

Evaluasi Nilai Dosis Efektif pada Pemeriksaan CT Scan Kepala di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB

Evaluation of Effective Dose Value on CT Scan Examination of the Head in the Radiology Installation of the NTB Province Regional General Hospital

Rahmat Solichin ^{1*}

Kadek Yuda Astina ²

Cokorda Istri
Ariwidyastuti ³

AKTEK Radiodiagnostik dan
Radioterapi Bali, Denpasar, Bali,
Indonesia

*email:

rahmatsolichin@gmail.com

Abstrak

Pemeriksaan CT Scan, pasien menerima dosis radiasi selama proses pemindaian. Untuk memastikan dosis yang diterima pasien berada dalam standar optimal, maka digunakan suatu indeks optimisasi yang dikenal sebagai *Diagnostic Reference Level (DRL)*. Dengan DRL, rumah sakit dapat memastikan bahwa dengan evaluasi nilai dosis efektif pada pemeriksaan CT Scan kepala memberikan manfaat strategis bagi rumah sakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui evaluasi dosis efektif pada pemeriksaan CT Scan Kepala tanpa kontras di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB, dengan pedoman yang ditetapkan oleh BAPETEN dan *International Commission on Radiological Protection (ICRP)*. Penelitian ini menggunakan desain penelitian kuantitatif dan teknik pengumpulan data observasional dengan meninjau laporan dosis pada konsol komputer pesawat CT scan Phillips 128-slice. Periode pengumpulan dan pengambilan data penelitian ini adalah dari bulan April 2024 sampai dengan juni 2024. Lokasi penelitian di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB. kesimpulan dari penelitian ini yaitu hasil pengukuran nilai dosis efektif pada pasien yang menjalani pemeriksaan CT-Scan Kepala Non Kontras di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB semakin bertambahnya panjang scan dan semakin besar ketebalan objek maka semakin besar radiasi yang didapatkan pada pemeriksaan tersebut. Perbedaan besaran dosis yang didapatkan pada pemeriksaan tersebut yaitu klinis dan batas penyinaran pada masing-masing pasien tersebut. Penerimaan besaran nilai dosis efektif pada pemeriksaan CT-Scan Kepala Non Kontras masih dalam batasan normal. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai rata-rata dosis efektif yang diterima oleh pasien di Instalasi Radiologi Radiologi RSUD Provinsi NTB pada pemeriksaan CT-Scan bagian kepala Non Kontras sebesar 2,33 msv.

Kata Kunci:

CT Scan Kepala
Nilai Dosis Efektif
Diagnostic Reference Level
(DRL)

Keywords:

Head CT Scan
Effective Dose Value
Diagnostic Reference Level (DRL)

Abstract

During a CT scan, the patient receives a radiation dose during the scanning process. To ensure that the dose received by the patient is within the optimal standard, an optimization index known as *Diagnostic Reference Level (DRL)* is used. With DRL, hospitals can ensure that evaluating the effective dose value of head CT scans provides strategic benefits for hospitals. This study aims to determine the evaluation of effective dose in head CT scan examination without contrast in Radiology Installation of NTB Provincial Hospital, with guidelines set by BAPETEN and *International Commission on Radiological Protection (ICRP)*. This study used a quantitative research design and observational data collection technique by reviewing the dose report on the computer console of the Phillips 128-slice CT scan aircraft. The period of data collection and retrieval of this study was from April 2024 to June 2024. The conclusion of this study is the results of measuring the effective dose value in patients undergoing Non Contrast Head CT-Scan examination at the Radiology Installation of the NTB Provincial Hospital, the longer the scan length and the greater the thickness of the object, the greater the radiation obtained in the examination. The difference in the amount of dose obtained in the examination is clinical and the limit of irradiation in each patient. Acceptance of the amount of effective dose value in the Non Contrast Head CT-Scan examination is still within normal limits. From the results of these calculations, it can be seen that the average value of the effective dose received by patients in the Radiology Installation of the Radiology of the NTB Provincial Hospital in the CT-Scan examination of the Non-Contrast head is 2.33 msv.



