

ANALISIS VERIFIKASI GEOMETRI LAPANGAN PENYINARAN PESAWAT LINAC PADA KASUS KNF

Rizka Ayuningrum^{1*}, Putu Ayu Kartyaprawati², I Putu Eka Juliantara³

AKTEK Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali^{1,2,3}

*Corresponding Author : rizkayuningrum69@gmail.com

ABSTRAK

Teknik VMAT pada penyinaran KNF perlu dilakukan verifikasi geometri sebelum dilakukan penyinaran. *Verifikasi geometri* bertujuan untuk memeriksa bahwa presisi geometri dari suatu perawatan berada dalam batas toleransi yang ditetapkan. Verifikasi dilakukan kepada pasien sebelum dilakukan terapi radiasi pada 5 fraksi pertama dan diikuti 5 fraksi berikutnya, dengan batas toleransi 3mm. Pada RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung verifikasi geometri dilakukan hanya sekali sebelum dilakukan penyinaran pada pasien. Tujuan dari penelitian ini untuk melihat berapa besar pergeseran yang terjadi dan apakah melebihi batas toleransi yang sudah ditentukan. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif yang dilakukan melalui observasi dan dokumentasi. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Agustus 2024 di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung. Data dikumpulkan melalui pencarian data retro verifikasi geometri pertama, serta observasi verifikasi kedua pada fraksi ke-16. Analisis data dilakukan dengan membuat tabel kategorisasi dan mencari nilai rata – rata pergeseran menggunakan excel. Pada hasil penelitian ini terdapat nilai pergeseran pada sumbu X 0,29 sedangkan sumbu Y 0,22 dan sumbu Z 0,25. Nilai terbesar pergeseran yaitu pada sumbu X dengan nilai 0,29 dan tidak melebihi batas toleransi yaitu 3mm. Pergeseran ini dipengaruhi oleh faktor seperti penurunan berat badan dan perubahan ukuran tumor yang mempengaruhi fiksasi masker termoplastik.

Kata kunci : KNF, pergeseran, verifikasi geometri

ABSTRACT

VMAT technique in KNF irradiation requires geometric verification before irradiation. Geometric verification aims to check that the geometric precision of a treatment is within the specified tolerance limit. Verification is carried out on patients before radiation therapy in the first 5 fractions and followed by the next 5 fractions, with a tolerance limit of 3mm. At Dr. Hasan Sadikin Hospital, Bandung, geometric verification is carried out only once before irradiation is carried out on patients. The purpose of this study was to see how much shifting occurred and whether it exceeded the specified tolerance limit. This study is a descriptive quantitative study conducted through observation and documentation. Data collection was carried out in August 2024 at Dr. Hasan Sadikin Hospital, Bandung. Data were collected through the first geometric verification retro data search, as well as the second verification observation in the 16 fraction. Data analysis was carried out by creating a categorization table and finding the average shifting value using excel. In the results of this study, there was a shifting value on the X axis of 0.29 while the Y axis was 0.22 and the Z axis was 0.25. The largest value of the shift is on the X axis with a value of 0.29 and does not exceed the tolerance limit of 3mm. This shifting is influenced by factors such as weight loss and changes in tumor size that affect the fixation of the thermoplastic mask.

Keywords : KNF, shifting, geometry verification

PENDAHULUAN

Kanker Nasofaring merupakan keganasan yang muncul pada daerah nasofaring, KNF merupakan keganasan yang memiliki karakteristik epidemiologi yang unik, dengan insiden yang bervariasi sesuai ras (Kemenkes RI, 2019). Kanker nasofaring timbul dari *epitel nasofaring*, biasanya terdapat pada *fossa rosenmuller* dan dapat menyebar ke organ anatomi yang berdekatan (Harning Efranto & Handoko, 2021). Gejala kanker nasofaring dibagi menjadi empat kelompok yaitu gejala gangguan pendengaran, hidung tersumbat, dan kelenjar *limfe*

membesar (Fadhila Khoirunnisa, 2021). Pada tahun 2020 kanker nasofaring merupakan jenis keganasan yang sering terjadi pada area kepala dan leher sehingga menempati peringkat ke 5 dengan 19.943 kasus kanker nasofaring di Indonesia. Penanganan kanker nasofaring kini dengan dilakukannya radioterapi, radioterapi menjadi metode pilihan utama. Metode ini bisa diterapkan secara tunggal atau berkombinasi dengan kemoterapi (Wulandari et al., 2024).

