

A Case Study of the Head CT Scan Procedure in Pediatric Patients with Clinical Hydrocephalus at Hospital X Ponorogo

Hanifa Larasati Dewi^{1*}, Ildsia Maulidya Mar'athus Nasokha¹, Asih Puji Utami¹

¹Program Studi D3 Radiologi, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia;

Article History

Received : September 13th, 2025

Revised : September 21th, 2025

Accepted : September 26th, 2025

*Corresponding Author: **Hanifa Larasati Dewi**, Program Studi D3 Radiologi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia; Email: hanifaldewi1910@gmail.com

Abstract: Hydrocephalus is a common congenital abnormality in pediatric patients, characterized by ventricular enlargement due to the accumulation of cerebrospinal fluid (CSF). However, variations in handling, parameters, and radiation protection exist among hospitals, necessitating further evaluation. This study aims to analyze the head CT scan procedure in pediatric patients with clinical hydrocephalus. This study employed qualitative case study design involving a 7-month-old pediatric patient with an indication of hydrocephalus. Data were obtained through observation and interviews with three radiographers and one radiology specialist, as well as from secondary sources. The hospital's examination procedure included general preparation, positioning the patient supine (head first), and no sedation was performed. Technical parameters used the default settings of the machine, 120 kV, 140 mAs, slice thickness of 5 mm, and reconstruction slice of 1.25 mm, for both pediatric and adult patients. Radiation protection was applied only to the patient's companion, while the patient dose was monitored by the CT system. Radiographic findings indicated obstructive hydrocephalus with a cystic lesion, with the underlying cause identified as Dandy-Walker malformation. In conclusion, pediatric head CT scan procedures were performed according to basic standards. However, the use of standard parameters and limited radiation protection indicate a need for improvement. It is recommended to implement protocols tailored to the patient's age and clinical condition, and optimize radiation protection according to the ALARA principle, to improve examination quality and patient safety.

Keywords: Head CT scan, hydrocephalus, pediatric, radiation protection, protocol.

Pendahuluan

Cranium merupakan organ penting karena melindungi otak, bagian utama sistem saraf pusat (Lampignano, 2018; Park, 2023). Otak dilindungi oleh tulang tengkorak dan tiga lapisan: *dura mater*, *arachnoid*, dan *pia mater*. Salah satu penyakit kongenital yang menyerang otak ialah hidrosefalus (Michael & Jagan, 2018; Ghannam & Kharazi, 2023). Dikenal dengan mudah yaitu "air yang ada di otak", merupakan pembesaran sistem *ventrikel*. Prevelansi hidrosefalus secara global adalah sekitar 85 per 100.000 orang dengan perbedaan yang signifikan antar kelompok usia; 88 per 100.000 untuk penderita hidrosefalus anak-anak dan 11

per 100.000 untuk penderita hidrosefalus dewasa (Isaacs *et al.*, 2018; Tamber, 2021; Koleva & Jesus, 2023). *CT Scan* pediatrik berguna untuk melihat patologi dengan parameter yang berbeda dengan usia dewasa (Long, 2016; Irsal & Winarno, 2020). Diperlukan perhatian khusus dan perlindungan radiasi yang optimal. Berdasarkan Kementerian Kesehatan, pediatrik merupakan kelompok usia dari 0-16 tahun dan kategorikan menjadi tiga golongan yaitu balita, kanak-kanak, dan remaja awal (Al-Amin, 2017).

Diagnosa hidrosefalus memerlukan *CT Scan*, yang merupakan teknologi peralatan sinar x digabungkan dengan komputer sehingga menghasilkan potongan melintang

(Kartawiguna, 2017). Ada perbedaan tingkat risiko paparan radiasi antara pasien anak dan pasien dewasa (Alatas, 2017; Ibad *et al.*, 2021). Sebagian besar jaringan dan organ pada anak dalam fase pertumbuhan, sehingga lebih rentan terhadap dampak radiasi sedangkan organ pada orang dewasa lebih matang. Prinsip ini juga didukung oleh Bapeten (2020) dan Mahmudah *et al.*, (2024), yang menekankan bahwa perlindungan terhadap radiasi dilakukan untuk mengurangi pengaruh radiasi yang dilakukan untuk melindungi pasien.

