

Analisis Perbandingan Dosis Keluaran CT-Scan dan Dosis yang Diterima Oleh Pasien Batu Ginjal

Ronel Arida Missinychrista, Kadek Subagiada, Erlinda Ratnasari Putri*

Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Mulawarman
Jl. Barong Tongkok No.4, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

*Email Koresponden: erlinda.putri@fmipa.unmul.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v20i3.17098>

Submitted: 09th August, 2023.; Accepted: 17th September, 2023

ABSTRAK-Batu ginjal adalah penyakit yang terjadi pada saluran kemih dan merupakan akumulasi keras seperti batu yang terbentuk di sepanjang saluran kemih dan dapat menyebabkan nyeri, perdarahan, sumbatan aliran urin atau infeksi. Umumnya, cara diagnosis yang diberikan dokter kepada pasien batu ginjal adalah melalui pemeriksaan CT-Scan. Namun, sejauh ini belum diketahui besar radiasi yang diterima pasien pada saat melakukan prosedur CT-Scan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis terkait perbandingan dosis yang dikeluarkan oleh CT-Scan dengan dosis yang diterima oleh pasien pada pemeriksaan CT-Abdomen, dilakukan analisis dosis pasien berdasarkan nilai SSDE pada pemeriksaan CT-Abdomen, dan dilakukan analisis dosis total yang diterima oleh pasien pada pemeriksaan CT-Abdomen. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data yang di download dari halaman *website* resmi "Data Science Institute American College of Radiology" di <https://www.acr.org/>. Berdasarkan hasil penelitian yang ada, peneliti menarik kesimpulan bahwa dosis yang dikeluarkan oleh alat cenderung lebih rendah dibanding dengan dosis yang diterima oleh pasien, besar nilai SSDE maksimum adalah sebesar 28,7550 mGy dan nilai SSDE minimum sebesar 6,7978 mGy, nilai DLP maksimum adalah sebesar 657,1314 mGy.cm dan nilai DLP minimumnya adalah 62,5992 mGy.cm. Hal ini sebaiknya menjadi perhatian oleh para pekerja radiasi untuk memerhatikan dosis yang diterima pasien pada saat pemeriksaan.

KATA KUNCI: CT-Scan; batu ginjal; SSDE.

ABSTRACT-Kidney stones are a disease that occurs in the urinary tract and are hard accumulations like stones that form along the urinary tract and can cause pain, bleeding, obstruction to the flow of urine, or infection. Generally, the method of diagnosis given by doctors to patients with kidney stones is through a CT scan. However, so far it is not known how much radiation the patient receives during the CT scan procedure. Therefore, in this study an analysis was carried out regarding the comparison of the dose issued by the CT-Scan with the dose received by the patient on the CT-Abdomen examination, an analysis of the patient dose based on the SSDE value on the CT-Abdomen examination, and an analysis of the total dose received by the patient on CT-Abdomen examination. The data used in this study is data downloaded from the official website page of the "Data Science Institute American College of Radiology" at <https://www.acr.org/>. Based on the results of existing research, the researchers drew the conclusion that the doses released by the device tend to be lower than the doses received by patients, the maximum SSDE value is 28.7550 mGy, and the minimum SSDE value is 6.7978 mGy, the maximum DLP value is of 657.1314 mGy.cm and the minimum DLP value is 62.5992 mGy.cm. This should be a concern for radiation workers to pay attention to the dose received by the patient during the examination.

KEYWORDS: CT-Scan, kidney stone, SSDE

PENDAHULUAN

Batu ginjal merupakan penyakit yang terjadi pada saluran kemih. Penyakit batu

ginjal ini dapat diobati dengan baik jika diketahui sedini mungkin, sehingga diperlukan pengetahuan yang baik tentang

faktor penyebab terbentuknya jenis batu ginjal tersebut. Batu ginjal dapat disembuhkan jika faktor penyebab dapat diidentifikasi dengan benar, sehingga lebih mudah dilakukan tindakan pencegahan (Widiastiwi & Ernawati, 2021).

CT-Scan merupakan salah satu alat yang digunakan untuk mendiagnosis penyakit pada organ dalam tubuh manusia. Salah satunya dapat digunakan untuk mendiagnosis keberadaan batu ginjal. Namun, CT-Scan diketahui berpotensi memiliki dampak radiasi pada pasien. Studi yang berkaitan erat dengan radiasi dosis pada CT-Scan terus dilakukan. Beberapa pengembangan dosis radiasi pada CT-Scan juga dilakukan agar dapat menghitung dosis yang diterima pasien secara akurat dan efisien. Salah satu upaya yang telah dilakukan adalah optimasi dosis, di mana dosis yang diterima pasien adalah dosis radiasi yang serendah-rendahnya tanpa harus merusak kualitas citra yang dihasilkan (Khoramian dkk., 2019).

