

Evaluasi *Size Specific Dose Estimate* Berdasarkan Diameter Efektif ($SSDE_{DE}$) Pemeriksaan Abdomen di DKI Jakarta

Ni Larasati Kartika Sari¹, Hiasintus Wonga², Puji Hartoyo³, Febria Anita⁴, Viktor Vekky Ronald Repi⁵, Dewi Mulyati⁶

^{1,2,3,4} Program Studi Fisika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional

⁵ Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional

⁶ Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta

*Korespondensi Penulis: nilarasati@civitas.unas.ac.id

(Received: 21-10-2023; Revised: 25-11-2023; Accepted: 31-11-2023)

Abstract. *CTDI_{vol}* is one of CT Scans dose metric which calculated based on a phantom with a diameter of 16 cm or 32 cm. Therefore, *CTDI_{vol}* does not accurately represent the patient's dose. *Size-Specific Doses Estimate (SSDE)* is a dose parameter for CT Scan patients that includes the patient's body size, namely *DE (Effective Diameter)*. This study aims to report the $SSDE_{DE}$ and *CTDI_{vol}* value of adult abdominal examination in DKI Jakarta and obtain their correlation values. This research was conducted at five hospitals in DKI Jakarta, where a sample of 20 abdominal CT scan patients was taken from each hospital. The $SSDE_{DE}$ value is obtained from the calculation with the equation listed in the AAPM report no. 204. The results showed that, in general, the value of the $SSDE_{DE}$ dose parameter was higher than *CTDI_{vol}* in the same patients. In addition, South Jakarta had the highest $SSDE_{DE}$ and *CTDI_{vol}* values, namely 38.534 mGy and 28.016 mGy. These results show the effect of patient size on dose calculations and $SSDE_{DE}$ shows the potential as a dose parameter in determining DRL as seen from the correlation coefficient value (R^2) of 0.8992.

Keywords: *CTDI_{vol}*; CT scan abdomen; effective diameter; patient dose; *SSDE*

Abstrak. *CTDI_{vol}* merupakan salah satu besaran dosis CT Scan yang dihitung berdasarkan fantom dengan diameter 16 cm atau 32 cm sehingga belum mewakili dosis pasien secara akurat. *Size-Specific Doses Estimate (SSDE)* merupakan parameter dosis pasien CT Scan yang memasukkan unsur ukuran tubuh pasien yaitu *DE (Diameter Efektif)*. Penelitian ini bertujuan untuk melaporkan nilai $SSDE_{DE}$ dan *CTDI_{vol}* pada pemeriksaan abdomen di DKI Jakarta dan korelasi $SSDE_{DE}$ dan *CTDI_{vol}*. Penelitian ini dilakukan pada lima rumah sakit di DKI Jakarta, dimana sampel 20 pasien pemeriksaan CT Scan abdomen diambil dari masing-masing rumah sakit. Nilai $SSDE_{DE}$ diperoleh dari perhitungan dengan persamaan yang tertera pada AAPM report no. 204. Hasil menunjukkan bahwa, secara umum, nilai parameter dosis $SSDE_{DE}$ lebih tinggi dari *CTDI_{vol}* pada pasien yang sama. Selain itu, rumah sakit di Jakarta Selatan memiliki nilai $SSDE_{DE}$ dan *CTDI_{vol}* tertinggi, yaitu 38.534 mGy dan 28.016 mGy. Hasil tersebut menunjukkan pengaruh ukuran tubuh pasien terhadap perhitungan dosis serta $SSDE_{DE}$ menunjukkan potensi sebagai parameter dosis dalam penentuan DRL terlihat dari nilai koefisien korelasinya (R^2) 0.8992.

Kata kunci: *CTDI_{vol}*; CT scan abdomen; diameter efektif; dosis pasien; *SSDE*

