

Teknik Penyinaran Kanker Nasofaring dengan Metode Vmat *Full Arc* Menggunakan Linac Varian *Clinac* Ix-sn4740 di Departemen Radioterapi MRCCC Siloam Jakarta

Eka Putra Syarif Hidayat, Gando Sari, Yogi Imam Maulana, Atika Dianalestari Suwito
Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II
Hang Jebat III/F-3 Jakarta 12120

Info Artikel	Abstract
<p>TanggalMasuk: Masuk Mar 5, 2022 Direvisi Mar 19, 2022 Diterima Mar 21, 2022</p>	<p>This research aims to describe and evaluate the examination procedure, the technique of nasopharynx cancer radiation with VMAT Full Arc Method using linac Varian Clinac IX-SN4740. The design of this research is a qualitative descriptive through such an observation or site observation. Profoundly, this research is undertaken in the department of radiotherapy MRCCC Siloam Jakarta starting from February to June 2017. As for the population used herein are the patients suffering from cancer of the nasopharynx who are undergoing such a radiation using the method of VMAT Full Arc with the number of samples in this research as many as 3 people in conformity with the inclusion criteria in the research. The results of this research can be concluded that the procedure of technique of radiation of nasopharynx cancer with the Full Arc VMAT method undertaken shall cover the description of the procedures of the patient preparation, preparation of tools and materials used during the process of irradiation, the irradiation simulation process in CT-Simulator, irradiation planning process at the Treatment Planning System (TPS), the verification process of irradiation with On Board Imager (OBI) and last process of irradiation of the patient with Linac.</p>
<p>Keywords: Nasopharynx Cancer VMAT Full Arc LINAC Radiation Procedures</p>	
<p>Kata Kunci: Kanker Nasofaring VMAT Full Arc LINAC Prosedur Penyinaran</p>	<p>Abstrak</p> <p>Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan mengevaluasi prosedur, teknik penyinaran kanker nasofaring dengan metode VMAT <i>Full Arc</i> menggunakan LINAC Varian <i>Clinac</i> IX-SN4740. Desain penelitian ini adalah kualitatif deskriptif yang berupa pengamatan atau observasi lapangan. Penelitian ini dilakukan di Departemen Radioterapi MRCCC Siloam Jakarta pada bulan Februari sampai dengan bulan Juni 2017. Dengan populasi penelitian adalah pasien penderita kanker nasofaring yang menjalani radiasi dengan menggunakan metode VMAT <i>Full Arc</i> dengan jumlah sampel pada penelitian ini sebanyak 3 orang sesuai dengan kriteria inklusi dalam penelitian. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa prosedur teknik penyinaran kanker nasofaring dengan metode VMAT <i>Full Arc</i> yang dilakukan meliputi prosedur persiapan pasien, persiapan alat dan bahan yang digunakan selama proses radiasi, proses simulasi penyinaran di CT-Simulator, proses perencanaan penyinaran di <i>Treatment Planning System</i> (TPS), proses verifikasi penyinaran dengan <i>On Board Imager</i> (OBI) dan terakhir proses penyinaran pasien dengan <i>Linac</i>.</p>
<p>PenulisKorespondensi: Eka Putra Syarif Hidayat Ekaputrasyarifhidayat@poltekkesjkt2.ac.id Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II ang Jebat III/F-3 Jakarta 12120</p>	<p>This work is an open-access article and licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License(CC BY-SA 4.0).</p>



I. PENDAHULUAN

Nasofaring terletak dibelakang rongga hidung yang berbentuk seperti kubus, terdapat diatas tepi bebas palatum molle dengan diameter *anterior-posterior* 2-4 cm, lebar 4 cm yang berhubungan dengan rongga hidung dan telinga tengah melalui koana dan *tuba eustachius*. Dimana dasar tengkorak membentuk atap nasofaring, berfungsi untuk tempat keluar dan masuknya pembuluh darah saraf dan otak.(Asroel, 2002)

Kanker nasofaring dilihat dari sudut epidemiologi dan etiologi merupakan suatu tumor yang sangat menarik. Kanker nasofaring pertama kali dilaporkan oleh Regaud dan Schmincke pada tahun 1921.(Adham *et al.*, 2009) Menarik untuk dicatat bahwa kanker nasofaring dipengaruhi oleh faktor geografis.(Susworo, 2007)Di Eropa dan Amerika Serikat tumor ini jarang terdapat, dengan frekuensi-morbiditas terhadap jumlah total tumor maligna kurang dari 0,5%. Di Cina frekuensi ini kebanyakan lebih dari 10% dan didistrik Kwanmung di Cina Selatan bahkan hampir 50%. Di Asia Tenggara terdapat perbedaan frekuensi yang besar yang bergantung pada tempat tinggal.(Ferlay, 2012; Hardiati, R. H., Nabila, C., & Milenia, U. N., 2022)