CT *Scan* memiliki berbagai parameter yang disesuaikan dengan bagian tubuh yang diperiksa. CT *Scan* kepala, Long (2016) menyebutkan bahwa *scan* dimulai dari *base skull* hingga *vertex*, menggunakan tipe *scan axial*, *recon slice thickness* 2,5 mm, WW 120 - WL 50, serta *low-dose head* pediatrik (120 kV, 200 mAs), sementara itu, menurut Wijokongko *et al.*, (2018), parameter *scan* kepala mencakup anatomi dari *foramen magnum* hingga *sutura sagital* dengan *window brain*, dosis 120 kV dan 190-250 mAs serta *slice thickness* 5-8 mm. Khusus untuk pasien pediatrik pada Seeram (2016), merekomendasikan *scan* dari *base skull* hingga *vertex*, dengan *recon slice thickness* 2,5 mm, *dose head pediatric* 80 kV - 100 mAs, dan *slice thickness* 3-5 mm.

Berdasarkan observasi penulis adanya perbedaan parameter antara teori Long (2016), Seeram (2016), dan Wijongko (2018) dengan rumah sakit X Ponorogo. Di rumah sakit parameter *scan* kepala rutin yang digunakan mencakup anatomi *scan range* dari *base skull* hingga *vertex*, *recon slice thickness* 1,25 mm, faktor eksposi sebanyak 120 kV dan 140 mAs, *slice thickness* 5 mm, serta 100 *Window Width* (WW) dan 35 *Window Level* (WL). Pasien pediatrik dalam keadaan sadar dan tidak menggunakan pelindung radiasi, sementara hanya keluarga pasien yang menggunakannya.

Meskipun telah banyak penelitian, optimalisasi parameter CT *Scan* untuk pasien pediatrik masih menjadi tantangan. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji prosedur pemeriksaan CT *Scan* kepala serta berbagai parameter yang digunakan terutama pada pediatrik, guna menentukan standar yang optimal dalam menghasilkan pencitraan yang akurat dengan dosis radiasi minimal. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi

referensi dalam meningkatkan kualitas pelayanan radiologi serta keselamatan pasien, khususnya pada anak-anak.

Bahan dan Metode

Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan desain studi kasus untuk menganalisis prosedur CT *Scan* kepala pada pasien pediatrik dengan klinis hidrosefalus. Subjek penelitian adalah pasien pediatrik berusia 7 bulan dan berjenis kelamin laki-laki dengan indikasi hidrosefalus di Rumah Sakit X Ponorogo.

Pengumpulan data

Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara dan dokumentasi dengan tiga radiografer yaitu Radiografer senior, Radiografer PPR dan Radiografer yang sering megoperasikan CT *Scan* serta dokter spesialis radiologi. Prosedur penelitian mencakup identifikasi tahapan pemeriksaan, termasuk persiapan pasien, teknik pencitraan, dan parameter teknis seperti *scan range*, *slice thickness*, serta faktor eksposi (kV, mAs) dan proteksi radiasi.

Analisis data

Data diolah menggunakan analisis observasi dengan membentuk tabel observasi lalu dijelaskan secara deskriptif dan analisis wawancara dilakukan dengan mentranskrip hasil wawancara, kemudian disusun dalam tabel kategorisasi dan dianalisis menggunakan coding terbuka. Penelitian ini menggunakan *Ethical Clinic* (EC), yang berguna untuk menjaga kerahasiaan data pasien dan memperoleh persetujuan dari rumah sakit.