Radioterapi merupakan teknologi yang berkembang sehingga menghasilkan suatu metode pengobatan yang akurat dan lebih cepat dengan dampak samping yang lebih minimal, radioterapi merupakan terapi alternatif untuk mengatasi keganasan kanker, terapi ini menggunakan radiasi ionisasi mematikan dan menghambat pertumbuhan sel kanker (Vinod & Hau, 2020). Terapi kanker nasofaring menggunakan radioterapi, dimana sinar *ionisasi* digunakan untuk mematikan semua sel kanker yang ada di daerah nasofaring dan metastasis (George et al., 2021). Efek penyinaran radioterapi pada kanker nasofaring dapat berupa *xerostomia* dan menurunnya berat badan (Fitriatuzzakiyyah et al., 2017). Berkat kemajuan teknologi yang terus berlanjut, pengobatan kanker nasofaring sekarang dapat memanfaatkan teknologi terbaru yang telah dikembangkan juga teknik VMAT pada radioterapi kanker nasofaring. Teknik ini adalah teknik yang berkembang dari teknik IMRT yaitu MLC (*Multi Leaf Colimator*) dan *gantry* yang bergerak saat dosis disalurkan di sekitar pasien 360° (Emy Dwi Puspitasari et al., 2019).

Teknik VMAT (*Volumetric Modulated Arc Therapy*) pemberian fraksi dosis diberikan secara berlanjut pada saat *gantry* mengelilingi pasien, teknik ini memiliki keuntungan yaitu distribusi dosis dan *homogenitas* seperti IMRT serta waktu terapi dan MU (*Monitor Unit*) lebih sedikit dan juga dosis yang diterima dapat diminimalkan pada *organ at risk* (OAR) sehingga dapat mengurangi efek samping radiasi (Muh Arif Hidayatullah et al., 2019). Teknologi radioterapi dapat meningkatkan proses verifikasi geometri secara lebih efisien. Ketika terdapat ketidaksesuaian geometri dalam radioterapi *eksternal*, berbagai alat telah dikembangkan untuk memverifikasi akurasi penyinaran dan memastikan target radiasi sesuai perencanaan. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa penyinaran yang diberikan tepat sasaran. Ketidaksesuaian ini bisa timbul dari faktor pasien, teknik perencanaan dan pelaksanaan radioterapi (Soesilo Wibowo et al., 2021).

Verifikasi geometri bertujuan untuk memeriksa bahwa presisi geometri dari suatu perawatan berada dalam batas toleransi yang ditetapkan (Li HH, 2015). Verifikasi dilakukan kepada pasien sebelum dilakukan terapi radiasi. Teknik penyinaran VMAT perlu dilakukan verifikasi di 5 fraksi pertama dan diikuti 5 fraksi berikutnya. Verifikasi geometri dilakukan setiap seminggu sekali atau setelah fraksi ke-5 dengan tingkat toleransi yaitu 3 mm (Kementrian Kesehatan RI, 2017). Batas toleransi pergeseran geometri sesuai standar ICRU yaitu 3 mm (Feng et al., 2020). Pada RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung penyinaran pada kanker nasofaring (KNF) dilakukan dengan teknik VMAT, di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung kasus kanker nasofaring dapat mencapai 18 pasien setiap bulannya. Sebelum dilakukan penyinaran pada kanker nasofaring (KNF) perlu dilakukannya proses verifikasi untuk memastikan pergeseran geometri masih dalam batas toleransi. Proses verifikasi geometri pada RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung dilakukan sebelum fraksi pertama saja.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui berapa besar pergeseran yang terjadi pada proses verifikasi geometri dan bagaimana proses verifikasi geometri pada rumah sakit.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif deskriptif, peneliti melakukan observasi, dan dokumentasi. Waktu pengambilan data dilakukan pada bulan Agustus 2024 di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung. Populasi pada penelitian ini adalah pasien kanker nasofaring yang dilakukan verifikasi geometri dan jumlah sampel yang digunakan yaitu

10 pasien kanker nasofaring dengan teknik penyinaran VMAT. Tahapan pengumpulan data dengan cara mencari data retro verifikasi geometri pertama dan melakukan observasi pada pasien yang akan dilakukan verifikasi ke-2 pada fraksi ke-16. Analisis data dilakukan dengan membuat tabel kategorisasi sesuai hasil observasi, kemudian dilakukan perhitungan berapa pergeseran yang terjadi pada verifikasi geometri menggunakan SPSS ataupun Excel apakah melebihi batas toleransi yaitu 3 mm.