Optimasi dosis yang salah satunya dilakukan dalam diagnostik, radiologi, dan juga kedokteran nuklir, yaitu berupa konsep Diagnostic Reference Level (DRL). DRL telah dikenalkan bertahun-tahun yang lalu oleh International Commission on Radiological Protection (ICRP) (Duadini dkk., 2021). Dosis tersebut direpresentasikan dalam bentuk Computed Tomography Dose Index Volume ($CTDI_{vol}$) dan panjang dosis total produk (DLP_t), yang merupakan jumlah dari nilai DLP di setiap perolehan/fase CT. Namun, DRL sebagai dosis acuan diperoleh berdasarkan nilai rata-rata pasien. Oleh karena itu, dosis yang diterima oleh setiap individu dapat berbeda. Ini menyebabkan penggunaan DRL kurang efektif dan mempengaruhi kualitas citra yang dihasilkan (Anam dkk., 2021).

AAPM Report 204 memperkenalkan matriks baru, yaitu SSDE (Estimated Dose-Specific Size), yang dapat digunakan untuk memperkirakan dosis pasien rata-rata berdasarkan $CTDI_{vol}$ dan linier pengukuran ukuran pasien. Matriks ini dianggap lebih

akurat karena mempertimbangkan faktor konversi yang disesuaikan dengan ukuran pasien (Baredero dkk., 2020).

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis terkait perbandingan dosis yang dikeluarkan oleh CT-Scan dengan dosis yang diterima oleh pasien pada pemeriksaan CT-Abdomen, dilakukan analisis dosis pasien berdasarkan nilai SSDE pada pemeriksaan CT-Abdomen, dan dilakukan analisis dosis total yang diterima oleh pasien pada pemeriksaan CT-Abdomen. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data yang di *download* dari halaman *website* resmi "Data Science Institute American College of Radiology" di <https://www.acr.org/>. Diharapkan, hasil penelitian ini nantinya dapat memberikan informasi perbandingan dosis yang dikeluarkan oleh alat dengan dosis yang diterima oleh pasien pada pemeriksaan CT-Abdomen, memberikan informasi konsep matriks baru berupa SSDE yang digunakan untuk mengetahui dosis pasien pada pemeriksaan CT-Abdomen, dan juga memberikan informasi perolehan dosis total yang diterima oleh pasien pada pemeriksaan CT-Abdomen.

Ginjal

Ginjal adalah salah satu organ terpenting dalam tubuh, yang berperan dalam menjaga stabilitas lingkungan ekstraseluler, yang mendukung berfungsinya semua sel dalam tubuh. Ginjal mengatur keseimbangan air dan ion dengan mengatur sekresi air, natrium, kalium, klorida, kalsium, magnesium, fosfat dan zat lainnya dan dengan mengatur konsentrasi asam-basa (Amat, Wungouw, & Redemtus, 2022).

Kesehatan ginjal dapat terganggu jika ginjal tidak dapat bekerja sesuai fungsinya. Hal yang dapat mengganggu reabsorpsi air dan elektrolit pada ginjal adalah pembentukan batu ginjal. Pasokan air minum yang buruk dan makanan kaya purin dapat memicu pembentukan batu ginjal. Batu terbentuk ketika zat pembentuk batu mencapai konsentrasi yang cukup tinggi untuk membentuk kristal dalam larutan. Batu

kristal ini dapat menyebabkan infeksi berulang, penyakit ginjal, atau hematuria. Batu yang muncul di kandung kemih bisa tiba-tiba menghentikan aliran urin, disertai rasa nyeri (Amat, Wungouw, & Redemptus, 2022).

CT-SCAN

Computed Tomography (CT) *Scan* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1970an. Prinsip utama CT-Scan adalah menggunakan metode tomografi, lalu untuk mendapatkan gambar, sinar-X akan mengalami atenuasi. Setelah itu, menembus objek diteruskan ke detektor yang memiliki properti sangat sensitif dalam menangkap perbedaan atenuasi sinar-X yang lalu. Kemudian, sinar-X diubah menjadi sinyal listrik dan data berupa sinyal listrik diubah dalam bentuk digital oleh *Analog Digital Converter* (ADC). Setelah itu, masuk ke sistem komputer dan diolah di komputer, kemudian *Data Acquisition System* (DAS) melakukan pengolahan data berupa data digital atau numerik yang kemudian direkonstruksi dan hasilnya ditampilkan di layar dalam bentuk gray scale image yang berupa skala keabuan (Bahurridha dkk., 2022).