Hasil dan Pembahasan

Prosedur Pemeriksaan CT *Scan* Kepala pada Pediatrik dengan klinis Hidrosefalus di Rumah Sakit X Ponorogo

Persiapan pasien

Persiapan pasien CT *Scan* di rumah sakit tersebut ialah seperti persiapan pasien pada umumnya ketika pemeriksaan radiologi yang menggunakan sinar *x-ray*. Tidak terdapat persiapan khusus pada pemeriksaan CT *Scan* kepala pediatrik karna tidak menggunakan

media kontras.

Persiapan alat dan bahan

Persiapan alat yang digunakan ialah CT Scan Multislice 16 slice yang waktu pagi perlu untuk di panaskan terlebih dahulu, komputer, *head holder*, apron dan control panel. Lalu selain itu terdapat alat fiksasi yang mendukung untuk mengurangi bergerak dan bertujuan menghindari pengulangan. Alat fiksasi yang digunakan ialah strap atau sabuk *head holder* dan strap tubuh. Salah satu bahan yang digunakan dalam pemeriksaan CT Scan pediatrik ialah sedasi. Berupa obat penenang yang sering digunakan pada pasien pediatrik yang bermaksud untuk menghindari pengulangan pengambilan citra dan gangguan kecemasan pada pediatrik.

Rumah sakit untuk pemeriksaan radiologi pada umumnya dilakukan ketika pasien dalam keadaan tenang atau tertidur namun berbeda dengan pasien pediatrik yang belum mengerti kata bujukan atau penenang. Maka dari itu pasien pediatrik yang non kooperatif akan dilakukan sedasi oleh sejawat anastesi dengan persetujuan dokter radiologi dan dokter anak bertujuan agar pasien lebih tenang dalam pemeriksaan dan tidak terjadi pengulangan. Namun dalam keadaan ini pasien tidak dilakukan sedasi walaupun pasien berusia 7 bulan dan dalam keadaan menangis, hal itu disebabkan kondisi tubuh pasien yang mengalami *developmental delay* yaitu dampak dari hidrosefalus sehingga pergerakan tidak aktif seperti bayi normal. Maka dari itu Pasien hanya dipastikan dalam keadaan tenang dan tidak banyak bergerak.

Posisi pasien

Pasien pediatrik diposisikan supine dengan kepala mengarah *gantry* (*head first*) dan tangan berada di samping tubuh. Kepala pasien diletakkan pada *head holder* dengan busa ditahan dengan strap kepala dan rekatkan strap tubuh.

Scanning

Setelah data pasien terpenuhi, radiografer memperkirakan berat badan pasien untuk mempermudah sistem menentukan parameter yang sesuai yaitu 120 kV, 140 mA, second 10.

Menggunakan protokol *head* rutin 5 mm lalu tekan tombol *start* dan ikuti tombol panel yang menyala. Setelah sekali *scan* dilakukan penentuan *range* dari *basis crani* sampai *vertex* dan *scanning* kembali dilakukan. Setelah *scanning* dilakukan editing menghasilkan radiograf yang akan dibaca oleh dokter radiologi.

Hasil radiograf

Pemeriksaan CT Scan selain menentukan adanya penyebab penyakit dan tingkat keparahan hidrosefalus. Selain itu berguna untuk menentukan pemicu penyakit hidrosefalus tersebut. Pemicu hidrosefalus antara lain tumor yang menyumbat cairan, pendarahan, dan cairan yang berlebihan. Lalu ditemukan penyebab terjadinya dilatasi atau pelebaran empat bagian ventrikel lateral pada pasien tersebut karena terdapat sindrom *dandy walker* jenis *malformation* yang ditandai dengan ukuran dan letak yang tidak sesuai dari *vermis cerebri*, *high riding of tentorium* yang tinggi nya tidak normal, dan ditemukan kistik-kistik pada *fossa posterior* yang disebut *megalocisterna*. Jadi hidrosefalus yang diderita pasien tersebut merupakan dampak dari penyakit bawaan yang disebut sindrom *dandy walker* jenis *malformation*.



