



Analisis Pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras pada Kasus *Tumor Otak* Di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo

Nabilah Salsabila^{1*}, I Made Lana Prasetya², I Made Adhi Mahendrayana³

Aktek Radiodiagnostik Dan Radioterapi Bali, Denpasar, Bali, Indonesia

Email: salsabilanabilah968@gmail.com

ABSTRAK

Kata Kunci: *CT Scan* Kepala Kontras; *Tumor Otak*; Ketebalan irisan

Penelitian ini berfokus pada Analisis Pemeriksaan *CT Scan* kepala kontras pada pemeriksaan *Tumor Otak* di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo, Tumor adalah formasi sel atipikal. Sel adalah komponen dasar yang menyusun jaringan dan organ di seluruh tubuh. *Tumor otak* ditandai dengan proliferasi sel-sel abnormal yang berkumpul, sehingga menghambat fungsi normal otak. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus, mengamati 3 pasien *Tumor Otak*. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi dengan tujuan utama mengevaluasi penggunaan klinis *CT Scan* kepala kontras dalam mendeteksi dan mendiagnosa *Tumor Otak*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ketebalan irisan 5mm dalam *CT Scan* di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo efektif untuk memvisualisasikan patologi *Tumor Otak*. Penelitian ini menyimpulkan Kelebihan dan kekurangan dari Slice Thickness 5 mm pada pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras Pada Kasus Tumor Otak yaitu memiliki kelebihan dapat mendiagnosa kelainan tumor pada kepala, pemeriksaannya lebih cepat dan sederhana, peralatan yang digunakan lebih sedikit dan efesiensi waktu. Kekurangannya yaitu detail anatomi kecil atau lesi yang kecil mungkin tidak terdeteksi ataupun akan tampak kabur.

ABSTRACT

Keywords: Contrast Head CTscan; Brain Tumor; slice thickness

This research focuses on the Analysis of Contrast Head CT Scan Examination in Brain Tumor Examination at Santosa Bandung Kopo Hospital, Tumors are atypical cell formations. Cells are the basic components that make up tissues and organs throughout the body. Brain tumors are characterized by the proliferation of abnormal cells that gather, thus inhibiting normal brain function. This study uses a qualitative descriptive method with a case study approach, observing 3 Brain Tumor patients. Data collection was carried out through observation, interviews, and documentation with the main aim of evaluating the clinical use of contrast head CTScans in detecting and diagnosing Brain Tumors. The results showed that the use of a 5mm slice thickness in CTScans at Santosa Bandung Kopo Hospital was effective in visualizing Brain Tumor pathology. This study concludes the Advantages and disadvantages of 5 mm Slice Thickness in Contrast Head CT Scan Examination in Brain Tumor Cases, namely that it has the advantage of being able to diagnose tumor abnormalities in the head, the examination is faster and simpler, the equipment used is less and time efficient. The disadvantage is

Corresponden Author: -

Email: salsabilanabilah968@gmail.com

Artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi



Pendahuluan

Computed Tomography (CT) adalah metode pencitraan medis yang menggunakan sinar X polikromatik resolusi tinggi untuk menghasilkan gambar tiga dimensi dari komponen internal tubuh. Teknik ini, yang pertama kali diusulkan pada awal tahun 1970an, telah mendapatkan popularitas dalam praktik medis kontemporer sebagai alat diagnostik non-invasif yang signifikan (Wahyuni & Amalia, 2022).

Dalam bidang tomografi komputer, istilah "komputasi" berkaitan dengan proses penghitungan atau rekonstruksi data. Sementara itu, "tomografi" merupakan kata majemuk yang berasal dari istilah Yunani "tomo" yang berarti "memotong" atau "bagian" dan "grafi" yang berarti "menggambarkan". Yunani. Pemindai CT beroperasi dengan memanfaatkan sinar-X (Jung, 2021).

Kepala merupakan bagian tubuh terpenting karena di dalamnya terdapat otak dan serabut saraf yang mengatur fungsi sensorik dan motorik. Selain fungsi tersebut, otak juga mengontrol sistem kerja pernafasan dan jantung, mengatur keseimbangan serta mengatur postur dan aktivitas tubuh. Otak dilindungi oleh tulang -tulang yang kuat (Sianturi dkk., 2019).