Diagnostic Reference Level (DRL)

DRL didefinisikan sebagai nilai atau laju dosis yang ditentukan dari data atau tingkat dosis sebagai hasil dari pemeriksaan medis dengan menggunakan sinar-X untuk masing-masing tipe pemeriksaan. DRL ditetapkan sebagai jenis pemeriksaan radiologi termasuk diagnostik dan intervensi diagnostik dalam kedokteran nuklir. Pada tingkat nasional, nilai DRL diatur dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Energi Nuklir (BAPETEN) berjenjang Panduan Diagnostik atau DRL. Sementara itu, untuk tingkat internasional nilai DRL ditetapkan pada ICRP, khususnya

dalam ICRP *Publication 102 Managing Patient Dose in Multi-Detector Computer Tomography* (MDCT) (Duadini dkk., 2021).

Konsep DRL telah diperkenalkan bertahun-tahun yang lalu oleh ICRP dan telah diterima secara luas sebagai alat praktis untuk optimasi dalam diagnostik dan radiologi intervensi dan pengobatan nuklir. DRL harus digunakan sebagai bentuk tingkat investigasi untuk mengidentifikasi tingkat dosis tinggi yang tidak biasa. Jika DRL terlampaui, maka diperlukan tinjauan lokal yang biasanya dilakukan di tempat. DRL tidak ditujukan untuk tujuan peraturan atau komersial, tidak mewakili batasan dosis, dan juga tidak terkait dengan batasan (Paulo dkk., 2020).

Saat ini, nilai DRL untuk CT-Scan dinyatakan dalam $CTDI_{vol}$ dan Dose Length Product (DLP). $CTDI_{vol}$ adalah indikator yang digunakan pada keluaran dosis dan DLP adalah dosis total yang digunakan selama pemeriksaan (Duadini dkk., 2021).

Dalam pemindaian heliks, CTDI didefinisikan seperti pada Persamaan (1).

$$CTDI_{vol} = \frac{CTDI_w}{pitch} \quad (1)$$

(Wanara dkk., 2020).

DLP adalah jumlah dosis serap dari keseluruhan rangkaian proses scanning yang telah dilakukan. DLP data dicari dengan mengalikan antara nilai $CTDI_{vol}$ dan panjang scan (L). Secara matematis DLP dalam Persamaan (2):

$$DLP = CTDI_{vol} \times L \quad (2)$$

(Wanara dkk., 2020).

Tabel 1 menyajikan nilai batas DRL pada pemeriksaan menggunakan CT-Scan (BAPETEN, 2019).

Tabel 1 Nilai batas DRL pemeriksaan CT-Abdomen (Badan Pengawas Tenaga Nuklir, 2019)

Kategori	$CTDI_{vol}$ (mGy)	DLP (mGy.cm)
Anak-anak (5-14 tahun)	18	744
Dewasa (≥ 15 tahun)	20	1164

Estimated Dose-Specific Size (SSDE)

Dosis yang diterima oleh seorang pasien bergantung pada ukuran pasien dan keluaran pemindai. AAPM Report 204 memperkenalkan matriks baru, yaitu SSDE, yang dapat digunakan untuk memperkirakan dosis pasien rata-rata berdasarkan $CTDI_{vol}$ dan linier pengukuran ukuran pasien. AAPM Report 220 menjelaskan sebuah metode yang ditingkatkan yang memperkirakan ukuran pasien berdasarkan atenuasi pasien dengan memperkenalkan Water Equivalent Diameter (D_w) (Baredero dkk., 2005).

Perkiraan SSDE untuk setiap pasien dapat diukur dengan menggunakan Persamaan (3).

$$SSDE = f_{size}^{32x} \times CTDI_{vol} \quad (3)$$

di mana ukuran f_{size}^{32x} adalah faktor konversi berdasarkan diameter 32 cm Phantom PMMA untuk $CTDI_{vol}$ untuk nilai D_w tertentu, yang ditentukan pada Persamaan (4)

$$f_{size}^{32x} = 4,3781 \times e^{-0,0433 D_w} \quad (4)$$

ditentukan untuk setiap pasien dari penggambaran daerah ROI dan rata-rata Hounsfield Unit HU dalam ROI. Luas ROI dicatat dan D_w dihitung menggunakan Persamaan (5).