HASIL

Prosedur Verifikasi Geometri

Persiapan alat dan bahan pada prosedur verifikasi geometri di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung yaitu Pesawat *Linac Synergy*, komputer elekta, masker *thermoplastik* kepala dan leher, base board, bantal fiksasi, spidol dan skin marker. Pada penelitian ini prosedur verifikasi geometri pada RSUP dr. Hasan Sadikin Bandung dilakukan dua kali yaitu verifikasi ke-2 dilakukan di fraksi ke-16 dikarenakan menurut penelitian Serly Olivia Natalia Dato et al., 2023 pada minggu ke tiga atau penyinaran diatas fraksi ke-10 terjadi penurunan berat badan pada pasien, dari berat badan pasien yang menurun bisa menyebabkan masker *thermoplastik* pada pasien longgar sehingga titik *isocenter* pada masker pasien tidak sesuai dengan target tumor.



Gambar 1. Data Retro Verifikasi Ke-1

Pada verifikasi ke-2 peneliti melakukan observasi yaitu dilakukan verifikasi ke-2 pada fraksi ke-16. Prosedur verifikasi geometri tidak ada persiapan khusus, hanya melepas benda logam di area yang akan dilakukan penyinaran. Memanggil pasien sesuai dengan urutan kartu pemeriksaan pasien, sebelum dilakukan verifikasi perlu dilakukan edukasi terhadap pasien terkait prosedur yang akan dilakukan kepada pasien, pasien diposisikan *supine* diatas meja pemeriksaan *head first* sama seperti posisi pasien sebelumnya, pasang masker *thermoplastik* sesuai nama dan tanggal lahir pasien, dilakukan pergeseran meja dengan titik acuan dari pergeseran verifikasi pertama, setelah dilakukan pengambilan citra dengan teknik CBCT.



Gambar 2. Pencocokan Hasil Citra dan Citra DRR

Pencocokan hasil citra dari teknik verifikasi geometri dengan teknik CBCT dengan citra DRR, jika pergeseran melebihi batas toleransi maka akan dilakukan verifikasi kembali, jika proses verifikasi ke-2 sudah selesai dilanjutkan dengan penyinaran. Dilakukan pemasangan skin marker sesuai dengan pergeseran verifikasi ke-2. Setelah melakukan observasi dan pengambilan data retro, verifikasi geometri pada pasien KNF di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung peneliti melakukan pengambilan data verifikasi pada pasien KNF yang dilakukan 2 kali verifikasi. Data verifikasi pertama peneliti menggunakan data retro. Verifikasi kedua dilakukan pada fraksi ke-16. Berikut tabel data yang diperoleh yang dilakukan pada bulan Agustus 2024 :

Tabel 1. Pergeseran pada Sumbu X

No.	Sampel	Verifikasi		Rerata
		Ke-1	Ke-2	
1	P1	0,6	0,2	0,4
2	P2	0	0,3	0,15
3	P3	0,3	0,3	0,3
4	P4	0	0,2	0,1
5	P5	0,4	0,2	0,3
6	P6	0,2	0,1	0,15
7	P7	0,3	0,2	0,25
8	P8	0,4	0,3	0,35
9	P9	0,7	0,5	0,6
10	P10	0,1	0,5	0,3
Rata - Rata				0,29
Min				0,1
Max				0,6

Pada tabel 1 pergeseran yang terjadi pada sumbu X dengan nilai terkecil terjadi pergeseran 0,1 dan nilai terbesar pergeseran yang terjadi pada sumbu X yaitu 0,6 dengan nilai rata – rata 0,29 tidak melebihi batas toleransi yaitu 3 mm.