PENDAHULUAN

Computed Tomography Scan (CT Scan) merupakan perlengkapan yang digunakan buat menganalisis penyakit pada badan manusia dengan menggunakan sinar-X. Salah satu metode buat tingkatkan kesehatan warga merupakan dengan memakai sinar-X dalam penyembuhan nuklir. CT scan digunakan buat mengenali apakah terdapat permasalahan pada badan CT scan bisa digunakan buat bermacam tipe pengecekan semacam pengecekan kepala. Pesawat CT scan pemeriksaannya merupakan Multi Slice CT Scan. Hasil foto bisa diolah cocok dengan penaksiran penyakit buat memperoleh foto terbaik buat penaksiran yang akurat serta komprehensif (1).

CT Scan merupakan bagian dari modalitas pemeriksaan radiologi yang bertujuan menghasilkan citra dengan resolusi tinggi dan detail anatomi yang baik. Salah satu kegunaan utama CT Scan adalah untuk pemeriksaan kepala. Hal ini penting karena berbagai kelainan patologis pada tulang dan jaringan otak dapat terdeteksi dengan jelas melalui teknologi ini. Oleh karena itu, pemeriksaan CT Scan kepala sering dilakukan di fasilitas radiologi sebagai bagian dari upaya diagnosis dan penanganan berbagai masalah Kesehatan (2).

Dalam pemeriksaan CT Scan, pasien menerima dosis radiasi selama proses pemindaian. Untuk memastikan dosis yang diterima pasien berada dalam standar optimal, maka digunakan suatu indeks optimisasi yang dikenal sebagai Diagnostic Reference Level (DRL). DRL merupakan pedoman yang ditetapkan untuk mengatur dosis radiasi dalam prosedur pemeriksaan. Untuk CT scan, DRL dinyatakan sebagai volume indeks dosis tomografi terkomputasi (CTDIvol), yang mewakili dosis studi CT scan awal dan produk panjang dosis (DLP), yang menggambarkan dosis total selama pemeriksaan CTScan. Nilai CTDIvol dan DLP ini biasanya tercantum dalam laporan dosis atau profil dosis yang tersedia di workstation CT Scan (3).

Pemeriksaan CT di berbagai rumah sakit memerlukan pemantauan dan evaluasi dosis yang diterima pasien. Apabila dosis yang diperoleh dalam penelitian melebihi nilai ambang batas DRL yang ditentukan BAPETEN, maka besar kemungkinan terjadinya kerusakan sel jaringan tubuh dan kerusakan genetik. Lesi berupa sel germinal pada pasien di usia lanjut. Oleh karena itu bagian radiologi harus mencari tahu penyebabnya dan melakukan perbaikan agar proteksi radiasi yang diberikan kepada pasien dapat diterapkan secara optimal (4). Dosis kepada pasien harus tepat dan dioptimalkan untuk menghindari radiasi yang tidak perlu atau perlu sehingga pasien secara konsisten menerima dosis serendah mungkin. menjaga kualitas gambar. Dosis efektif diresepkan untuk pasien yang tujuannya adalah mendapatkan hasil pencitraan yang baik dengan dosis serendah mungkin. Dalam CT scan, studi dosis sangat penting karena mesin CT ini menggunakan tegangan dan arus yang tinggi dibandingkan peralatan radiodiagnostik lainnya (5).

Dosis yang diterima oleh pasien selama pemeriksaan CT Scan dapat diestimasi dan ditampilkan di layar monitor yaitu menampilkan Computed Tomography Dose Index (CTDI) untuk setiap penggunaan protokol. CTDI berperan penting dalam evaluasi dosis pasien dan protokol pemeriksaan sebagai bagian dari program jaminan kualitas. Selain itu, CTDI juga bisa digunakan sebagai ukuran untuk membandingkan protokol antara fasilitas CT Scan yang berbeda, serta dikaitkan dengan kualitas citra yang dihasilkan. Adapun DLP (Dose Length Product) adalah dosis total untuk pemeriksaan lengkap atau keseluruhan, panjang dan lebar bagian yang di scan (6).