$$D_w = 2 \sqrt{\left(1 + \frac{HU_{ROI}}{1000}\right) \frac{Area_{ROI}}{\pi}} \quad (5)$$

(Barreto dkk., 2020).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang dengan tahap perumusan masalah terlebih dahulu, yang nantinya akan dilakukan pengumpulan data citra pasien yang didiagnosis mengidap penyakit batu ginjal. Umur pasien yang diambil citranya berkisar dari umur 40 tahun keatas baik perempuan maupun laki-laki dan pengambilan data citra pasien yang diambil hanya berasal dari pemeriksaan diagnosis menggunakan alat CT-Scan. Setelah itu, dilakukan pengolahan data dan analisis data dengan membandingkan nilai $CTDI_{vol}$ dengan nilai SSDE untuk mendapatkan kesimpulan akhir. Citra lebih terkait dengan penekanan menonjolkan citra.

Pengambilan data dilakukan dengan men-download citra hasil pemeriksaan Batu Ginjal dari halaman *ggre* resmi "Data Science Institute American College of Radiology" di <https://www.acr.org/>. Karakteristik dari pasien sangat beragam. Citra pasien yang dikumpulkan, yaitu citra DICOM dari 18 pasien. Selain berisi hasil pemeriksaan, citra ini berisi informasi umur pasien, jenis kelamin pasien, waktu pemeriksaan pasien, dan jenis CT-Scan yang digunakan untuk pemeriksaan. Untuk umur pasien, yaitu 41-50 tahun (4 pasien), 51-60 tahun (6 pasien), 61-70 tahun (6 pasien), dan 71-80 tahun (2 pasien). Jumlah pasien dengan jenis kelamin perempuan adalah 7 pasien dan jumlah pasien dengan jenis kelamin laki-laki adalah 11 pasien. Waktu pemeriksaan 18 pasien dari tahun 1999-2010. Kemudian, untuk jenis CT-Scan yang digunakan terdiri dari berbagai jenis, antara lain TOSHIBA Aquilion ONE, SIEMENS Sensation 64, SIEMENS Sensation Open, SIEMENS SOMATOM Definition AS, SIEMENS Sensation 40, SIEMENS Perspective, SIEMENS SOMATOM Definition Flash, SIEMENS Emotion 16, SIEMENS Sensation 64, dan SIEMENS SOMATOM Definition AS+. Protokol pemeriksaan pasien dengan diagnosis batu ginjal adalah berupa pemeriksaan CT-Abdomen yang menampilkan anatomi dari abdomen dan juga letak batu ginjal tersebut. Pemeriksaan pasien menggunakan tegangan tabung yang berbeda-beda, yaitu sebesar 100 kV, 120 kV, dan 130 kV.

Alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu laptop yang dilengkapi dengan *software* RadiAnt DICOM Viewer untuk menampilkan citra DICOM yang diolah dan IndoseCT untuk menghitung nilai $CTDI_{vol}$ dan SSDE.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2, 3, dan 4 menyajikan nilai keseluruhan, rata-rata dan persentil ke-75 DRL dan SSDE pasien batu ginjal pada penelitian ini. Jika dibandingkan dengan nilai DRL dari BAPETEN pada Tabel 1, maka nilai DRL pasien batu ginjal pada penelitian ini umumnya masih di bawah standar yang ditetapkan. Nilai maksimum dan minimum

SSDE sebesar 28,7550 mGy dan 6,7978 mGy, sementara nilai DLP maksimum dan minimum adalah 657,1314 mGy.cm dan 62,5992 mGy.cm.

Gambar 1 menampilkan nilai $CTDI_{vol}$ per *slice* untuk pasien 1. Sumbu x adalah nilai $CTDI_{vol}$ dan sumbu y merupakan *slice* citra pasien. Pada pemeriksaan pasien 1 dihasilkan grafik yang menunjukkan nilai $CTDI_{vol}$ yang

tidak stabil di setiap *slice*-nya. Pada *slice* pertama, dapat dilihat bahwa nilai $CTDI_{vol}$ berada di rentang titik 4-6 mGy, artinya dosis radiasi yang dikeluarkan oleh alat CT-Scan pada saat itu berada di rentang 4-6 mGy. Namun, untuk *slice* berikutnya nilai $CTDI_{vol}$ mengalami penurunan dan naik kembali di *slice* ketiga. Begitu seterusnya hingga *slice* terakhir.