Dengan CT-Scan, kelainan yang terdeteksi dapat dilihat dari berbagai sudut pandang, termasuk axial, coronal, dan sagital. Teknologi ini memberikan keunggulan dalam diagnosis yang lebih akurat, terutama dalam kasus kelainan otak seperti tumor, trauma, kelainan serebrovaskular, infeksi, anomali, dan degenerasi (Seeram, 2022). Tumor otak adalah suatu kondisi medis yang dapat divisualisasikan melalui *CT scan* kepala (Seeram, 2022).

Tumor otak mengacu pada proliferasi sel-sel menyimpang di dalam jaringan otak. Kondisi ini bisa menjadi serius karena dapat mempengaruhi fungsi otak dan tubuh secara keseluruhan (Elshaikh dkk., 2021). *Tumor otak* juga dapat diartikan sebagai ketidakmampuan sel otak untuk menjalani proses apoptosis secara normal, sehingga mengalami proliferasi yang tidak terkendali. Hal ini seringkali disertai dengan gejala tambahan seperti perburukan emosi dan kesehatan mental (Kristensen dkk., 2019). *Tumor otak* memiliki karakteristik yang berbeda dari tumor di bagian tubuh lainnya. Meskipun *tumor otak* pada awalnya bersifat jinak jika dilihat dari histologinya, tumor otak memiliki kemampuan untuk berubah menjadi tumor ganas karena kedekatannya dengan struktur penting atau keberadaannya di dalam ceruk yang tidak dapat diakses. *Tumor otak*, yang merupakan jenis tumor paling ganas kedua setelah leukemia, dapat menurunkan kualitas hidup individu yang mengidapnya secara signifikan. Selain itu, hal ini juga menimbulkan

beban sosial dan ekonomi bagi individu yang menderita penyakit tersebut, keluarganya, masyarakat, dan bangsa (Heranurweni dkk., 2018).

Tumor otak diklasifikasikan menjadi dua kategori: tumor otak primer dan sekunder. *Tumor otak* primer timbul dari proliferasi sel-sel otak yang menyimpang dan tidak terkendali. *Tumor otak* sekunder muncul ketika kanker bermetastasis dari tempat yang jauh dan menyusup ke otak (Ramadhani dkk., 2022).

Menurut data GLOBOCAN (2018), jumlah kasus baru *tumor otak* sebanyak 296.851 kasus, atau sekitar 1,6% dari total kasus kanker di seluruh dunia. Di kawasan Asia, terdapat sebanyak 156.217 kasus baru tumor otak, yang merupakan sekitar 1,8% dari total kasus kanker di kawasan tersebut (Bray dkk., 2018). Di Indonesia, tumor otak dan sistem saraf menduduki peringkat ke-21 dengan jumlah 308.102 kasus baru, atau sekitar 1,6% dari total kasus kanker di negara ini (Sung dkk., 2021). Tumor otak dapat menyerang anak-anak di usia yang relatif muda, selain orang dewasa. Namun demikian, sejumlah besar orang sering mengabaikan gejala yang disebabkan oleh neoplasma otak (Ramadhani dkk., 2022).

Pemeriksaan radiologi standar Tumor Otak adalah *CT scan* dan MRI dengan kontras. *CT scan* berguna untuk melihat adanya tumor pada langkah awal penegakkan diagnosis dan sangat baik untuk melihat kalsifikasi, lesi erosi/destruksi pada tulang tengkorak (Kemenkes, 2020). khususnya *Computed Tomography (CT Scan)* dengan kontras karena pemeriksaan ini sangat penting (Heranurweni dkk., 2018).

Media kontras adalah zat yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan deteksi struktur interior dalam pencitraan diagnostik medis (Tavares dkk., 2017). Media kontras digunakan untuk membedakan jaringan yang sulit divisualisasikan pada hasil pencitraan, dan juga untuk menggambarkan konfigurasi anatomi organ atau bagian tubuh yang diperiksa. Selain itu, media kontras juga membantu dalam menunjukkan fungsi organ yang diperiksa (Masrochah dkk., 2018).