Kanker nasofaring (KNF) adalah keganasan pada epitel nasofaring dan termasuk jenis kanker dengan frekuensi kejadian yang cukup tinggi, terutama di Asia, dan memiliki potensi kuratif dengan pengobatan radioterapi.(Indonesian and Oncology, 2014; Kuswandi, A., Kuswandi, N. H., Kasim, M., & Wulandari, M., 2020). Keganasan ini berhubungan dengan infeksi EBV (*Epstein Barr Virus*) karena titer anti EBV yang lebih tinggi didapatkan pada hampir semua pasien. Kaitan antara virus Epstein Barr dan konsumsi ikan asin dikatakan sebagai penyebab utama timbulnya penyakit ini. Virus tersebut dapat masuk ke dalam tubuh dan tetap tinggal disana tanpa menyebabkan suatu kelainan dalam jangka waktu yang lama.(Susworo, 2007; Firdaus and Prijadi, 2009; Indonesian and Oncology, 2014)

Meningkatnya angka kasus kejadian kanker nasofaring terjadi pada usia 40 sampai 50 tahun, tetapi dapat juga terjadi pada anak-anak dan usia remaja. Angka perbandingan (rasio) laki-laki dan perempuan pada kanker nasofaring adalah 2:1.(Firdaus and Prijadi, 2009) Penentuan stadium Tumor Nodul Metastasis (TNM) berdasarkan yang terbaru berdasarkan atas kesepakatan antara *American Joint Committee on Cancer*, Edisi 7, 2010.(Murat Beyzaddeoglu, Gokhan Ozyigit, 2010; NCCN, 2015)

Radioterapi adalah metode pengobatan penyakit-penyakit maligna dengan menggunakan sinar pengion, bertujuan untuk mematikan sel-sel tumor sebanyak mungkin dan memelihara jaringan sehat disekitar agar tidak menderita kerusakan terlalu berat.(Asroel, 2002; Susworo, 2007) Sampai saat ini radioterapi masih memegang peranan penting dalam penatalaksanaan KNF.(Adham *et al.*, 2009; Firdaus and Prijadi, 2009; NCCN, 2015)Modalitas utama untuk KNF adalah radioterapi dengan atau tanpa kemoterapi. Kanker nasofaring bersifat radioresponsif sehingga radioterapi tetap merupakan terapi terpenting. Jumlah radiasi untuk keberhasilan melakukan radioterapi adalah 5.000 sampai 7.000 cGy(Firdaus and Prijadi, 2009). Radioterapi terutama digunakan untuk terapi tumor ganas.(Sukardja, 2000) Pengobatan dengan terapi radiasi ini bisa dilakuka dengan cara radiasi eksterna (*teleterapi*), brakhiterapi dengan kombinasi keduanya. (Asroel, 2002; Susworo, 2007; Santoso, B. S., Surarso, B., Kentjono, W. A., & Kepala, B., 2009)

Terdapat beberapa teknik radiasi eksterna, baik teknik konvensional maupun modern seperti *3Dimensional Radiation Therapy* (3DCRT), *Intensity Modulated Radiation Theraphy* (IMRT) dan *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT) atau *RapidArc*® yang dilengkapi dengan modalitas *Multi Leaf Collimator* (MLC) merupakan lembaran timbal (Pb) yang berfungsi untuk pengganti blok individual untuk mengatur pendistribusian dosis terhadap organ target dan membentuk lapangan radiasi.(Ke Sheng, 2006) *Intensity Modulated Radiotherapy* (IMRT) adalah cara baru untuk mengobati kanker dengan radioterapi. Teknik ini memungkinkan penyinaran untuk menghindarkan lebih banyak sel-sel sehat pasien dari efek radiasi pada saat yang sama sebagai pendistribusian dosis terhadap kanker.(Williams, 2015) bentuk balok penyinaran radioterapi memungkinkan pemberisan dosis yang berbeda keberbagai daerah yang disinari.(Radiographers, 2015) Pada teknik ini pendistribusian dosis dilakukan menggunakan *Multi Leaf Collimator* (MLC) sebagai pembentuk lapangan dan membatasi radiasi sekitar jaringan sehat.(Arno J. Mundt, 2005; Cherry, 2009; Nrig and Report, 2009)

