res. 2012;22(7):957–70.
- Sudarman. struktur-dan-fungsi-paru-paru [Internet]. <http://artikeltop.xyz>. 2016. Available from: <http://artikeltop.xyz/struktur-dan-fungsi-paru-paru.html>.
- Verma RK, Ibrahim M, Garcia-Contreras L. Lung anatomy and physiology and their implications for pulmonary drug delivery. Pulm Drug Deliv Adv Challenges. 2015;1–18.
- Vieira B, Demirtas D, Van De Kamer JB, Hans EW, Van Harten W. Improving workflow control in radiotherapy using discrete-event simulation. BMC Med Inform Decis Mak. 24 Oktober 2019;19(1).
- Zamrodah Y. Wolters Kluwer 2015 Full-Year Report. 2016;15(2):1–23.