CT scan otak menangkap gambar dalam dua dimensi (2D) sebagai irisan dengan jarak tertentu antar setiap irisan. Setiap potongan gambar berhubungan dengan kondisi otak pada posisi tertentu (Sarjani dkk., 2022).

Slice Thickness mengacu pada pengukuran irisan atau potongan benda yang diperiksa. Ketebalan yang besar akan menghasilkan gambar dengan sedikit detail, sedangkan ketebalan yang tipis akan menghasilkan tingkat detail yang tinggi. Namun demikian, ketebalan yang berlebihan dapat mengakibatkan munculnya gambar (*artefak*) yang mengganggu, sedangkan ketebalan yang tidak mencukupi dapat mengakibatkan peningkatan tingkat kebisingan (Abdulkareem dkk., 2023).

Berdasarkan observasi peneliti di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo, *CT scan* kepala kontras merupakan prosedur diagnostik yang memanfaatkan teknologi pencitraan untuk memvisualisasikan struktur dan mendeteksi adanya kelainan pada tengkorak. Di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo, ada tiga pasien per bulan menjalani *CT scan* kepala dengan kontras untuk mendeteksi tumor otak. Pemindaian dilakukan menggunakan prosedur operasi standar dengan ketebalan irisan 5 mm. Sedangkan seperti yang diungkapkan Wijokongko (2017), parameter CT scan kepala

kontras harus sesuai dengan kelainan patologis, yaitu dengan menggunakan ketebalan irisan 7-10 mm. Summet Bhavarga (2018) menyatakan bahwa ketebalan irisan yang digunakan pada *CT scan* kepala dengan kontras adalah antara 1,5 dan 2,5 mm.

Penulis, yang tertarik dengan perbedaan antara teori dan penerapan praktis, telah mengusulkan penyelidikan masa depan mengenai judul “Analisis Pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras Pada Kasus *Tumor Otak* di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo”.

Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti dalam penulisan skripsi ini merupakan jenis penelitian kualitatif bersifat deskriptif menggunakan pendekatan studi kasus. Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo pada bulan Juli 2024. Subyek penelitian ini terdiri dari 1 (satu) orang radiolog, 1 (satu) dokter pengirim dan 3 (tiga) orang radografer yang terlibat dalam pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras dengan kasus *Tumor Otak*, sampel yang digunakan adalah 3 (tiga) sampel. Pengumpulan data yang digunakan yaitu observasi, wawancara dan dokumentasi. Kemudian data yang diperoleh diolah dengan menggunakan sistem kodig terbuka. Penulis melakukan pengkajian dari data-data yang diperoleh dengan literature untuk mengkaji problematika yang ada untuk ditarik kesimpulannya.

Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan observasi di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo untuk prosedur pemeriksaan *CT Scan* kepala Kontras dengan diagnosa *Tumor Otak* pasien datang ke bagian radiologi dengan membawa surat pengantar dengan melampirkan hasil *Ureum Creatinin* yang normal, Sebelum dilakukan pemeriksaan petugas melepas benda logam yang dapat menimbulkan artefak, kemudian petugas menjelaskan secara singkat mengenai pemeriksaan dan mengisi *inform consent*. Untuk pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras dengan diagnosa *Tumor Otak* tidak ada persiapan khusus sebelum pemeriksaan, hanya saja pasien dianjurkan untuk berpuasa selama satu jam sebelum pemeriksaan agar pasien tidak mual/muntah pada saat pemasukan kontras.

Menurut (Wijokongko dkk, 2017) Persiapan pasien melepaskan benda-benda logam atau aksesoris yang dapat menimbulkan artefak.

Menurut pendapat peneliti persiapan pasien pada pemeriksaan *CT Scan* kepala kontras dengan kasus *Tumor Otak* di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo sudah sesuai dengan teori (Wijokongko dkk, 2017).