Diagnostic Reference Level (DRL) adalah nilai dosis yang ditetapkan sebagai standar untuk mengidentifikasi penerimaan dosis radiasi yang diterima pasien dalam jenis suatu pemeriksaan tertentu. Jika dosis melebihi nilai DRL, langkah-langkah perbaikan dan kontrol perlu dilakukan untuk memastikan dosis yang optimal dan

kualitas gambar yang dapat diterima dengan dosis yang lebih rendah. Tujuan DRL adalah untuk meningkatkan proteksi radiasi bagi pasien dengan memberikan dosis sekecil mungkin namun tetap menjaga kualitas gambar yang tetap optimal (7).

Sesuai Keputusan Kepala Badan Tahun 2021 No. 1211/K/V/2021 tentang Penetapan Persyaratan Diagnostik Indonesia untuk CT Scan Sinar-X dan Prosedur Radiografi Umum. Nilai CT scan kepala tanpa kontras CTDIvol 60 mGy DLP 1275 mGy.cm.

Penelitian serupa membahas efektivitas dosimetri dalam memperkirakan nilai dosis radiasi pada pasien dewasa CT nonkontras... Penelitian berdasarkan nilai CTDI dan DLP di Bagian Radiologi RS TK II Pelamonia menunjukkan bahwa studi kontras kepala orang dewasa di TK RS Pelamonia II masih dibawah nilai yang direkomendasikan BAPETEN pada tahun 2021 dalam IDRL (8). Penelitian lain terkait analisis dosis efektif pada studi head computer tomography CT scan di RS Sanjiwani Gianyar menunjukkan bahwa semakin tua usia maka nilai DLP semakin tinggi, dan nilai DLP lebih tinggi pada pasien laki-laki dibandingkan pasien perempuan (16).

Diagnostic Reference Levels (DRL) secara umum dapat dikatakan sebagai konsep yang digunakan untuk mengoptimalkan dosis radiasi pada prosedur medis, khususnya pada pemeriksaan radiologi diagnostik. Bisa juga disebut dengan tingkat dosis radiasi atau aktivitas yang tidak boleh dilampaui untuk prosedur radiologi diagnostik yang umum, kecuali ada indikasi klinis yang kuat untuk melakukannya. Dengan menerapkan konsep DRL, rumah sakit dapat memastikan bahwa dosis radiasi pada pasien tetap optimal dan terkendali, sekaligus meningkatkan kualitas layanan radiologi secara keseluruhan yang berdasarkan dan berpedoman pada peraturan yang berlaku.

Berdasarkan hasil observasi penulis di RSUD Provinsi NTB yang memiliki modalitas CT Scan 128 slice dengan merek Phillips, modalitas tersebut belum pernah

dilakukan pengujian parameter dosis CT Scan yaitu dengan melihat nilai CTDI dan DLP khususnya pada pemeriksaan kepala tanpa kontras dan jumlah pemeriksaan CT scan di RSUD Provinsi NTB kurang lebih 432 pasien per bulan dan pemeriksaan CT Scan kepala tanpa kontras di RSUD Provinsi NTB rata-rata 90 pemeriksaan per bulan dari data ini pemeriksaan CT Scan kepala tanpa kontras merupakan pemeriksaan terbanyak pertama di bandingkan dengan pemeriksaan CT Scan lainnya. dari hasil data ini maka peneliti mengambil pemeriksaan CT Scan kepala tanpa kontras untuk dijadikan penelitian.

Pemeriksaan CT Scan kepala tanpa kontras sering kali digunakan sebagai langkah awal dalam diagnosis atau penilaian gejala neurologis. Penelitian yang dilakukan pada pemeriksaan ini dapat memberikan wawasan baru tentang dosis efektif yang diterima oleh pasien dan potensi risiko radiasi yang terkait. Hal ini dapat membantu meningkatkan pemahaman tentang manfaat dan risiko pemeriksaan CT Scan kepala tanpa kontras dalam konteks kondisi klinis yang spesifik dan pemeriksaan CT Scan kepala tanpa kontras umumnya memerlukan dosis radiasi yang lebih rendah dibandingkan dengan pemeriksaan CT Scan dengan kontras. Hal ini penting untuk mengurangi paparan radiasi yang diterima oleh pasien, terutama dalam jangka panjang. Dengan melakukan penelitian pada pemeriksaan tanpa kontras, dapat dievaluasi dan dioptimalkan dosis radiasi yang diterima pasien dalam praktik klinis sehari-hari.