Gambar 1. Potongan Coronal



Gambar 2. Potongan Sagittal

Hasil expertise CT Scan dengan klinis Hidrosefalus sesuai dengan gambar 1 dan 2:

- 1) Tampak dilatasi berat ventrikel lateral kanan kiri, III
- 2) Tampak lesi kistik pada posterior fossa berhubungan dengan ventrikel IV
- 3) Vermis cerebelli hippopalastic
- 4) Sulci, fissura sylvii sempit dan gyri mendatar, hemisfere cerebri kesan tipis
- 5) Diferensiasi white dan grey matter kabur
- 6) Tak tampak pergeseran garis tengah
- 7) Orbita bilateral normal
- 8) Sinus paranasalis normal
- 9) Os calvaria belum menutup

Kesimpulan: Hidrosefalus obstruktif setinggi aqueductus silfii dengan lesi kistik pada posterior fossa berhubungan dengan ventrikel IV disertai vermis cerebelli hippopalastic ddx dandy walker variant

Protokol CT Scan Kepala pada Pediatrik dengan klinis Hidrosefalus di Rumah Sakit X Ponorogo

Protokol yang digunakan pada pemeriksaan CT Scan kepala pada pediatrik ialah rutin head 5 mm dengan helical. Parameter yang digunakan default dari CT Scan yaitu 120 kV, 140 mA dan second 10. Parameter yang digunakan tidak ada perbedaan dengan pasien dewasa. Penentuan potongan terkecil pada CT Scan 16 Multislice sebanyak 1,25 mm, hal ini disebabkan ukuran terkecil potongan CT Scan Multislice jenis 16 slice ialah 1,25 mm jika jenis yang lain seperti 32 slice atau 64 slice ukuran potongan yang di dapatkan bisa lebih kecil sekitar 0,9 atau 0,8 mm. Recon slice thickness ini berguna untuk mengetahui detail kecil dari suatu organ. Setelah itu dilakukan pemotongan atau batch secara axial dengan ukuran 5 mm.

Penambahan jenis pemotongan seperti coronal atau sagittal dan 3D dilakukan sesuai permintaan dokter radiologi.

Proteksi Radiasi CT scan Kepala pada Pediatrik dengan klinis Hidrosefalus di Rumah Sakit X Ponorogo

Pemantauan dosis telah diukur oleh sistem CT Scan dan disimpan dalam dvd sebesar 39.57 mGy/pasien pada organ kepala dewasa ataupun pediatrik dan terdapat laporan setiap bulan mengenai dosis pada pasien. Setiap organ memiliki ukuran dosis yang berbeda. Dosis tersebut dipengaruhi parameter sebesar 120 kV, 140 mA dan 10 second yang digunakan setara antara pasien dewasa dan pediatrik maka dari itu proteksi radiasi seperti apron sangat diperlukan.

Selain pemantauan dosis melakukan proteksi seperti menghindari paparan radiasi dan penggunaan proteksi pada organ penting juga diperlukan. Untuk pediatrik yang telah mandiri dapat melakukan pemeriksaan tanpa didampingi maka dari itu pendamping dapat menghindari paparan radiasi. Lalu semua akses pintu ruang CT Scan ditutup rapat dan di kunci menghindari radiasi keluar ruangan. Sedangkan pediatrik yang belum mandiri pendamping akan menunggu dalam ruangan dengan menggunakan apron pelindung sedangkan pasien tidak menggunakan pelindung radiasi hal tersebut dikarenakan tidak ada permintaan khusus dari dokter radiologi atau dokter anak. Alasan lain tidak digunakannya apron pelindung pada pasien tersebut ialah ukuran tubuh yang mungil sehingga diperkirakan apron ukuran dewasa akan mengganggu proses meja CT Scan memasuki gantry.