Pada pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras Pada Kasus *Tumor Otak* Di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo persiapan alat dan bahan antara lain : Pesawat *CT Scan* Siemens, *Epson Discproducer CD/DVD*, selimut, alat fiksasi.

Menurut (Wijokongko dkk, 2017), Persiapan alat dan bahan pada pemeriksaan *CT Scan* kepala Kontras pada kasus *Tumor Otak* antara lain : Pesawat *CT Scan*, selimut, printer dan alat fiksasi.

Menurut peneliti persiapan alat dan bahan pada pemeriksaan *CT Scan* kepala Kontras Pada Kasus *Tumor Otak* Di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo sudah sesuai

dengan teori (Wijokongko dkk, 2017) hanya saja yang membedakan pada Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo tidak menggunakan printer lagi tetapi menggunakan *Epson Discproducer CD/DVD* untuk membuat kaset.

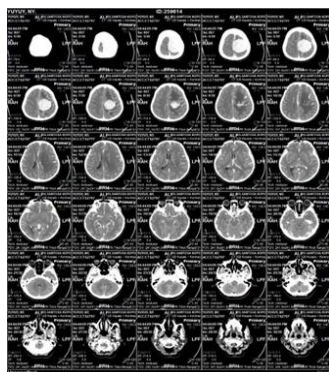
Di instalasi Radiologi Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo posisi pasien *CT Scan* kepala Kontras Pada Kasus *Tumor Otak* yaitu pasien *supine* di atas meja pemeriksaan dengan posisi kepala dekat dengan *gantry*, *mid sagittal plane* (MSP) tepat dan sejajar dengan lampu indicator longitudinal, kedua tangan lurus disamping tubuh dan difiksasi dengan sabut khusus yang menempel pada meja pemeriksaan, kedua kaki diatur lurus. Agar tidak kedinginan dan juga untuk kenyamanan pasien, petugas memakaikan selimut.

Menurut (Wijokongko dkk, 2017) Posisi pasien *supine* di atas meja pemeriksaan dengan kepala dekat *gantry* (*head first*), MSP objek berada pada berkas pertengahan lampu indicator longitudinal, berkas lampu kanan dan kiri tepat pada *Meatus Acusticus Externus* (MAE), lampu indicator horinzontal menyinggung *vertex*. selanjutnya kepala difiksasi dengan *headcleam*. Membuat scanogram kepala lateral, dari basis *cranii* sampai *vertex*. Teknik pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras Pada Kasus *Tumor Otak* menggunakan satu range, dari *basis cranii* sampai *vertex* dengan *slice thickness* 7-10 mm.

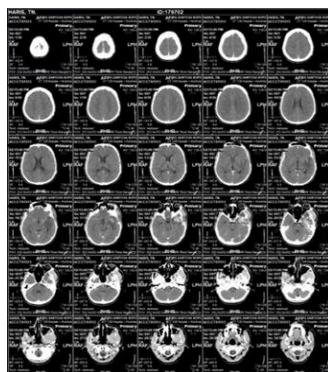
Menurut peneliti posisi pasien dan teknik pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras Pada Kasus *Tumor Otak* Di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo sudah baik dan sesuai dengan teori (Wijokongko dkk, 2017).

Pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras Pada Kasus *Tumor Otak* Di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo menggunakan *slice thickness* 5 mm, sedangkan teori (Wijokongko dkk, 2017) menggunakan *slice thickness* 7-10 mm. menurut hasil wawancara dari salah satu radiogrfer di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo bahwa *CT Scan* Kepala Kontras Pada Kasus *Tumor Otak* penggunaan *slice thickness* 5 mm sudah sangat baik untuk menampilkan kelainan yang ada pada kepala.