Tabel 2 Nilai DRL dan SSDE pasien batu ginjal

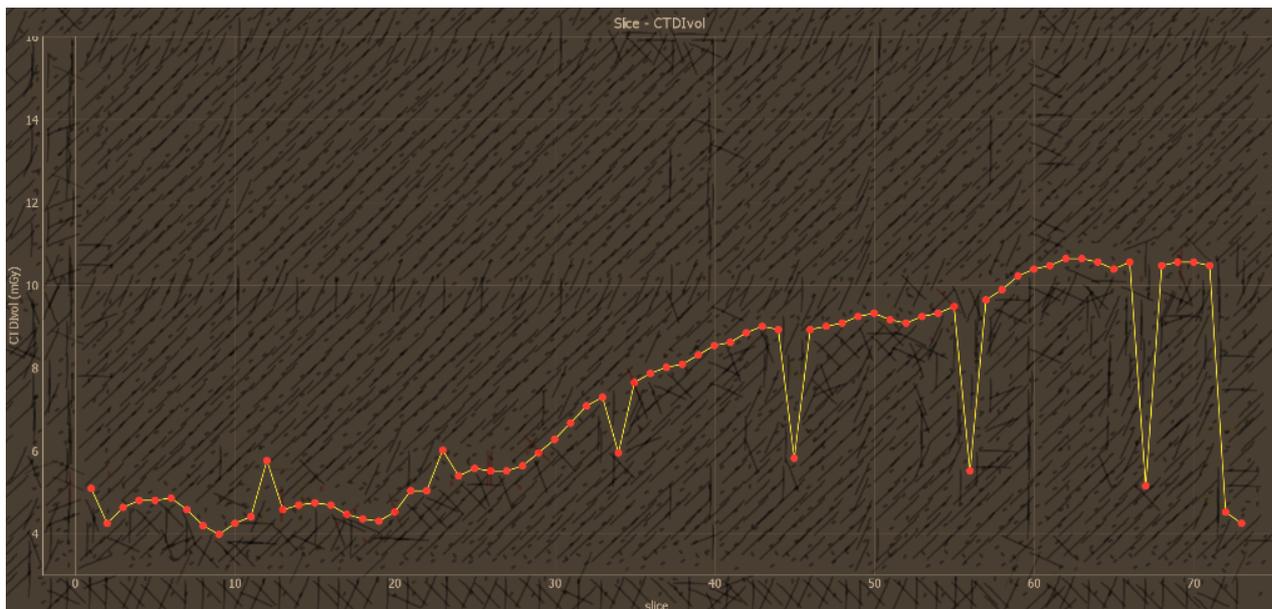
Pasien	$CTDI_{vol}$ (mGy)	DLP (mGy.cm)	D_w (cm)	SSDE (mGy)
1	6,9555	62,5993	24,4023	10,4542
2	9,6744	507,9013	26,6588	13,3409
3	10,4946	136,3246	27,1581	14,2075
4	9,5600	86,0399	28,4506	12,4465
5	7,6826	69,1426	29,1325	9,7702
6	5,4864	71,2678	29,8342	6,7979
7	11,5448	103,903	29,8896	14,2658
8	8,6073	464,7897	30,1069	10,5251
9	9,0413	488,2297	30,2849	11,0010
10	9,0495	81,4453	30,5409	10,8813
11	7,9516	257,6308	31,1112	9,3850
12	11,1487	602,0278	31,4775	12,9551
13	10,9646	357,4445	31,7989	12,6134
14	19,9131	657,1315	31,8683	22,9258
15	15,6590	140,9308	33,6507	16,7495
16	12,6614	113,9522	34,2211	13,2208
17	32,6191	176,1427	39,1012	28,7551
18	30,0000	270,0000	41,2258	24,4757