PENDAHULUAN

Computed Tomography Scan (CT Scan) merupakan teknologi pencitraan medis yang telah berkembang pesat. Kualitas citra yang baik dan kemampuannya untuk menampilkan citra irisan yang sangat membantu diagnosis penyakit, menyebabkan peningkatan penggunaan CT Scan. Sehingga, diperlukan pengawasan untuk menjamin perlindungan serta

standarisasi antar institusi [1]. Dosis radasi yang diterima pasien CT Scan, besarnya 10-100 kali lebih besar dari sinar-X konvensional, sehingga resiko yang terkait dengan dosis radiasi adalah salah satu perhatian utama dengan penggunaan CT Scan sebagai modalitas pencitraan [1][2]. Besaran dosis CT Scan diantaranya *Dose Length Product* (DLP) dan *Volumetric Computed Tomography Dose Index* (CTDI_{vol}) yang merupakan dosis radiasi total untuk satu kali scan. Nilai DLP diperoleh dari nilai CTDI_{vol} yang tertera pada header CT Scan dikalikan dengan panjang *scan* [3]. Sementara itu, CTDI_{vol} sendiri merupakan turunan dari CTDI yang diukur dengan *pencil ion chamber* sepanjang 100 mm, pada fantom khusus CTDI dengan diameter 32 cm untuk torso dan 16 cm untuk kepala [4]. Padahal ukuran tubuh manusia tidak selalu berdiameter 32 cm dan 16 cm.

American Association of Physicists in Medicine (AAPM) pada *report task group no. 204* telah merancang *unit* dosis baru CT Scan pada tubuh anak-anak dan dewasa yang memasukkan faktor konversi f_{size} yang diperoleh dari diameter efektif (DE) pasien sebagai geometrik ukuran pasien, yaitu *Size Specific Dose Estimate* (SSDE)[5]. Nilai SSDE lebih mewakili dosis pada pasien dengan kategori *underweight*, *normal weight*, dan *overweight* [6]. Parameter dimensi pasien berpengaruh terhadap dosis yang diterima pasien, khususnya pasien pediatrik [7]. SSDE telah terbukti sebagai estimasi dosis pasien CT Scan yang lebih baik dibanding CTDI_{vol} khususnya pada pemeriksaan *myocardial perfusion SPECT/CT* yang melibatkan sistem *Automatic Exposure Control* (AEC) [8]. Nilai SSDE untuk CT Scan kepala pediatrik juga lebih kecil dibanding CTDI_{vol} yang menandakan adakanya overestimasi dosis pada CTDI_{vol} pediatrik [9].

Sebagai penyumbang sumber radiasi terbesar pada paparan medik, pemeriksaan CT Scan pun wajib memiliki DRL. DRL didefinisikan sebagai tingkat investigasi yang digunakan untuk mengidentifikasi dosis radiasi yang tinggi pada pemeriksaan radiologi [10]. SSDE berpotensi sebagai metrik dalam penentuan DRL. DRL berdasarkan ukuran akan memungkinkan fasilitas untuk dapat mengoptimasi protokol agar dosis yang dihasilkan sepadan dengan ukuran pasien sehingga menghindari paparan radiasi yang tidak perlu [11]. Penentuan DRL lokal berdasarkan SSDE untuk CT Scan abdomen/pelvis pediatrik di Jepang menunjukkan bahwa dengan memasukkan ukuran tubuh, SSDE merupakan indikator yang bermanfaat untuk mengestimasi paparan radiasi [12].

Penelitian ini bertujuan untuk melaporkan nilai SSDE pada pemeriksaan CT Scan abdomen dewasa, menentukan kolerasi SSDE dengan CTDI_{vol}, dan menilai potensi SSDE sebagai DRL berdasarkan nilai kolerasi tersebut. Penerapan SSDE dalam DRL nasional dapat menguntungkan dikarenakan SSDE dapat memberikan analisis yang lebih komprehensif mengenai paparan radiasi pada CT Scan [13].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit di daerah Jakarta Timur, Jakarta Barat, Jakarta Selatan, Jakarta Pusat dan Jakarta Utara (masing-masing kota administrasi satu rumah sakit) yang memiliki fasilitas CT Scan. Setiap rumah sakit memiliki pesawat CT Scan yang berbeda. Pesawat CT Scan yang digunakan di rumah sakit Jakarta Pusat adalah Simens Somatom, pesawat CT scan yang digunakan di rumah sakit Jakarta Timur adalah Siemens Somatom Perspective 16, pesawat CT scan yang digunakan di rumah sakit Jakarta Selatan yaitu Philip MRC 880, pesawat CT Scan yang digunakan di rumah sakit Jakarta Utara yaitu CT Scan GE Healthcare, dan pesawat CT Scan yang digunakan di rumah sakit Jakarta Barat yaitu CT Scan Simens Somatom single source. Data dari 20 pasien pemeriksaan CT Scan abdomen diambil dari tiap rumah sakit, sehingga total ada 100 data pasien yang dipakai dalam penelitian ini. Nilai CTDI_{vol} dicatat dari citra pasien yang tertera pada console CT Scan. Faktor eksposi yang dipakai untuk tiap fasilitas di kota administrasi dapat dilihat pada tabel 1.