Pembahasan

Prosedur Pemeriksaan CT Scan Kepala pada Pediatrik dengan klinis Hidrosefalus di Rumah Sakit X Ponorogo

Hasil wawancara tidak ditemukan banyak perbedaan mengenai prosedur pemeriksaan, berikut ini prosedur pemeriksaan di rumah sakit:

Persiapan pasien

Hasil wawancara persiapan seperti halnya persiapan pasien radiologi konvensional karena hanya CT Scan kepala polos dan tidak menggunakan media kontras. Lalu memberikan

penjelasan singkat mengenai pemeriksaan CT Scan kepala polos. Hasil penelitian Utami *et al.*, (2018) yang dimana tidak terdapat persiapan khusus hanya melepas benda logam yang terdapat di kepala pasien. Menurut penulis untuk persiapan pasien telah sesuai karena pemeriksaan yang dilakukan tidak menggunakan media kontras jadi menggunakan persiapan pasien radiologi pada umumnya.

Persiapan alat dan bahan

Hasil wawancara alat yang disiapkan adalah CT Scan, komputer, *head holder*, kontrol panel, strap kepala-badan dan apron. Lalu salah satu bahan pada pemeriksaan ini adalah sedasi meski tidak digunakan karena terdapat kelainan pada kepala pasien yang dapat mempengaruhi kesadaran pasien. Hasil penelitian Hilmiyati & Angella (2024), alat yang digunakan dalam pemeriksaan CT Scan kepala polos ialah pesawat CT Scan, Alat fiksasi seperti *head holder* busa, dan komputer petugas. Hasil pemindaian CT *Multislice* menggunakan sedasi umum jenis sedang yang berefek mengantuk namun masih merespon komunikasi verbal (Arlachov & Ganatra, 2012). Terdapat resiko penggunaan sedasi seperti depresi *cardioresperation*, gangguan nafas, mual, dan gangguan tidur.

Menurut penulis persiapan alat digunakan sebagian besar telah sesuai dengan literatur. Perbedaannya mengenai kontrol panel dan strap alat fiksasi yang berguna menahan tubuh pasien dari pergerakan yang tanpa sedasi. Tidak dilakukannya sedasi karena meninjau dampak yang akan ditimbulkan meskipun risikonya rendah. Namun, pasien ini memiliki kondisi yang berbeda ditakutkan dapat mengganggu aktifitas pasien setelah pemeriksaan. Tidak terdapat juga notes khusus dari dokter anak atau radiologi untuk dilakukan sedasi, meskipun pasien menangis tapi gerakan yang ditimbulkan tidak agresif dan mengganggu hasil radiograf.

Posisi pasien

Hasil wawancara posisi pasien supine dengan kepala masuk ke dalam *gantry* atau *head first*. Pasien dalam keadaan tenang dan tidak banyak bergerak, gunakan strap kepala dan badan untuk menghindari banyak pergerakan.

Pemeriksaan CT Scan pediatrik dimulai dengan posisi pasien supine atau tidur terlentang serta kepala berada didekat *gantry (head first)* (Lampignano, 2018). Menurut penulis posisi pasien telah sesuai karena pasien dapat memposisikan supine tidak duduk atau tengkurap lalu kepala memasuki *gantry*.

Scanning

Hasil wawancara mengisi data pasien termasuk berat badan, lalu parameter yang digunakan *head* rutin 5 mm. *Range scanning* dilakukan dari *vertex* ke *base cranium* dengan menekan tombol yang menyala. Pasien diposisikan lurus, diberi fiksasi serta area *scanning* mencakup dari *base skull* hingga *vertex* (Seeram, 2022). Menurut penulis *scanning* yang dilakukan telah sesuai dengan literatur yaitu dari *base skull* ke *vertex* walau tidak menggunakan *head* rutin pediatrik.