Tabel 3 Rata-rata DRL dan SSDE pasien batu ginjal

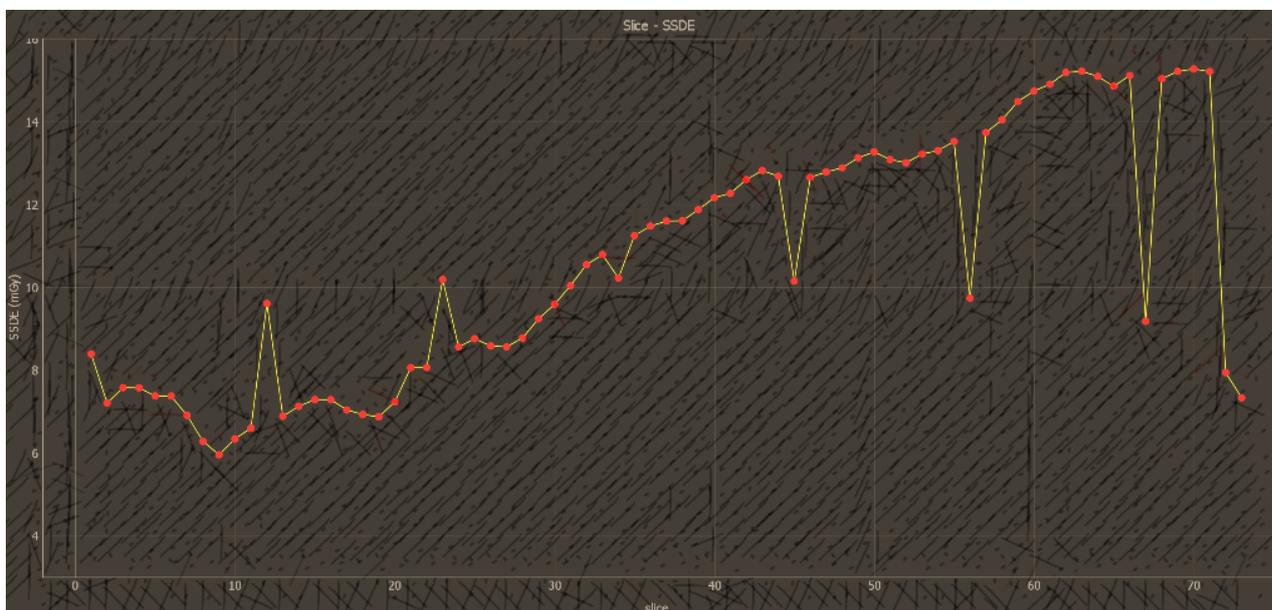
No	D_w (cm)	Jumlah Pasien	Rata-rata		
			$CTDI_{vol}$ (mGy)	DLP (mGy.cm)	SSDE (mGy)
1.	21-30	10	8,8095	207,1642	11,3689
2.	31-40	7	15,8453	329,3228	16,6577
3.	41-50	1	30,0000	270,0000	24,4756

Tabel 4 Persentil ke-75 DRL dan SSDE pasien batu ginjal

No	D_w (cm)	Jumlah Pasien	Persentil ke-75		
			$CTDI_{vol}$ (mGy)	DLP (mGy.cm)	SSDE (mGy)
1.	21-30	10	9,6744	464,7897	13,3409
2.	31-40	7	12,6613	113,9521	13,2207
3.	41-50	1	30,0000	270,0000	24,4756



Gambar 1. Grafik Hasil Nilai $CTDI_{vol}$ pada Pasien 1



Gambar 2. Grafik Hasil Nilai $SSDE$ pada Pasien 1

Hal ini dipengaruhi oleh tegangan tabung (kV), arus tabung (mA), waktu eksposi (s), *slice* thickness, atenuasi (ketebalan objek), dan pitch (Ahadiyah dkk., 2020). Untuk pemeriksaan pasien 1 ini, diketahui bahwa arus tabung dan *slice* location berubah di tiap *slice*-nya. Dari hasil penelitian yang dilakukan. Anam, dkk. (2018) juga memberikan informasi bahwa ukuran organ dapat mempengaruhi penggunaan arus waktu, ini yang membuat penggunaan kuat arus di tiap *slice* pemeriksaan berbeda-beda. Hal ini dapat mempengaruhi nilai hasil dosis radiasi, sehingga menghasilkan grafik yang

tidak stabil. Untuk pemeriksaan yang dilakukan pada pasien 1 dan pasien 2 digunakan kuat arus yang berbeda-beda di tiap *slice*-nya sehingga mengakibatkan nilai $CTDI_{vol}$ yang didapatkan berbeda-beda. Hal ini juga berlaku pada penelitian yang dilakukan oleh Irsal & Winarno (2020) diketahui ada hubungan yang erat antara parameter $CTDI_{vol}$ dengan parameter arus waktu (mAs), yaitu dengan meningkatnya penggunaan mAs dapat meningkatkan $CTDI_{vol}$. Selain itu, menurut hasil dari penelitian tersebut, dosis radiasi dapat berubah secara dinamis oleh penggunaan

Tube Current Modulation (TCM) dimana, penggunaan mA pada bagian organ tertentu mengalami peningkatan dan penurunan sesuai dengan bentuk organ.