Tabel 2. Pergeseran pada Sumbu Y

No.	Sampel	Verifikasi		Rerata
		Ke-1	Ke-2	
1	P1	0,3	0,2	0,25
2	P2	0	0,1	0,05
3	P3	0,1	0,4	0,25
4	P4	0,7	0,1	0,4
5	P5	0,7	0,3	0,5
6	P6	0,1	0,1	0,1
7	P7	0,3	0	0,15
8	P8	0,2	0,3	0,25
9	P9	0,2	0,1	0,15
10	P10	0,2	0,1	0,15
Rata - Rata				0,225
Min				0,05
Max				0,5

Pada tabel 2 pergeseran yang terjadi pada sumbu Y dengan nilai terkecil terjadi pergeseran 0,05 dan nilai terbesar pergeseran yang terjadi pada sumbu X yaitu 0,5 dengan nilai rata – rata 0,22 tidak melebihi batas toleransi yaitu 3 mm.

Tabel 3. Pergeseran Sumbu Z

No.	Sampel	Verifikasi		Rerata
		Ke-1	Ke-2	
1	P1	0	0,3	0,15
2	P2	0	0,1	0,05
3	P3	0	0,3	0,15
4	P4	0,2	0	0,1
5	P5	0,3	0,3	0,3
6	P6	0,3	0,7	0,5
7	P7	0,5	0	0,25
8	P8	0,3	0,2	0,25
9	P9	0,3	0,8	0,55
10	P10	0,4	0,1	0,25
Rata - Rata				0,255
Min				0,05
Max				0,55

Pada tabel 2 pergeseran yang terjadi pada sumbu Z dengan nilai terkecil terjadi pergeseran 0,05 dan nilai terbesar pergeseran yang terjadi pada sumbu X yaitu 0,55 dengan nilai rata – rata 0,25 tidak melebihi batas toleransi yaitu 3 mm.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian verifikasi geometri pada pasien KNF di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung, diperoleh data mengenai pergeseran posisi pasien selama proses radioterapi. Verifikasi geometri dilakukan sebanyak dua kali, data verifikasi pertama diperoleh dari data retro dan data verifikasi kedua dilakukan observasi pada fraksi ke-16 untuk mengamati pergeseran selama pasien dilakukan penyinaran. Pada penelitian Soesilo Wibowo et al., (2021) sebelumnya sudah dilakukan penelitian tentang verifikasi geometri pada pasien KNF proses verifikasi pada penelitian sebelumnya hanya dilakukan sebelum fraksi ke-1 dan sebelum fraksi ke-4. Menurut Lin et al., 2015 pada minggu ke tiga penyinaran atau penyinaran diatas fraksi ke-10 terjadi penurunan berat badan pada pasien, dari berat badan pasien yang menurun bisa menyebabkan masker *thermoplastik* pada pasien longgar sehingga titik *isocenter* pada masker pasien tidak sesuai dengan target tumor.

Menurut penelitian Niati et al., 2023 perlu memberikan edukasi kepada pasien sebelum dilakukan tindakan radioterapi. Berdasarkan hasil observasi proses tindakan radioterapi di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung setiap petugas RTT memberikan edukasi kepada pasien dan meberikan instruksi agar selama penyinaran pasien tidak bergerak dan posisi pasien pasien sesuai dengan saat simulasi. Proses verifikasi geometri merupakan langkah penting dari tindakan radioterapi, verifikasi biasanya dilakukan sebelum penyinaran pada pasien. Ketepatan posisi *isocenter* sangat penting untuk mengoptimalkan dosis radiasi yang diterima oleh tumor dan meminimalkan risiko paparan berlebih pada jaringan sehat. Verifikasi geometri dimulai dengan dilakukan *ct-simulator* terlebih dahulu, pada proses *ct-simulator* dilakukan pencetakan masker 3 point dan memberi tanda titik origin menggunakan vidusial marker. Setelah dilakukan *ct-simulator* data dikirim ke TPS untuk dilakukan penentuan titik *isocenter* oleh fisikawan medis. Dilakukan verifikasi dengan teknik CBCT mencocokkan hasil citra dengan citra DRR.