CTDI_{vol} atau *Volumetric Computed Tomography Dose Index* merupakan parameter dosis CT Scan yang memasukkan komponen *pitch*, yaitu rasio dari pergerakan meja per rotasi

(l) dengan jarak pergerakan translasi meja pasien (dalam mm) pada saat rotasi penuh gantri (360^0) dibagi dengan lebar berkas (banyak detektor (N) dikali dengan lebar masing-masing detektor (T)) [3].

TABEL 1. Faktor ekposi pemeriksaan CT Scan Abdomen pada tiap fasilitas

Kota Administrasi	Faktor Eksposi	
	kV	mAs
Jakarta Pusat	130	79
Jakarta Selatan	140	100
Jakarta Utara	80-140	10-350
Jakarta Timur	80-140	110-130
Jakarta Barat	130	80

$CTDI_{vol}$ dirumuskan seperti persamaan[1]. $CTDI_w$ merupakan kombinasi hasil pengukuran $CTDI$ tengah dan pinggir fantom, dimana $CTDI$ dibagian tengah diberi bobot $1/3$ dan di bagian pinggir diberi bobot $2/3$ [3]. Fantom referensi yang digunakan memiliki ukuran diameter 16 cm dan 32 cm, sehingga nilai $CTDI_{vol}$ sebenarnya belum bisa menggambarkan dosis yang diterima oleh individu pasien yang memiliki ukuran berbeda-beda [14].

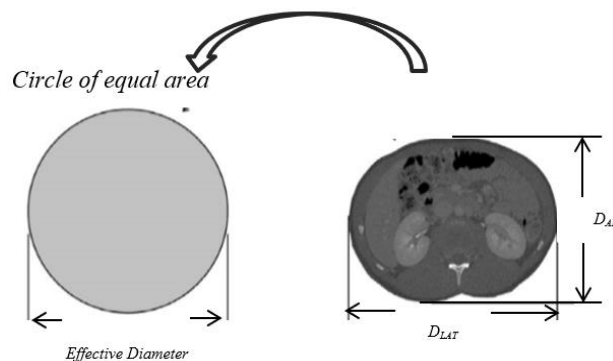
$$CTDI_{vol} = \frac{1}{pitch} \times CTDI_w \tag{1}$$

Size Specific Dose Estimate (SSDE) merupakan nilai dosis yang muncul setelah mempertimbangkan faktor ukuran tubuh pasien [5]. Sehingga memungkinkan perhitungan dosis serap dan dosis efektif yang diterima pasien menjadi lebih akurat. Nilai SSDE diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan persamaan (2) [5], dimana nilai $CTDI_{vol}$ merupakan nilai yang tertera pada console CT Scan, sedangkan f_{size} diperoleh dari AAPM report no. 204, ditentukan berdasarkan nilai diameter efektif (DE)[5].

$$SSDE = f_{size} \times CTDI_{vol} \tag{2}$$

Diameter efektif (DE) yang digunakan untuk perhitungan hitung berdasarkan pengukuran diameter anterior posterior (D_{AP}) dan diameter lateral (D_{LAT}), seperti pada persamaan (3). D_{AP} didefinisikan sebagai diameter *anteroposterior* kulit-ke-kulit di *level midslice*. Sedangkan untuk D_{LAT} didefinisikan sebagai diameter lateral kulit-ke-kulit pada *anteroposterior* citra *localizer* pada *level midslice*. Nilai D_{AP} dan D_{LAT} dalam satuan sentimeter. Sehingga DE didefinisikan sebagai diameter lingkaran dengan luas setara dengan luas penampang pasien pada tingkat sumbu z tertentu (misal; pada tingkat bagian tengah atau *level midslice*) dan dihitung sebagai rata-rata geometrik D_{AP} dan D_{LAT} [5].

$$DE = \sqrt{D_{AP} \times D_{LAT}} \tag{3}$$



GAMBAR 1. Ilustrasi diameter efektif yang dihitung berdasarkan D_{AP} dan D_{LAT} .