Pada penelitian ini terdapat pengaruh lainnya yang mempengaruhi dosis keluaran alat, yaitu nilai tegangan. Nilai tegangan tabung yang tinggi menghasilkan citra yang lebih baik, namun harus tetap berada di ambang batas optimum. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Herlinda dkk (2019), semakin tinggi nilai tegangan, maka semakin pendek panjang gelombang, sehingga semakin baik kualitas sinar-X dan nilai uniformity atau keseragaman yang dihasilkan semakin meningkat. Untuk scan length yang digunakan pada 18 pasien ini berbeda-beda disesuaikan menurut kebutuhan pasien. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Latifah dkk (2019), besar scan length tersebut tidak bersifat mutlak karena scan length disesuaikan dengan kebutuhan pasien.

Gambar 2 menampilkan nilai SSDE per-Slice untuk pasien 2. Sumbu x adalah nilai SSDE dan sumbu y merupakan slice citra pasien. Pada pemeriksaan pasien 1 dihasilkan grafik yang menunjukkan nilai SSDE yang tidak stabil di tiap-tiap slice-nya dan memiliki nilai tinggi yang lebih besar dibanding nilai $CTDI_{vol}$. Pada slice pertama dapat dilihat bahwa nilai SSDE berada di rentang titik 6-8 mGy, artinya dosis radiasi diterima oleh pasien pemeriksaan CT-Scan pada saat itu yaitu berada di rentang 6-8 mGy. Namun, untuk slice berikutnya nilai SSDE mengalami kenaikan yang signifikan dan turun perlahan dari slice ketiga. Begitu seterusnya hingga slice terakhir. Berbeda dengan nilai $CTDI_{vol}$, nilai SSDE merupakan dosis yang diterima oleh seorang pasien dan bergantung pada ukuran pasien dan keluaran pemindai. SSDE diperkenalkan dalam AAPM Report 204 yang dapat digunakan untuk memperkirakan dosis pasien rata-rata berdasarkan $CTDI_{vol}$ dan linier pengukuran ukuran pasien. Kemudian, AAPM Report 220 menjelaskan sebuah metode yang ditingkatkan yang memperkirakan ukuran pasien berdasarkan atenuasi pasien dengan memperkenalkan D_w ,

hal ini ditulis oleh Baredero dkk (2005). Berdasarkan nilai D_w tersebut maka, digunakan faktor konversi untuk mengkonversikan nilai D_w dari masing-masing pasien. Hasil konversi nilai D_w di tiap-tiap slice tersebut kemudian dikalikan dengan nilai $CTDI_{vol}$ pada masing-masing slice yang merupakan dosis radiasi yang dikeluarkan oleh alat. Nilai SSDE di tiap-tiap slice yang berupa dosis yang diterima oleh pasien memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan nilai $CTDI_{vol}$ yang merupakan nilai dosis keluaran alat. Bahwasanya untuk grafik nilai SSDE mendekati nilai dosis 15 mGy, sedangkan untuk nilai $CTDI_{vol}$ bahkan tidak mencapai nilai 11 mGy untuk dosis tertingginya. Hal ini sejalan dengan apa yang di sampaikan menurut penelitian yang dikemukakan oleh Wanara dkk (2020) menyatakan bahwa bahwa nilai rata-rata SSDE lebih tinggi dibanding dengan nilai $CTDI_{vol}$. Ini disebabkan oleh nilai SSDE tersebut dipengaruhi oleh faktor konversi yang dipengaruhi oleh ukuran diameter pasien dosis keluaran alat. Hal ini juga dikemukakan oleh Binta (2020) bahwa nilai SSDE yang berbeda dikarenakan setiap massa tubuh pasien memiliki indeks yang berbeda-beda.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang ada, peneliti menarik kesimpulan bahwa dosis yang dikeluarkan oleh alat cenderung lebih rendah dibanding dengan dosis yang diterima oleh pasien, besar nilai SSDE maksimum adalah sebesar 28,7550 mGy dan nilai SSDE minimum sebesar 6,7978 mGy, nilai DLP maksimum adalah sebesar 657,1314 mGy.cm dan nilai DLP minimumnya adalah 62,5992 mGy.cm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Program Studi Fisika, Universitas Mulawarman, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

DAFTAR PUSTAKA

Ahadiyah, N. N., Setiawati, E., Arifin, Z., & Anam, C. (2020). PENGUKURAN COMPUTED TOMOGRAPHY DOSE