Perkembangan teknik radiasi bertujuan untuk memberikan dosis radiasi maksimal pada tumor, namun minimal pada jaringan sehat disekitar tumor, sehingga efek samping menjadi minimal(Susworo, 2007). Pengobatan kanker nasofaring dengan radiasi eksterna ditujukan untuk kontrol lokoregional tumor (Fitriatuzzakiyyah, N., Sinuraya, R. K., & Puspitasari, I. M., 2017).

Permasalahan khusus yang ada pada kasus tersebut adalah teknik penyinaran kanker nasofaring bisa menggunakan dengan teknik IMRT dan VMAT *Full Arc*. Dimana teknik IMRT memungkinkan penyinaran untuk menghindarkan lebih banyak sel-sel sehat pasien dari efek radiasi pada saat yang sama sebagai pendistribusian dosis terhadap kanker dilakukan menggunakan *Multi Leaf Collimator* (MLC).(Arno J. Mundt, 2005) Sehingga pemberian radiasi eksterna mencakup seluruh clinical target *volume* (CTV) dari berbagai lapang pandang secara akurat.(Susworo, 2007) Sedangkan VMAT atau *RapidArc*® adalah teknik pengembangan dari teknik IMRT dimana MLC dan *gantry* melakukan pergerakan selama pendistribusian dosis saat mengelilingi pasien perputaran 360° (*Full Arc*). (Cherry, 2009; Sharfo *et al.*, 2015).

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Departemen Radioterapi MRCCC Siloam Jakarta, menggunakan 3 pasien dengan pengambilan data primer. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, yaitu pengambilan data dimana peneliti melakukan pengamatan secara langsung dan mencatat hasil penelitian pada lembar kerja yang berhubungan dengan penelitian.

Alat yang digunakan untuk melakukan penyinaran radiasi pada kasus kanker nasofaring di rumah sakit MRCCC Siloam Jakarta adalah perangkat pesawat *Linac (linear accelerator)* Varian *Clinac IX-SN 4740*. Perangkat pesawat Philips Brilliance Bigbore 16 CT *Simulator*, perangkat komputer *Treatment Planning System (TPS)* DELL Varian Medical System Made In USA dengan system operasi Eclipse 10 *Inverse Planning Oncology System series External Beam Planning 13.6.30. Lock-Bar*, Masker *Head and Neck, Water Bath*, Bantal Fiksasi, *Head and Neck Base Plate*, Traksi, *Micropore*, Spidol permanent 2 warna biru dan merah.

Adapun cara observasi penelitian teknik penyinaran kanker nasofaring yang diteliti oleh peneliti meliputi prosedur pendaftaran dan pemeriksaan pasien di bagian poliklinik radioterapi, prosedur simulasi penyinaran di CT *Simulator*, prosedur perencanaan penyinaran di ruangan *Treatment Planning System (TPS)*, prosedur verifikasi penyinaran dan proses penyinaran di hari pertama radiasi serta hal-hal yang dilakukan setelah proses penyinaran.

III. HASIL & PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan secara langsung oleh peneliti terhadap prosedur yang dilakukan terhadap teknik penyinaran kanker nasofaring dengan metode VMAT *Full Arc* menggunakan Linac Varian *Clinac IX-SN4740*. Pertama sekali dilakukan observasi dibagian poliklinik radioterapi, adapun persiapan pasien sebelum dilakukannya teknik penyinaran adalah pasien atau keluarga datang ke meja administrasi poliklinik radioterapi dengan membawa surat pengantar atau rujukan dari dokter onkologi dari RS internal maupun eksternal. Serta pasien membawa data penunjang antara lain hasil Patologi Anatomi (PA), hasil laboratorium, hasil biopsi, hasil diagnostik (CT *Scan*, MRI, *Bone Scan*, USG) dan PET *Scan*.

Kemudian pasien melakukan registrasi administrasi dan melakukan pengisian formulir registrasi pasien baru atau pasien lama dan penjadwalan pasien untuk berkonsultasi dengan dokter spesialis onkologi radiasi. Pasien berkonsultasi dengan dokter onkologi radiasi di ruangan poliklinik radioterapi, dokter melakukan pemeriksaan umum terhadap pasien, pemeriksaan keluhan pasien, pemeriksaan kasus penyinaran radiasi, menentukan perlu tidaknya radiasi, tujuan radiasi, penjelasan metode radiasi, lokasi penyinaran, dosis total radiasi dan fraksinasi. Pasien juga dijelaskan perincian biaya radiasi. Jika setuju maka pasien mengisi surat persetujuan tindakan/*informed consent* radioterapi.