Parameter dosis tersebut penting untuk melihat nilai yang terpapar ke pasien, dengan begitu dapat dilihat dan dibandingkan dengan nilai DRL yang ditetapkan oleh pihak berwenang BAPETEN berdasarkan Keputusan Kepala Badan No 1211/K/V/2021 Tahun 2021 Tentang Penetapan Nilai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level) untuk Modalitas Sinar-X CT Scan Dan Radiografi Umum telah sesuai dengan pedoman atau belum. Pengujian ini

memiliki manfaat agar petugas dapat mengetahui dosis yang digunakan masih dalam ambang batas aman atau tidak, dengan demikian, evaluasi nilai dosis efektif pada pemeriksaan CT Scan kepala memberikan manfaat strategis bagi rumah sakit dalam memenuhi standar keselamatan radiasi, meningkatkan kualitas layanan, melindungi pasien, mengembangkan kompetensi staf, serta memperkuat reputasi dan citra rumah sakit.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan desain penelitian kuantitatif dan teknik pengumpulan data observasional dengan meninjau laporan dosis pada konsol komputer pesawat CT scan Phillips 128-slice. Pengumpulan data melalui observasi adalah salah satu ciri unik dari berbagai teknik. Observasi merupakan suatu proses yang kompleks dan terstruktur. Yang terpenting dalam proses ini adalah observasi yang objeknya hanya diamati satu kali kemudian diukur.

Periode pengumpulan dan pengambilan data penelitian ini adalah dari bulan April 2024 sampai dengan Juni 2024. Lokasi penelitian berada di Bagian Radiologi RSUD Provinsi NTB.

Pada penelitian ini terdapat tiga variable, yaitu variable bebas meliputi parameter CT scan kepala tanpa kontras, Variabel terikat meliputi nilai dosis radiasi berdasarkan pengukuran CT dose volume (CTDIvol) dan *dose length product (DLP)* dan Variabel kontrol meliputi Berat badan, usia pasien, dan protocol pemeriksaan CT Scan Kepala tanpa kontras

Populasi pada penelitian ini melibatkan pasien dengan CT scan kepala tanpa kontras di Bagian Radiologi RSUD Provinsi NTB dan yang menjadi sampel penelitian yaitu sebanyak 30 pasien yang menjalani pemeriksaan CT scan kepala tanpa kontras yang memenuhi kriteria inklusif dan eksklusif.

Prosedur Penelitian

Pengambilan data CT Scan kepala tanpa kontras dilakukan berdasarkan kategori sampel yaitu pasien berusia 15 tahun ke atas (usia remaja sampai dewasa) dan berdasarkan variabel kontrol yang telah ditentukan.

Data sampel dikumpulkan dari 30 pasien untuk CT scan kepala tanpa kontras.

Data yang di ambil bersifat *retrospective* atau data yang sudah ada pada konsol Alat CT Scan merk Phillips 128 Slice di RSUD Provinsi NTB, Data dosis yang tercatat yaitu CTDIvol dan DLP dapat dilihat di layar Konsul CT Scan atau diintegrasikan ke dalam sistem informasi DICOM setiap pasien, seperti laporan log dosis.

Analisis hasil CTDIvol dan DLP, dikombinasikan dengan data dosis yang diperoleh, mengarah pada pengembangan pedoman diagnostik untuk prosedur rontgen, CT scan, dan radiografi umum oleh BAPETEN dan Komisi Internasional untuk Perlindungan Radiologi (ICRP)

Parameter yang digunakan terhadap 30 pasien CT scan kepala tanpa kontras di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB sebagai berikut:

Tabel I. Parameter yang digunakan dalam scanning kepala

No	Parameter	Nilai / Ukuran
1	Scan area	Basis cranii sampai verteks
2	San Mode	Helical
3	Tegangan tabung (kV)	120
4	Kuat arus (mA)	340
5	Window Width	80 HU
6	Window Level	40 HU
7	Pitch	1
8	Gantry tilting	0°
9	Slice Thickness	5 mm
10	FoV	Standar Alat
11	Reconstruction	5 mm