Hasil radiograf

Hasil wawancara Dokter radiologi melakukan analisa hasil radiograf untuk menentukan penyebab dari hidrosefalus dan ditemukan sindrom *dandy walker malformation* yang menghambat pertumbuhan pasien tersebut. Hasil penelitian Daniel *et al* (2014), Meskipun teknik pencitraan MRI baru dapat memberikan informasi resolusi tinggi tentang dinamika LCS dan tidak terkait dengan radiasi pengion, cisternografi SPECT/CT merupakan alternatif yang berharga bagi mereka yang memiliki kontraindikasi terhadap pencitraan MRI. Hasil radiograf penelitian dengan menggunakan CT Scan sudah sesuai karena telah menegaskan diagnosa dengan menemukan penyebab dan keparah hidrosefalus walaupun tidak menggunakan MRI.

Protokol dan Proteksi CT Scan Kepala pada Pediatrik dengan klinis Hidrosefalus di Rumah Sakit X Ponorogo

Hasil wawancara *recon slice thickness* yang digunakan sebanyak 1,25 mm yang merupakan pengaruh dari jenis CT Scan *Multislice* yang digunakan. Sebagian radiografer menyatakan tidak ada perbedaan penggunaan protokol pada pasien pediatrik dengan dewasa dan parameter yang digunakan sebanyak 120 Kv, 140 mA dan 10 second, sebagian besar menggunakan *head* rutin 5 mm. Hal ini

mempengaruhi dosis yang mengenai pasien pediatrik setara dengan dosis pasien dewasa. Terlebih lagi, pasien tidak menggunakan proteksi radiasi dan yang menggunakan pendamping pasien. Alasan tidak digunakannya proteksi pada pasien ialah mengganggu jalannya meja pemeriksaan seperti tersangkut, ukuran proteksi yang besar tidak cocok dengan badan pasien yang kecil berakibat perasaan tidak nyaman seperti sesak nafas karena tertimpa proteksi yang besar dan tidak ada notes khusus dari dokter radiologi ataupun dokter anak.

Hal tersebut sedikit kurang sesuai dengan Long (2016) dan Latifah et al., (2019) menyebutkan bahwa menggunakan tipe *scan axial, recon slice thickness* 2,5 mm, serta *low-dose head* pediatrik (120 kV, 200 mAs). Khusus untuk pasien pediatrik pada Seeram (2016), merekomendasikan *recon slice thickness* 2,5 mm, *dose head* pediatrik 80 kV - 100 mAs, dan *slice thickness* 3-5 mm. Menurut penelitian Sari, Ayu W, dkk (2022), pada rentang umur 1-11 tahun dosis radiasi dengan parameter 120 kV dan 128 mAs dengan jarak tertentu dapat di toleransi. Penggunaan proteksi juga diperlukan sesuai dengan penelitian Indriati et al., (2018) dan Dari et al., (2023), proteksi radiasi diperlukan untuk mengurangi paparan dengan menerapkan prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), yang mempertimbangkan faktor ekonomi dan social.

Menurut penulis *recon slice thickness* yang digunakan telah lebih bagus karena potongan yang didapatkan lebih kecil sehingga radiograf yang didapatkan akan tampak detail, hal ini membantu dokter untuk menganalisa penyebab dari hidrosefalus tersebut. Selain itu, radiografer harus lebih memperhatikan penggunaan protokol sesuai usia agar dosis yang diterima sesuai. Penggunaan proteksi pada pasien harus dilakukan meski ukuran tubuh pasien yang kecil agar sesuai dengan prinsip ALARA. Alternatif lain jika Apron pb terlalu besar, bisa menggunakan *thyroid shield* dan *gonad shield* untuk melindungi bagian sensitif tubuh karena ukurannya yang kecil tidak akan menimbulkan perasaan tidak nyaman atau terhalang pernapasan bagi pasien. Pentingnya penggunaan proteksi melindungi pasien pediatrik karena tubuh pediatrik organnya belum sepenuhnya berkembang selayaknya

pasien dewasa dengan menggunakan proteksi dan modifikasi parameter dapat meminimalisir dampak jangka panjang pada tubuh pasien.