Setelah melakukan konsultasi pasien kembali ke petugas administrasi poliklinik radioterapi melakukan kembali penjelasan biaya kepada pasien jika diperlukan. Petugas administrasi poliklinik radioterapi memberikan surat perjanjian tindakan oleh dokter untuk dilakukannya proses simulasi penyinaran dan penyinaran radiasi di ruangan *Linac*.

Setelah pemeriksaan terhadap pasien kemudian dilakukan simulasi penyinaran di CT *Simulator*. Adapun proses pasien di ruangan CT Simulator adalah pasien datang ke meja administrasi radioterapi untuk konfirmasi proses CT *Simulator*. Lembar tindakan diterima oleh petugas radioterapis, kemudian melakukan wawancara dan identifikasi pasien. Pasien ganti baju dengan baju pasien yang telah disediakan oleh petugas.

Di ruangan pasien diposisikan AP *Supine head first* diatas meja pemeriksaan CT *Simulator*, dengan kepala berada diatas bantal putih dan tangan disamping badan memegang traksi, sambil memberitahu mengenai prosedur simulasi penyinaran. Selanjutnya petugas merebus masker ke dalam *water bath*. Petugas menentukan titik *reference point* dengan *moving laser* terhadap pasien sesuai dengan organ target. Setelah masker lunak, masker langsung dibentuk hingga sesuai dengan bentuk wajah dan leher tempat target yang akan disinari, masker dikeringkan dengan handuk yang tersedia. Beri tanda dengan *micropore* dan spidol pada 3 titik referensi laser yang ada pada masker, dan juga diberi titik timbal sebagai acuan petugas fisika medis di TPS pada saat pergeseran lapangan. Pasien dimasukkan kedalam gantri CT *Scan*, dimana tanda referensi pada masker disesuaikan dengan laser yang ada pada pesawat CT *Simulator*. Lakukan proses *scanning* atur *topogram* dan *slice thickness scanning*. Setelah *discan*, posisi dan wajah pasien didokumentasikan dengan kamera. Pasien diperbolehkan pulang dan kembali lagi untuk sinar sesuai jadwal yang telah ditentukan dalam lembar kartu perjanjian.

Petugas mengisi lembar *CT Planing Intruction* menuliskan data alat dan bahan yang digunakan selama proses simulasi penyinaran. Setelah itu data hasil scanning pasien CT *Simulator* dikirim ke TPS via Dicom. Semua data *set up* simulasi penyinaran, jadwal penyinaran pasien, dokumentasi posisi serta wajah pasien dimasukkan kedalam komputer ARIA oleh petugas radioterapis.

Adapun prosedur di ruangan TPS dalam perencanaan penyinaran dilakukan oleh dokter onkologi radiasi dan fisika medis. tahapan dalam perencanaan penyinaran dengan metode VMAT *Full Arc* pertama sekali dilakukan pengkonturan organ target tumor serta OAR oleh dokter onkologi radiasi.

Pembuatan perencanaan (*beam data*) prinsipnya sama dengan IMRT (*inverse planning*), dimana pemberian dosis terlebih dahulu kemudian di optimisasi, setelah di optimisasi terjadi penyesuaian pergerakan MLC secara komputer. Setelah di penggambaran, fisika medis melakukan proses pemasukan data *beam* yaitu *dose constraint*, input faktor *couch*, energi yang digunakan 6 MV, luas lapangan penyinaran, penamaan teknik penyinaran, *beam isocentre*, sudut *gantry*, sudut *collimator*, dan pemasukan jumlah dosis serta jumlah fraksinya.