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, peneliti mengumpulkan data melalui observasi terhadap nilai DRL dan pengukuran dosis efektif. Nilai DRL diperoleh dengan meninjau laporan dosis pada konsol komputer pesawat CT Scan Phillips 128 Slice, dengan memperhatikan hasil CTDI dan DLP pada pasien yang menjalani CT Scan kepala tanpa kontras. Data tersebut dicatat dalam Tabel 3.1 dan kemudian diolah menggunakan metode berdasarkan pedoman dari Bapeten untuk perbandingan dengan nilai DRL yang telah ditetapkan oleh BAPETEN. Selanjutnya, untuk nilai dosis efektif, perhitungan dilakukan dengan mengalikan nilai DLP dengan faktor bobot empiris jaringan tubuh. Hasil perhitungan tersebut memberikan nilai dosis efektif untuk pemeriksaan CT Scan kepala tanpa kontras.

Metode Analisis Data

Metode analisis bahan penelitian ini adalah observasional, dengan melakukan observasi langsung, yaitu mencatat nilai CTDI dan DLP pada CT scan kepala tanpa kontras kemudian dibandingkan dengan DRL yang ditetapkan BAPETEN (Peraturan Kepala Lembaga No. 1211/K/V/2021 Tahun 2021). Data akan dilakukan uji deskriptif dengan menggunakan SPSS 23, hasil uji deskriptif akan dibandingkan dengan standar yang ditetapkan BAPETEN (Keputusan Kepala Badan No 1211/K/V/2021 Tahun 2021) dan standar International Commission on Radiological Protection (ICRP).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini penulis memperoleh sampel sebanyak 30 (tiga puluh) sampel pemeriksaan CT-Scan Kepala Non Kontras yang didapat dari pasien yang menjalani pemeriksaan CT-Scan Kepala Non Kontras di Instalasi Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB adapun data sampel dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel II. Data Sampel Pasien Pemeeriksaan Kepala Kontras

No	Bulan/Tahun	CT-Scan Kepala Non Kontras
1.	April 2024	10
2.	Mei 2024	10
3.	Juni 2024	10
jumlah		30

Tabel III. Jumlah sampel pasien laki-laki dan Perempuan

No	Bulan	Jenis Kelamin		CT Scan Kepala Non Kontras
		Laki-laki	Perempuan	
1.	April	5	5	10
2.	Mei	6	4	10
3.	Juni	3	7	10
Jumlah		14	16	30

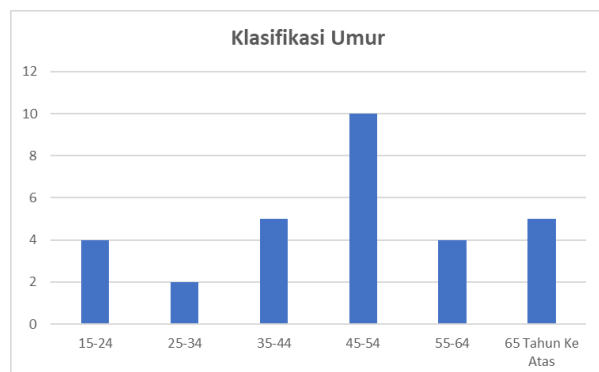
Pada tabel diatas ditunjukkan bahwa dari total 30 sampel yang digunakan pada penelitian ini, lebih banyak pasien perempuan yang berjumlah 16 orang dibandingkan dengan pasien laki-laki yang berjumlah 14 orang

Tabel IV. Analisis nilai maximal, minimum, rata-rata dan nilai median

	CTDI vol (mGy)	DLP (mGy*cm)	Dosis Efektif (msv)
Maximum	84,10	2658,26	5,58
Minimum	23,56	653,98	1,37
Median	34,72	929,90	1,95
Rata-rata	39,24	1111,35	2,33

Pada tabel diatas tersebut disajikan nilai Maximum, minimum, median dan rata-rata pada pengukuran CTDIvol, DLP, dan dosis efektif. Nilai rata-rata dosis efektif pada pemeriksaan CT Scan Kepala Non Kontras di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB yaitu sebesar 2,33 msv.

Gambar 1. Rentang Usia Pemeriksaan CT-Scan Kepala Tanpa Kontras



Pada gambar diatas dapat dilihat pasien yang menjalani pemeriksaan CT-Scan Kepala Non Kontras selama periode April 2024 sampai Juni 2024 paling sering melaksanakan pemeriksaan tersebut dengan rentang usia 45-54 tahun.