Kesimpulan

Pemeriksaan CT Scan kepala pada pasien pediatrik di rumah sakit telah dilakukan dengan persiapan, alat, dan posisi yang sesuai. Namun, penggunaan parameter default alat dengan penyesuaian terbatas pada berat badan belum sepenuhnya mempertimbangkan usia, ukuran kepala, dan kondisi klinis pasien. Tiadanya penggunaan sedasi memberikan dampak positif dan penggunaan alat fiksasi kepala efektif mengurangi gerakan pasien. Penerapan *recon slice thickness* 1,25 mm meningkatkan kualitas citra, namun tetap perlu diimbangi dengan modifikasi parameter sesuai usia diperlukan agar optimasi dosis maksimal. Disarankan agar rumah sakit menerapkan protokol yang sesuai kelompok usia dan proteksi radiasi menyeluruh sesuai prinsip ALARA.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada rekan-rekan yang sudah mau membantu dalam pengerjaan artikel ini. Terutama kepada Ibu Ildsia dan Ibu Asih selaku pembimbing, Bapak Eka Yudiantara selaku CI yang membantu dalam observasi dan wawancara, dan Orang tua penulis yang membantu secara material sehingga dapat menyelesaikan artikel ini.

Referensi

- Al Amin, M. (2017). Klasifikasi kelompok umur manusia berdasarkan analisis dimensi fraktal box counting dari citra wajah dengan deteksi tepianny. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 5(2). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/mathunesa/article/view/19398>
- Alatas, Z. (2017, October). Risiko Radiasi Dari Computed Tomography Pada Anak. In *Jurnal Forum Nuklir* (Vol. 8, No. 2, pp. 181-189).
- Arlachov, Y., & Ganatra, R. H. (2012). Sedation/anaesthesia in paediatric radiology. *The British journal of*

- radiology, 85(1019), e1018-e1031. 10.1259/bjr/28871143
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). (2013). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2022 tentang Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar x dalam radiologi diagnostic dan intervensional*.
- Bontrager, K. L., & Lampignano, J. P. (2018). *Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy*. Elsevier.
- Dari, D. W., Wulandari, P. I., & Kusman, K. (2023). Evaluasi Implementasi Proteksi Radiasi Di Ruang Radiologi Intervensi Instalasi Rir Rsup Prof. Dr. Igng Ngoerah. *Humantech: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(3), 604-619. <https://journal.ikopin.ac.id/index.php/humantech/article/view/2942>
- Ghannam, J. Y., & Al Kharazi, K. A. (2023). Neuroanatomy, cranial meninges. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- Grey, M. L., & Ailnami, J. M. (2018). *CT & MRI Pathology: A Pocket Atlas*.
- Hilmiyati, Rafika & Angella, Shelly. (2024). Penatalaksanaan CT-Scan Kepala dengan Klinis Trauma Ringan di Unir Radiologi X Pekanbaru. *Jurnal Penelitian Ilmiah Multidisiplin*, 8 (1): 370-376. <https://sejurnal.com/pub/index.php/jpim/article/view/549>
- Ibad, Z. N., Muslim, M., & Sofyan, H. (2021). Perbandingan dosis permukaan pada pemeriksaan thorax anak menggunakan metode automatic exposure control dan metode manual. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia (Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology)*, 21(2), 61-71. 10.17146/jstni.2020.21.2.5754
- Indrati, R., Masrochah, S., Susanto, E., Kartikasari, Y., Wibowo, A. S., Darmi, A. B., & Rasyid, M. E. (2017). Proteksi radiasi bidang radiodiagnostik dan intervensional. *Magelang: Inti Medika Pustaka*.
- Irsal, M., & Winarno, G. (2020). Pengaruh Parameter Milliampere-Second (mAs) terhadap Kualitas Citra Dan Dosis Radiasi Pada Pemeriksaan CT scan Kepala Pediatrik. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 17(1), 1-8. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/f/article/view/7085/0>
- Isaacs, A. M., Riva-Cambrin, J., Yavin, D., Hockley, A., Pringsheim, T. M., Jette, N., ... & Hamilton, M. G. (2018). Age-specific global epidemiology of hydrocephalus: systematic review, metanalysis and global birth surveillance. *PloS one*, 13(10), e0204926. 10.1371/journal.pone.0204926
- Kartawiguna, D., dkk. (2017). *Instrumental Pemindai Tomografi Komputer (CT-Scan)*. Yogyakarta: Pustaka Panasea.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2014 tentang Upaya Kesehatan Anak*.
- Koleva, M., & Jesus, O. D. (2023). *Hydrocephalus*. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Latifah, R., Jannah, N. Z., & Nurdin, D. Z. (2019). Determination Of Local Diagnostic Reference Level (Ldl) Pediatric Patients On Ct Head Examination Based On Size-Specific Dose Estimates (Ssde) Values. *Journal of Vocational Health Studies*, 2(3), 127-133. <https://doi.org/10.20473/jvhs.V2.I3.2019.127-133>
- Long, B. W., Rollins, J. H., & Smith, B. J. (2016). *Merrill's Atlas of Radiographic Positioning & Procedures* (13th ed.). Missouri: Elsevier Mosby.
- Mahmudah, D., Sokhibi, A. H., & Hafifudin, R. (2024). Meningkatkan Kepatuhan terhadap Protokol Keselamatan Radiasi: Dampak Pelatihan dan Teknologi Canggih. *Journal of Nursing and Health Science*, 3(2), 46-53. <https://e-journalstikes-pertamedika.ac.id/jnhs/article/view/166>
- Park, K. S. (2023). Nervous system. In *Humans and electricity: Understanding body electricity and applications* (pp. 27-51). Cham: Springer International Publishing.
- Sari, A. W., Putri, M. N., & Musrifah, F. (2022). Pengukuran Dosis Radiasi Organ Tyroid Keluarga Pasien Pada Pemeriksaan Ct Scan Kepala Pediatrik. *Medical Imaging and Radiation Protection Research*