Semuanya dilakukan dilakukan penghitungan dosis secara komputerisasi melalui proses optimisasi yaitu proses penghitungan pendistribusian dosis oleh komputer dilihat dari pergerakan MLC dan MU sehingga pendistribusian dosisnya tercapai dengan maksimal. Kemudian pilih dan atur dosis yang mau diberi di setiap OAR dan *Planning Target Volume* (PTV) sehingga muncul DVH dan kemudian DVH dapat diprogres. Komputer mengatur perputaran *gantry* dan *Multi Leaf Collimator* (MLC). *Apply* dan terjadi *calculation progress* yaitu penghitungan dosis di setiap perputaran *gantry*, penghitungan dosis dilihat kurva DVH. Data dicek dan pas kemudian dikirim ke *Linac* melalui program ARIA sebagai patokan dalam penyinaran pertama terhadap pasien. Kemudian lembaran data-data perencanaan penyinaran di *print out* untuk berkas di buku rekam medis pasien adalah *Treatment Plan Report, Cumulative Dose Volume Histogram, Plan Prescription, Isodosis Curve, Reference Point*.

Proses penyinaran dihari pertama pasien datang sesuai jadwal yang telah ditetapkan sebelumnya dan terlebih dahulu melakukan konfirmasi meja administrasi kepada petugas. Petugas radioterapis mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan selama penyinaran. Instruksikan pasien memasuki ruangan pemeriksaan dan posisikan AP *supine*, dengan kepala di atas bantal dan tangan disamping tubuh sambil memegang traksi. Atur meja pemeriksaan (*couch*) sesuai dengan *reference point* yang telah ditandai pada saat CT *Simulator* di tubuh pasien. Setelah pengaturan meja selesai maka pasien dipasangkan masker dan atur titik *referensi point* sesuai masker pasien yang dibuat saat di CT *Simulator* dengan laser 3 point.

Fisika medis melakukan penghitungan pergeseran meja pemeriksaan sesuai dengan data TPS. Pergeseran meja oleh radioterapis sesuai dengan penghitungan fisika medis, kemudian dilakukan pengecekan SSD. Intruksikan pasien agar tidak bergerak selama penyinaran dan penutupan pintu ruangan pemeriksaan.

Sebelum dilakukannya penyinaran petugas radioterapis dan fisika medis terlebih dahulu melakukan verifikasi penyinaran terhadap pasien dengan menggunakan *On Board Imager* (OBI) dengan target awal *planning* dalam gambaran AP dan Lateral. Verifikasi untuk mendeteksi *treatment delivery error*, mengevaluasi batas perencanaan radiasi disekitar organ *target*, dan untuk radiasi hari pertama, verifikasi dilakukan untuk menetapkan lapangan permanent pada *Linac* sebagai acuan posisi *isocenter beam* penyinaran hari selanjutnya.

Setelah proses verifikasi selesai dilanjutkan penyinaran radiasi dengan pengiriman dosis radiasi yang diberikan kepada pasien dengan pesawat *Linac*. Dosis radiasi yang diberikan sesuai dengan data *planning* yang dikirim dari TPS. Untuk penyinaran kanker nasofaring menggunakan metode VMAT *Full Arc* diperlukannya proses verifikasi dilakukan setiap hari dan minimal sekali dalam 2 hari dengan toleransi pergeseran meja 3mm, disebabkan karena diperlukan ketepatan pemberian dosis radiasi secara geometri yang harus didukung dengan teknik *set up* pasien dan verifikasi penyinaran yang benar.

Dalam proses verifikasi penyinaran ada beberapa faktor yang menyebabkan ketidaktepatan posisi target di *Linac* dengan posisi pada saat simulasi, adapun faktor-faktornya adalah *set-up* pasien yang kurang tepat, pergerakan pasien saat penyinaran, dan kesalahan fisika medis dalam menghitung pergeseran meja dilembar *isocentere verification on treatment machine*.

Setelah dilakukannya proses penyinaran radiasi, petugas menggambar posisi *isocenter beam* yang didapat dari hasil verifikasi untuk dijadikan acuan *set up* posisi pasien pada penyinaran hari selanjutnya dengan *micropore* dan spidol berwarna merah. Pasien diturunkan dari meja pemeriksaan, petugas memberikan kartu kunjungan radiasi, memberikan edukasi kembali kepada pasien, memberitahukan efek radiasi kemungkinan yang terjadi, edukasi kesehatan, memberitahukan melakukan pemeriksaan darah tepi (*leukosit, trombosit dan hemoglobin*) setelah 5 kali penyinaran dan konsultasi ke dokter onkologi radiasi selama proses radiasi berlangsung. Adapun batas toleransi dari pemeriksaan darah tepi pasien *Hemoglobin* 10,0 *leukosit* 2,8M dan *trombosit* 85K. Apabila kadar *Hemoglobin* (Hb) <10 maka penyinaran harus dihentikan sementara sampai Hb nya normal. Untuk mengembalikan kadar Hb ke normal biasanya pasien mengkonsumsi makanan yang mengandung gizi tinggi hingga Hb nya normal, bisa juga dengan cara transfusi darah.