Berdasarkan data yang diperoleh peneliti data retro pada nilai pergeseran verifikasi pertama dan hasil observasi pada verifikasi kedua yang dilakukan pada fraksi ke-16 pergeseran

pada sumbu X, Y dan Z, data dimasukan pada tabel sesuai kategori dan data yang diperoleh di olah menggunakan excel. Pada Tabel 1, pergeseran yang terjadi pada sumbu X menunjukan variasi nilai pergeseran terkecil yaitu 0,1 dan nilai pergeseran terbesar yaitu 0,6 dengan nilai rata – rata pergeseran pada sumbu X yaitu 0,29. Pergeseran ini masih berada dalam batas toleransi yang di tetapkan yaitu 3mm. Pada Tabel 2, pergeseran sumbu Y dengan nilai terkecil 0,05 dan pergeseran terbesar dengan nilai 0,5 mm dengan nilai rata – rata 0,22. Pergeseran pada sumbu Y dalam batas toleransi yaitu 3mm. Pada Tabel 3, nilai pergeseran terkecil yaitu 0,05 dan nilai pergeseran terbesar yaitu 0,55 dengan nilai rata – rata pergeseran pada sumbu Z yaitu 0,25 nilai pergeseran masih dalam batas toleransi 3mm. Batas toleransi pergeseran geometri yang digunakan pada RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung pada kasus KNF yaitu 2 – 3 mm sudah sesuai dengan teori.

Menurut Hoskin, 2008 dan Kemenkes RI, 2019 proses verifikasi geometri idealnya verifikasi dilakukan setiap 5 kali fraksi, di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung proses verifikasi geometri dilakukan hanya sekali. Akan tetapi jika terjadi perubahan pada kondisi pasien yang mempengaruhi terjadinya pergeseran di fraksi ke-5 atau ke-7 seperti benjolan yang mulai mengecil dan penurunan berat badan pasien yang dapat menyebabkan masker thermoplastik menjadi sangat longgar, akan dilakukan verifikasi kembali atau dilakukan pembuatan masker thermoplastik ulang jika terjadi perubahan ukuran masker secara drastis. Pada data yang diperoleh nilai rata – rata pergeseran pada sumbu X (lateral) 0,29 sedangkan nilai rata – rata pergeseran pada sumbu Y (vertikal) 0,22 dan nilai rata – rata pergeseran pada sumbu Z (longitudinal) 0,25. Nilai pergeseran yang paling besar terjadi pada sumbu X (lateral) yaitu 0,29 tetapi masih dalam batas toleransi yaitu 3mm. Penyebab pergeseran pada verifikasi geometri bisa disebabkan posisi pasien yang kurang sesuai, benjolan mengecil dan penurunan berat badan pasien.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukan bahwa pergeseran posisi pasien pada pasien kanker nasofaring (KNF) di Instalasi Onkologi Radiasi RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung selama radioterapi masih dalam batas toleransi yaitu 3mm, dengan nilai rata – rata pergeseran pada sumbu X sebesar 0,29. Pergeseran yang terjadi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti penurunan berat badan dan perubahan ukuran tumor yang dapat mempengaruhi fiksasi masker thermoplastik. Verifikasi geometri yang dilakukan pada fraksi ke-16 untuk memastikan ketetapan posisi iso center, terutama jika terjadi perubahan anatomi pasien. Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan untuk melakukan verifikasi tambahan jika terjadi perubahan

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada dosen pembimbing yang selalu membimbing dalam proses penulisan jurnal ini, dan juga kepada kedua orang tua yang selalu mendoakan dan mendukung kelancaran penulisan jurnal ini, serta kepada rekan-rekan di RPL ATRO Bali. Ucapan terima kasih juga kepada RSUD Dr. Hasan Sadikin Bandung atas dukungannya dalam menyediakan data dan fasilitas penelitian yang sangat membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Emy Dwi Puspitasari, Yeti Kartikasan, & Suwardi. (2019). Analisis Perbedaan Verifikasi 2D dan CBCT Menggunakan OBI dengan Pesawat LINAC Varian CLINAC IX-SN4740 pada Kanker Nasofaring di Departement Radioterapi MRCCC Siloam Hospital Semanggi. *Poltekes Kemenkes Semarang*.