- INDEX (CTDI) PADA FANTOM KEPALA DENGAN MENGGUNAKAN CT DOSE PROFILER. *Berkala Fisika*, 23(4), 118–125.
- Amat, A. L. S., Wungouw, H. P. L., & Redemptus. (2022). DETEKSI DINI BATU GINJAL. *Media Tropika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2, 24–27.
- American Association of Physicist in Medicine, A. (2014). *Use of Water Equivalent Diameter for Calculating Patient Size and Size-Specific Dose Estimated (SSDE) in CT*. https://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_220.pdf
- Anam, C., Haryanto, F., Widita, R., Arif, I., Dougherty, G., & Mclean, D. (2018). Volume computed tomography dose index (CTDI vol) and size-specific dose estimate (SSDE) for tube current modulation (TCM) in CT scanning. *International Journal of Radiation Research*, 16(3). <https://doi.org/10.18869/acadpub.ijrr.16.3.289>
- Anam, C., Mahdani, F. R., Dewi, W. K., Sutanto, H., Triadyaksa, P., Haryanto, F., & Dougherty, G. (2021). An improved method for automated calculation of the water-equivalent diameter for estimating size-specific dose in CT. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, 22(9), 313–323. <https://doi.org/10.1002/acm2.13367>
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir, B. (2019). *TINGKAT PANDUAN DIAGNOSTIK ATAU DIAGNOSTIC REFERENCE LEVEL (DRL)*. 8.
- Bahrurridha, F., Hartoyo, P., & Tunggadewi, D. A. (2022). PERBANDINGAN KUALITAS CITRA PADA SOFTWARE ASiR-V DAN NON ASiR-V DENGAN MENGGUNAKAN CT-SCAN GE. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11, 1–10.
- Baredero, M., Dayrit, M. W., & Siswadi, Y. (2005). *Seri Asuhan Keperawatan Klien Gangguan Ginjal* (M. Ester & E. Wahyuningsih (ed.); Cetakan I). Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Barreto, I., Verma, N., Quails, N., Olguin, C., Correa, N., & Mohammed, T. L. (2020). Patient size matters: Effect of tube current modulation on size-specific dose estimates (SSDE) and image quality in low-dose lung cancer screening CT. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, 21(4), 87–94. <https://doi.org/10.1002/acm2.12857>
- Binta, Y. I. (2020). *Perbandingan Size Specific Dose Estimate(SSDE) pada pemeriksaan CT Dada Dihitung berdasarkan Computed Tomography Dose Index Volumetrik(CTDIvol) Referensi Phantom dan Dose Length Product(DLP)*.
- Duadini, E., Etika, E. A., & Syaphira Faza Hidayanto, E. N. (2021). Analisis Perbandingan Diagnostic Reference Level (DRL) Modalitas CT Scan Sebagai Upaya Optimalisasi Proteksi Dan Keselamatan Radiasi Di Berbagai Negara. *Berkala Fisika*, 24(3), 100–108.
- Herlinda, S., Fitriyani, D., & Marzuki, M. (2019). Analisis Pengaruh Kuat Arus dan Tegangan Terhadap Kualitas Citra Computed Tomography (CT) Scan Siemens Perspective di RSUP Dr. M. Djamil Padang. *Positron*, 9(1), 39. <https://doi.org/10.26418/positron.v9i1.31138>
- 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. <https://doi.org/10.20527/flux.v17i1.7085>
- Latifah, R., Jannah, N. Z., Nurdin, D. Z. , & P, B. (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>
- Paulo, G., Damilakis, J., Tsapaki, V.,

- Schegeer, A. A., Repussard, J., Jaschke, W., Frija, G., Hierath, M., & Clark, J. (2020). Diagnostic Reference Levels based on clinical indications in computed tomography: a literature review. *Insights into Imaging*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13244-020-00899-y>
- Wanara, N., Hamdi, M., & Sinuraya, S. (2020). Estimasi Nilai Dosis Radiasi Efektif Pasien Dari Citra Medis Ct Scan Asteion Multi 32 Slice Bagian Abdomen. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 17(2), 80. <https://doi.org/10.31258/jkfi.17.2.80-86>
- Wanara, N., Hamdi, M., & Sinuraya, S. (2020). Estimasi Nilai Dosis Radiasi Efektif Pasien Dari Citra Medis Ct Scan Asteion Multi 32 Slice Bagian Abdomen. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 17(2), 80. <https://doi.org/10.31258/jkfi.17.2.80-86>
- Widiastiwi, Y., & Ernawati, I. (2021). Klasifikasi Penyakit Batu Ginjal Menggunakan Algoritma Decision Tree C4.5 Dengan Membandingkan Hasil Uji Akurasi. *IKRA-ITH INFORMATIKA*, 5(2), 128–135.