IV. KESIMPULAN

Adapun prosedur teknik penyinaran kanker nasofaring dengan metode VMAT *Full Arc* menggunakan *LINAC* Varian *Clinac* IX-SN4740 yang dilakukan meliputi prosedur persiapan pasien, persiapan alat dan bahan yang digunakan, proses simulasi penyinaran di CT *Simulator*, proses perencanaan penyinaran di ruangan TPS, proses penyinaran dan verifikasi penyinaran di ruangan *Linac*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adham, M., Andriastuti, M., Ukhrowiyah, Y. and Cina, A. Di (2009) 'Diagnosis dan penatalaksanaan karsinoma nasofaring pada anak', *Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia Rumah*, pp. 1-14.
- Arno J. Mundt, J. C. R. (2005) *Intensity Modulated Radiation Therapy: A Clinical Perspective*. volume 1. Hamilton, London.

- Asroel, H. A. (2002) 'Penatalaksanaan Radioterapi Pada Karsinoma Nasofaring', *Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara*, pp. 1–12.
- Cherry, P. A. D. (2009) *Practical Radiotherapy Physics and Equipment*. 2nd edn. London.
- Ferlay, J. (2012) 'Cancer Incidence And Mortality Worldwide: Sources, Methods And Major Patterns In Globocan', *Int. J. Cancer*, p. 136.
- Firdaus, M. A. and Prijadi, J. (2009) 'Kemoterapi Neoadjuvan pada Karsinoma Nasofaring', *Fakultas Kedokteran Universitas Andalas*, pp. 1–11.
- Indonesian, T. and Oncology, R. (2014) *Brakhiterapi Nasofaring, Radioterapi & Onkologi Indonesia*.
- Ke Sheng, P. D. et. a. (2006) 'Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT) Dosimetry Of The Head And Neck : A Comparison Of Treatment Plans Using Linear Accelerator – Based Imrt And Helical Tomotherapy', *Int. J. Radiation Oncology*, 65(3), pp. 917–923.
- Murat Beyzaddeoglu, Gokhan Ozyigit, C. E. (2010) *Basic Radiation Oncology*. Turkey. doi: 978-3-642-11665-0.
- NCCN (2015) 'Head and Neck Cancers', *NCCN Guidelines*, version1, pp. 1–99.
- Nrig, A. and Report, T. (2009) 'Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT) A Guide for Commissioners', *National Cancer Action Team*, (November), pp. 1–13.
- Radiographers, S. A. C. (2015) 'Radiotherapy Board - Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT) in the UK', *Clinical Oncology*, pp. 1–42.
- Sharfo, A. W. M., Voet, P. W. J., Breedveld, S., Mens, J. W. M., Hoogeman, M. S. and Heijmen, B. J. M. (2015) 'Comparison of VMAT and IMRT Strategies For Cervical Cancer Patients Using Automated Planning', *Radiotherapy and Oncology*. Elsevier Ireland Ltd, 114(3), pp. 395–401.
- Sukardja, I. D. G. (2000) *Onkologi Klinik*. 2nd edn. Surabaya: Airlangga University.
- Susworo, R. (2007) *Radioterapi Dasar-Dasar Radioterapi Tata Laksana Radioterapi Penyakit Kanker*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Williams, M. (2015) 'Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT): a guide for patients', *University College London Hospitals*, 55.
- Kuswandi, A., Kuswandi, N. H., Kasim, M., & Wulandari, M. (2020). Karakteristik Histopatologi dan Stadium Klinis Kanker Nasofaring. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 9(1), 243-251.
- Hardiati, R. H., Nabila, C., & Milenia, U. N. (2022). Klasifikasi, Faktor Risiko, Tatalaksana dan Komplikasi Kanker Nasofaring. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 22(1), 304-307.
- Santoso, B. S., Surarso, B., Kentjono, W. A., & Kepala, B. (2009). Radioterapi Pada Karsinoma Nasofaring. *THT KL*, 2(3), 134-141.
- Fitriatuzzakiyyah, N., Sinuraya, R. K., & Puspitasari, I. M. (2017). Terapi kanker dengan radiasi: konsep dasar radioterapi dan perkembangannya di Indonesia. *Jurnal Farmasi Klinik Indonesia*, 6(4), 311-320.