- Fadhila Khoirunnisa, A. (2021). *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya) 2021 Analisis Distribusi Dosis pada Terapi Proton untuk Karsinoma Nasofaring Menggunakan Perangkat Lunak MCNP6*.
- Feng, C. H., Mell, L. K., Sharabi, A. B., McHale, M., & Mayadev, J. S. (2020). Immunotherapy With Radiotherapy and Chemoradiotherapy for Cervical Cancer. In *Seminars in Radiation Oncology* (Vol. 30, Issue 4, pp. 273–280). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.semradonc.2020.05.003>
- Fitriatuzzakiyyah, N., Sinuraya, R. K., & Puspitasari, I. M. (2017). Cancer Therapy with Radiation: The Basic Concept of Radiotherapy and Its Development in Indonesia. *Indonesian Journal of Clinical Pharmacy*, 6(4), 311–320. <https://doi.org/10.15416/ijcp.2017.6.4.311>
- George, P. M. A., Abdullah, S., & Rachman, A. (2021). Analysis of Hypothyroidism Development in Post-Radiotherapy Nasopharyngeal Cancer Patients using Survival Trees. *Journal of Physics: Conference Series*, 1722(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1722/1/012095>
- Hoskin. (2008). *On target: ensuring geometric accuracy in radiotherapy*.
- Kemenkes RI. (2019). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*.
- Kementrian Kesehatan RI. (2017). Panduan Penatalaksanaan Kanker Nasofaring . *Panduan Penatalaksanaan Kanker Nasofaring* .
- Li HH, R. V. G. O. H. Y. K. R. W. H. (2015). Patient-specific quality assurance for the delivery of ^{60}Co intensity modulated radiation therapy subject to a 0.35-T lateral magnetic field. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* .
- Lin, Y. H., Chang, K. P., Lin, Y. S., & Chang, T. S. (2015). Evaluation of effect of body mass index and weight loss on survival of patients with nasopharyngeal carcinoma treated with intensity-modulated radiation therapy. *Radiation Oncology*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13014-015-0443-3>
- Muh Arif Hidayatullah, Edy Susanto, & Darmini. (2019). Tatalaksana Radioterapi Kanker Prostat dengan Teknik VMAT di Rumah Sakit MRCCC Siloam Semanggi Jakarta. *Poltekkes Kemenkes Semarang* .
- Niati, S., Iffah, M., Amelia, C., Teknik Radiodiagnostik Dan Radioterapi Bali, A., & Kunci, K. (2023). *Humantech Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia Tatalaksana Penyinaran Radioterapi Teknik 3D-CRT Pada Kasus Small Cell Lung Cancer (SCLC) di Instalasi Radioterapi RSUD Provinsi NTB*.
- Serly Olivia Natalia Dato, I Made Lana Prasetya, & Retno Laksmi Faraningrum. (2023). An-Najat+-+Vol.1,+No.4+November+2023+Hal+238-244. *Gambaran BMI (Body Mass Index) Pasien Kanker Nasofaring Yang Menjalani Terapi IMRT Di Unit Radioterapi RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah* .
- Soesilo Wibowo, A., Wiratno, W., Abimanyu, B., & Wibowo Nurcahyo, P. (2021). Verifikasi Neometri Kanker Nasofaring Dengan Epid Pada Pesawat Linac Di Unit Radioterapi Instalasi Radiologi RSUP DR. Kariadi Semarang. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 7, 28. <http://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/jimed/index>
- Vinod, S. K., & Hau, E. (2020). *Radiotherapy treatment for lung cancer: Current status and future directions*. In *Respirology* (Vol. 25, Issue S2, pp. 61–71). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1111/resp.13870>
- Wulandari, I., Wayan, I., Sudarsana, B., Akademi, M., Radiodiagnostik, T., Bali, R., Akademi, D., & Bali, D. R. (2024). *Prosedur Verifikasi Geometri Kanker Nasofaring Dengan EPID Pada Pesawat LINAC di Sub-Instalasi Radioterapi RSUP PROF. I.G.N.G Ngoerah*. I Dewa Gede Bagus Arta Negara. In *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan* (Vol. 11, Issue 1). <http://ejournalmalahayati.ac.id/index.php/kesehatan>