Adapun Kelebihan dan kekurangan *Slice Thickness* 5 mm pada pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras Pada Kasus *Tumor Otak* yaitu kelebihan dari *slice thickness* 5 mm tersebut sudah dapat mendiagnosa kelainan Tumor pada kepala, pemeriksaannya lebih cepat dan sederhana, peralatan yang digunakan lebih sedikit, dan efisiensi waktu. Kekurangannya yaitu detail anatomi kecil atau lesi yang kecil mungkin tidak terdeteksi atau kabur



a)



b)



c)

Gambar 1. Hasil radiograf CT Scan Kepala Kontras) Pasien 1, b) Pasien 2, c) Pasien 3

Keterbatasan penelitian, sebagai berikut:

1. Jumlah Sampel yang Terbatas: Penelitian ini hanya menggunakan tiga sampel pasien sebagai data utama. Hal ini dapat membatasi generalisasi hasil penelitian ke populasi yang lebih luas.
2. Konteks Lokasi yang Spesifik: Studi dilakukan di satu rumah sakit, yaitu Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo, sehingga hasil penelitian mungkin tidak mencerminkan variasi yang ada di fasilitas medis lain dengan prosedur atau peralatan yang berbeda.
3. Ketebalan Irisan yang Berbeda dari Standar: Ketebalan irisan 5 mm yang digunakan dalam penelitian ini berbeda dari standar yang lebih umum (7–10 mm), yang dapat memengaruhi akurasi deteksi detail anatomi kecil atau lesi.
4. Pendekatan Kualitatif Deskriptif: Pendekatan penelitian ini bersifat kualitatif deskriptif dengan studi kasus, sehingga hasilnya bersifat eksploratif dan mungkin tidak dapat digunakan untuk menguji hipotesis secara statistik.
5. Ketergantungan pada Prosedur Manual: Penggunaan teknologi seperti Epson Discproducer CD/DVD menggantikan printer tradisional menyoroti perbedaan dalam praktik yang mungkin tidak relevan di tempat lain.
6. Terbatas pada Sumber Daya dan Peralatan: Studi ini hanya mencakup penggunaan satu jenis perangkat *CT Scan* dan tidak mengevaluasi kinerja perangkat atau teknik lain yang mungkin lebih canggih.

Keterbatasan ini dapat menjadi landasan untuk rekomendasi penelitian selanjutnya yang lebih luas dan mendalam, baik dalam hal jumlah sampel, variasi lokasi, maupun pendekatan metode penelitian yang digunakan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis mengenai prosedur pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras Pada Kasus Tumor Otak Di Rumah Sakit Santosa Bandung Kopo dapat ditarik kesimpulan yaitu prosedur pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras Pada Kasus *Tumor Otak*, pada pemeriksaan dilakukan scanning dengan menggunakan protocol head first. Slice thickness yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah 5 mm. Kelebihan dan kekurangan dari Slice Thickness 5 mm pada pemeriksaan *CT Scan* Kepala Kontras Pada Kasus Tumor Otak yaitu memiliki kelebihan dapat mendiagnosa kelainan tumor pada kepala, pemeriksaannya lebih cepat dan sederhana, peralatan yang digunakan lebih sedikit dan efisiensi waktu. Kekurangannya yaitu detail anatomi kecil atau lesi yang kecil mungkin tidak terdeteksi ataupun akan tampak kabur.

Saran untuk penelitian dan praktik klinis adalah sebagai berikut. Dalam hal penelitian, disarankan untuk dilakukan studi lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar dan melibatkan berbagai fasilitas kesehatan yang menggunakan perangkat *CT Scan* yang beragam guna meningkatkan generalisasi hasil penelitian. Penelitian masa depan

juga perlu mengevaluasi efektivitas ketebalan irisan yang lebih tipis, seperti 1,5–2,5 mm, untuk mendeteksi detail anatomi kecil pada kasus tumor otak. Selain itu, kombinasi dengan modalitas pencitraan lain, seperti MRI, dapat dieksplorasi untuk menilai perbedaan keakuratan diagnostik. Untuk praktik klinis, fasilitas kesehatan sebaiknya mempertimbangkan penggunaan ketebalan irisan yang lebih kecil terutama pada pasien dengan indikasi lesi kecil atau anatomi kompleks guna memastikan diagnosis yang lebih akurat. Pelatihan tambahan bagi radiografer dan tenaga medis terkait penggunaan teknologi terkini serta penerapan protokol optimal juga perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas pemeriksaan. Selain itu, implementasi protokol standar yang merujuk pada rekomendasi internasional tentang penggunaan ketebalan irisan pada *CT Scan* kepala kontras sangat diperlukan untuk meningkatkan keandalan diagnostik.