Penelitian ini juga menghitung nilai kolerasi antara $CTDI_{vol}$ dengan $SSDE_{DE}$. Nilai kolerasi (keberpengaruhannya) antara $CTDI_{vol}$ dengan $SSDE_{DE}$ diperoleh dengan mencari koefisien determinansi (R^2). Koefisien determinasi (R^2) bertujuan untuk mengetahui

seberapa besar kemampuan variabel independen menjelaskan variabel dependen. Apabila nilai koefisien determinasi (R^2) pada suatu estimasi mendekati angka satu (1), maka dapat dikatakan bahwa variabel dependen dijelaskan dengan baik oleh variabel independennya. Sebaliknya, apabila koefisien determinasi (R^2) menjauhi angka satu (1) atau mendekati angka nol (0), maka semakin kurang baik variabel independen menjelaskan variabel dependennya [15]. Hair et al menyatakan bahwa nilai $R^2 = 0.75$ termasuk ke dalam kategori kuat, nilai $R^2 = 0.50$ termasuk kategori moderat dan nilai $R^2 = 0.25$ termasuk kategori lemah [16].

Nilai kolerasi tersebut digunakan untuk menilai potensi $SSDE_{DE}$ untuk digunakan dalam penetapan DRL (Diagnostic Reference Level) [17]. Kolerasi yang tinggi antara Dw dan SSDE sehingga nilai SSDE dapat diimplementasikan sebagai DRL institusi [18]. Rekomendasi BAPETEN menyatakan nilai DRL untuk tiap fasilitas merupakan nilai median (kuartil 2) dari karakteristik sebaran data dan kemampuan optimisasi yang dimilikinya, sementara nilai DRL Indonesia (nasional) merupakan nilai kuartil ketiga dari DRL lokal fasilitas berbasis CTDIvol [8]. Sementara itu, penelitian lain juga menyebutkan nilai kuartil kedua (median) direkomendasikan untuk penetapan nilai DRL klinis berdasarkan $SSDE_{AP}$, $SSDE_{LAT}$, $SSDE_{AP-LAT}$, $SSDE_{DE}$, dan $SSDE_{IMT}$ [18].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi nilai rata-rata diameter efektif (DE) dan CTDIvol pada pemeriksaan abdomen dewasa di lima rumah sakit kota administrasi Jakarta dapat dilihat pada tabel 2. Terlihat bahwa nilai rata-rata diameter efektif pasien dewasa pada kelima fasilitas berbeda dengan diameter fantom referensi CTDI (16 cm dan 32 cm). Terlihat pula fasilitas yang berada di kota administrasi Jakarta Pusat memiliki pasien dengan diameter efektif rata-rata terbesar, namun nilai CTDIvol bukan yang tertinggi. Sementara itu, fasilitas di kota administrasi Jakarta Selatan memiliki nilai CTDIvol rata-rata tertinggi, hampir dua kalinya dari Jakarta Pusat, walaupun nilai rata-rata diameter efektif pasiennya bukan yang tertinggi.

TABEL 2. Nilai rata-rata diameter efektif dan CTDIvol pada tiap fasilitas

Kota administrasi	Diameter efektif rata-rata ± standar deviasi (cm)	CTDIvol rata-rata ± standar deviasi (mGy)
Jakarta Utara	25.25 ± 4.458	11.404 ± 3.006
Jakarta Barat	26.50 ± 3.501	12.295 ± 2.619
Jakarta Timur	26.50 ± 4.135	12.612 ± 3.252
Jakarta Pusat	27.35 ± 4.094	13.958 ± 3.863
Jakarta Selatan	26.85 ± 3.513	28.016 ± 3.058