Nilai dosis efektif yang diterima oleh pasien pada pemeriksaan CT-Scan kepala Non kontras di Instalasi Radiologi Rsud Provinsi NTB menunjukkan adanya nilai dosis efektif yang terendah (minimum) 1,37 msv sedangkan nilai tertinggi (maximum) 5,58 msv dalam analisis dosis efektif. Dosis efektif di dapat dari Dose-Length Product) dikali dengan nilai konversi 0,0021 (Kepala). Diagnostic reference level pada pemeriksaan CT-Scan pada saat ini dinyatakan dalam CTDIvol (Computed Tomography Dose Indeks Volume) dan DLP (Dose Length Product), dimana CTDIvol merupakan indikator dosis output dari CT Scan pada sebuah irisan/slice Sedangkan DLP merupakan dosis total selama pemeriksaan.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa nilai maximum dari dosis efektif yaitu 5,58 msv sedangkan nilai dosis efektif minimum 1,37 msv berdasarkan hasil analisis tersebut nilai rata-rata dosis efektif pada pemeriksaan CT-Scan Kepala Non Kontas di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB yaitu sebesar 2,33 msv. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi maximum dan minimum dosis efektif tersebut. Beberapa faktor yang mempengaruhi maximum dan

minimum dosis efektif yaitu kv, mA, adapun juga yang mempengaruhi dosis tersebut yaitu ketebalan objek, berat badan, dan usia pasien yang melakukan pemeriksaan CT- Scan Kepala Non Kontras.