Daftar Pustaka

- Abdulkareem, N. K., Hajee, S. I., Hassan, F. F., Ibrahim, I. K., Al-Khalidi, R. E. H., & Abdulqader, N. A. (2023). Investigating the slice thickness effect on noise and diagnostic content of single-source multi-slice computerized axial tomography. *Journal of Medicine and Life*, 16(6), 862–867. <https://doi.org/10.25122/jml-2022-0188>
- Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., & Jemal, A. (2018). Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 68(6), 394–424. <https://doi.org/10.3322/caac.21492>
- Elshaikh, B. G., Omer, H., Garelnabi, M., Sulieman, A., Abdella, N., Algadi, S., & Toufig, H. (2021). Incidence, Diagnosis and Treatment of Brain Tumours. *Journal of Research in Medical and Dental Science*, 6(9), 340–347.
- Heranurweni, S., Destyningtias, B., & Kurniawan Nugroho, A. (2018). Klasifikasi Pola Image Pada Pasien Tumor Otak Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan (Studi Kasus Penanganan Kuratif Pasien Tumor Otak). *Elektrika*, 10(2), 37. <https://doi.org/10.26623/elektrika.v10i2.1169>
- Jung, H. (2021). Basic Physical Principles and Clinical Applications of Computed Tomography. *Progress in Medical Physics*, 32(1), 1–17. <https://doi.org/10.14316/pmp.2021.32.1.1>
- Kemkes. (2020). *Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran (PNPK) Tata Laksana Tumor Otak*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. <https://www.kemkes.go.id/id/pnpk-2020---tata-laksana-tumor-otak>
- Kristensen, B. W., Priesterbach-Ackley, L. P., Petersen, J. K., & Wesseling, P. (2019). Molecular pathology of tumors of the central nervous system. *Annals of Oncology*, 30(8), 1265–1278. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdz164>
- Masrochah, S., Trihadijaya, A. F., & Putri, M. N. (2018). *Buku Saku Protokol Radiografi Pemeriksaan Radiografi Konvensional Dengan Kontras*. Magelang: Inti Medika Pustaka.
- Ramadhani, R. A., Pangestu, B. W., & Purbaningtyas, R. (2022). Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan Convolutional Neural Network dengan Arsitektur Efficientnet-B3. *JUST IT: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komputer*, 12(3), 55–59. <https://doi.org/https://doi.org/10.24853/justit.12.3.55-59>

- Sarjani, N. N., Astina, I. K. Y., & Darmawan, I. B. G. (2022). Teknik Pemeriksaan Ct-Scan Kepala Kontras Kasus Cephalgia Di Instalasi Radiologi Rsud Karangasem. *Jurnal Kesehatan MIDWINERSLION*, 7, 26–30.
- Seeram, E. (2022). *Computed Tomography-E-Book: Physical principles, instrumentation, and quality control*. Elsevier Health Sciences.
- Sianturi, J., Indrati, R., Daryati, S., & Sianturi, J. (2019). *Prosedur Pemeriksaan MSCT Kepala dengan Klinis Tumor Otak di Rumah Sakit Columbia Asia Medan*.
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Tavares, J. S., Pessoa, L. M., & Salgado, H. M. (2017). Nonlinear Compensation Assessment in Few-Mode Fibers via Phase-Conjugated Twin Waves. *Journal of Lightwave Technology*, 35(18), 4072–4078. <https://doi.org/10.1109/JLT.2017.2726758>
- Wahyuni, S., & Amalia, L. (2022). Perkembangan Dan Prinsip Kerja Computed Tomography (CT Scan). *GALENICAL: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Mahasiswa Malikussaleh*, 1(2), 88. <https://doi.org/10.29103/jkkmm.v1i2.8097>
- Wijokongko dkk. (2017). *Protokol Radiologi CT SCAN DAN RADIOLOGI*. Inti medika pustaka.