- (*MIROR*) *Journal*, 2(2), 41-46. 10.54973/miror.v2i2.254
- Sarjani, N. N. (2022). Teknik Pemeriksaan Ct-Scan Kepala Kontras Kasus Cephalgia Di Instalasi Radiologi RSUD Karangasem. *MIDWINERSLION: Jurnal Kesehatan STIKes Buleleng*, 7(2), 26-30. <https://doi.org/10.52073/midwinerslion.v7i2.266>
- Seeram, E. (2016). *Computed Tomography: Physical Principles, Clinical Applications* (4th ed.). Elsevier.
- Seeram, E. (2022). *Computed Tomography - E-Book: Computed Tomography - E-Book*. Saunders.
- Soediono, B. (2014). INFO DATIN KEMENKES RI Kondisi Pencapaian Program Kesehatan Anak Indonesia. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53, 160.
- Tamber, M. S. (2021). Insights into the epidemiology of infant hydrocephalus. *Child's Nervous System*, 37(11), 3305-3311. 10.1007/s00381-021-05157-0
- Thut, D. P., Kreychman, A., & Obando, J. A. (2014). 111In-DTPA cisternography with SPECT/CT for the evaluation of normal pressure hydrocephalus. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 42(1), 70-74. 10.2967/jnmt.113.128041
- Utami, A. P., Andriani, I., & Budiwati, T. (2018). Prosedur Pemeriksaan CT Scan Kepala Pada Kasus Cerebrovascular Accident (CVA) Bleeding di Instalasi Radiologi Rumah Sakit TK. II 04.05. 01 Dr. Soedjono Magelang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan*, 4(2). <https://doi.org/10.33666/jitk.v4i2.88>
- Wijokongko, S., Ardiyanto, J., Fatimah, Utami, A. P., & Rustanto. (2016). *Protokol Radiologi CT Scan dan MRI* (Jilid 2). Magelang: Inti Medika Pustaka.
- World Health Organization. (n.d.). *Computed Tomography in Children*.