KESIMPULAN

Dari hasil data pada penelitian diatas, dapat diambil kesimpulan yaitu hasil pengukuran nilai dosis efektif pada pasien yang menjalani pemeriksaan CT-Scan Kepala Tanpa Kontras di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB semakin bertambahnya panjang scan dan semakin besar ketebalan objek maka semakin besar radiasi yang didapatkan pada pemeriksaan tersebut. Perbedaan besaran dosis yang didapatkan pada pemeriksaan tersebut yaitu klinis dan batas penyinaran pada masing-masing pasien tersebut. Penerimaan besaran nilai dosis efektif pada pemeriksaan CT-Scan Kepala Non Kontras masih dalam batasan normal. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai rata-rata dosis efektif yang diterima oleh pasien di Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB pada pemeriksaan CT-Scan bagian Kepala Non Kontras sebesar 2,33 msv.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat : Direktur RSUD Provinsi NTB dan Kepala Instalasi Radiologi RSUD Provinsi NTB yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada peneliti dalam pelaksanaan penelitian ini. Tidak lupa pula peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kadek Yuda Astina, S.ST, M.Kes, Cokorda Istri Ariwidyastuti, S.ST, M.Kes dan Langkir Spto Adi, SSi, MM yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- Siregar, E.S.B., Sutapa, G.N., dan Sudarsana IW. 2020. Analisis Dosis Radiasi Pasien Pada Pemeriksaan CT-Scan Menggunakan Aplikasi Si-INTAN. In: Buletin Fisika. 2020. p. 53–9.
- Darmini, Dahjono, J., Handoko, B., Rochmayanti D. 2017. Dosis Radiasi pada pemeriksaan CT Scan Kepala dengan Scanogram sejajar Infra Orbital Meatal Line (IOML) Dan Modifikasi Supra Meatal Line (SOML). In Semarang; 2017. p. 208–11.
- Latifah. R., Jannah, N. z., Nurdin, D. Z., & P B. 2019. Determination Of Local Diagnostic Reference Level (LDI) Pediatric Patients On Ct Head Examination Based On Size-Specific Dose Estimates (SSDE) Values. J Vocat Heal Stud [Internet]. 2019;127–33. Available from: <https://doi.org/10.20473/jvhs.V2I3.2019.127-133>
- Pratiwi ADI& Y. 2021. Penerapan Proteksi Radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit. Higeia J Public Heal Reserch Dev. 2021;409–20.
- Ibrahim AA. 2018. Estimasi Dosis Efektif Pasien bagian Abdomen dari Hasil Pemeriksaan Ct Scan Merk Siemens Somatom. J Positron. 2018;39.
- Lanca, L & Hogg P. 2017. The impact of pitch values on image quality and radialion dose in an abdominal adult phanlom using CT Support. Eur Soc Radiol. 2017;1–11.
- Yull Aviva VirginI., I Kadek Yuda Astina2, Sayang Pratista3. 2023. Estimasi nilai dosis radiasi pada pemeriksaan CT-Scan Kepala Dewasa Non Kontras berdasarkan nilai CTDI dan DLP di Instalasi Radiologi RSTK II Pelamonia Vol I No 10 Januari 2023
- Lampignano, J. & Kendrick L. 2018. Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. In: 2960.
- Fitriana KP. 2023. Analisis Nilai Dosis Computed Tomograph Dose Index(CTDI) Dan Dose Lenght Product (DLP) Pada Pemeriksaan CT Scan Head, Chest, Dan Abdomen Non Kontras DI RSUD ULIN Banjarmasin [Internet]. Poltekkes Kemenkes semarang; 2023. Available from: https://repository.poltekkes-smg.ac.id/?p=show_detail&id=3747
- Bontrager KL. 2018. Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. In: nine edition. St.Louis,Missouri;
- Seeram E. 2016. Textbook Of Computed Tomography For Technologist in: Physical Principles,Clinical Application And Quality Control. In: 4-42016. 4th ed. Elsevier;
- Qothrunnada M. 2023. Profile Computed Tomography Dose Index (CTDI) Dan Dose Lenght Product (DLP) Pada Pemeriksaan CT Scan Kepala di INSTALASI RADIOLOGI RSUD KARDINAH TEGAL. DIII TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI PURWOKERTO;
- Beeres, M., Wichman, J.L, Paul, J., Mbalisike, E., Elsabaie, M., Vogl, T.J., & Nour Eldin N-EA. 2015. CT Chest and Gantry Rotation Time:Does the Rotation time Influence Image Quality
- Teroci J, Akademi M, Radiodiagnostik T, Bali R, Kadek I, Astina Y, et al. 2024. Analisis Dosis Efektif Pada Pemeriksaan CT-SCAN Kepala Kontras di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Surya Husadha Denpasar. J Kesehatan Tradis [Internet]. 2024;2(1):208–13. Available from: <https://doi.org/10.47861/USD.V2I1.675>
- Gede Agus Krisna Yogantara P, Ngurah Sutapa G, Made Yuliara I. 2021. Analisis Dosis Efektif Pada Pemeriksaan Computer Tomography (CT) Scan Kepala Di RSUD Sanjiwani Gianyar Effective Dose Analysis on Computer Tomography (CT) Head Scan at Gianyar Sanjiwani Hospital. Bul Fis. 2021;22(2):53–9.
- Nuban DM. 2021. Analisis Dosis Radiasi pada Pemeriksaan CT Scan Kepala.
- Lampignano, J.P & Kendrick, L.E. 2018. Textbook Of Radiographic Positioning and Related Anatomy Ninth Edition. United States of America ; Mosby Elseveir.
- Ballinger, P. W & Frank, E.D. 2012. Merrill's Atlas of Radiographic Postions and Radiologic Procedures, Thenth Edition, Volume Three. Saint Louis: Mosby Elseveir
- Romans LE. 2023. Computed tomography for technologists: a comprehensive text. Wollters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2023. 379 hlm.
- Keputusan Kepala Badan No 1211/K/V/2021 Tahun 2021 Tentang Penetapan Nilai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level) untuk Modalitas Sinar-X CT Scan Dan Radiografi Umum
- Anatomy: 2015. The Anatomical Basis of Clinical Practice 41st Editionv by Susan Standring PhD DSc. Publication date. October 9, 2015
- Gray. 2014. dasar-dasar anatomi oleh DRAKE, Richard L. Terbitan: Elsevier, 2014
- Hansen, J. (2019). Netter's Clinical Anatomy. In Medicine & Science in Sports & Exercise (Vol. 44, Issue 5).

Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem Edisi 9. Lauralee Sherwood (Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2011)

Sugiyono. 2015. Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D, Penerbit Alfabeta.