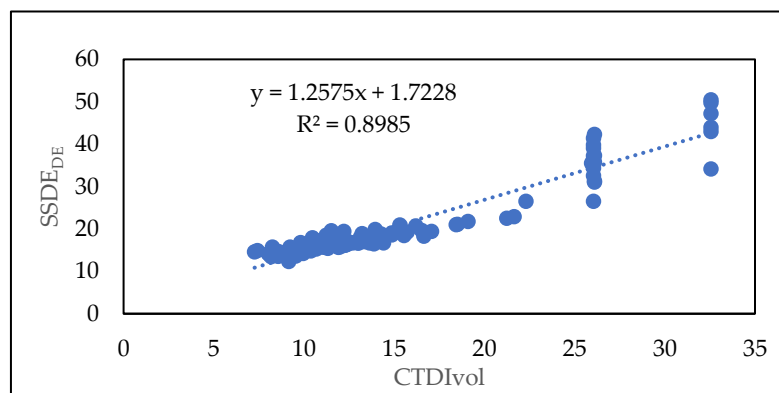
Distribusi nilai SSDE pada kelima fasilitas dapat dilihat pada tabel 3. Nilai rata-rata SSDE pada kelima fasilitas lebih besar dari nilai rata-rata CTDIvol yang tertera pada tabel 2. Pada tabel 3 terlihat nilai SSDE rata-rata dan median dari masing-masing fasilitas. Nilai SSDE rata-rata yang tertera pada tabel 3 lebih besar dari nilai CTDIvol rata-rata yang tertera pada tabel 2. Hal tersebut menunjukkan pengaruh dimensi pasien terhadap nilai dosis yang diterimanya. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan perbedaan pada nilai CTDIvol dan SSDE. Pada pemeriksaan CT Scan kepala pediatrik, nilai SSDE rata-rata untuk tiga kelompok umur lebih kecil dibanding dengan nilai CTDIvol dengan reduksi 2.6%, 8.5% dan 20% berturut-turut untuk umur 0-1 tahun, 2-5 tahun dan 6-10 [[19]. Terlihat pula pada tabel 1, fasilitas di Jakarta Selatan menggunakan faktor eksposi tertinggi untuk pemeriksaan abdomen dewasa, yaitu 140 kV dan 100 mAs. Penggunaan mAs yang tinggi, menyebabkan semakin banyak foton sinar-X yang dipancarkan dan mengenai pasien, sehingga meningkatkan dosis [13], [20]. Hal ini juga menandakan bahwa nilai CTDIvol dipengaruhi oleh faktor eksposi namun tidak dipengaruhi oleh ukuran tubuh pasien, sehingga secara tidak langsung belum mengestimasi secara akurat dosis yang diterima pasien [21], [22].

Kolerasi antara CTDI_{vol} dan SSDE_{DE} dapat dilihat pada gambar 2. Terlihat bahwa grafik linearitas CTDI_{vol} dan SSDE_{DE} menghasilkan persamaan $y = 1.2575x + 1.7228$ dan koefisien determinasi (R^2) = 0,8985. Nilai koefisien determinasi diatas 0,75 dan mendekati 1 menunjukkan hubungan yang erat antara variabel CTDI_{vol} dan SSDE_{DE}.

TABEL 3. Nilai rata-rata dan median SSDE pada tiap fasilitas

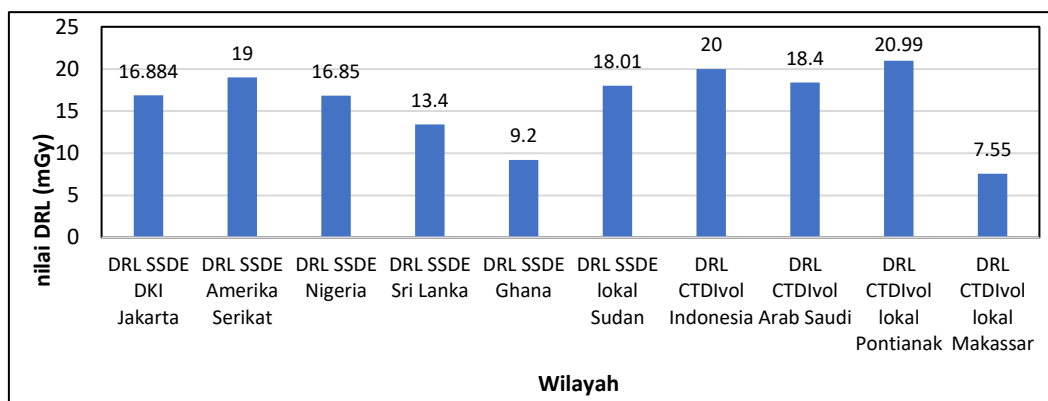
Kota administrasi	Nilai SSDE (mGy)	
	Rata-rata	Median
Jakarta Utara	16.215	15.815
Jakarta Barat	16.876	16.641
Jakarta Timur	17.153	16.884
Jakarta Pusat	18.375	17.457
Jakarta Selatan	38.534	37.294

Penelitian sebelumnya di Arab Saudi juga menunjukkan bahwa CTDI_{vol} dan SSDE pada pemeriksaan CT Scan pada pemeriksaan otak, cervical spine, thoracic spine, dan KUB (Kidney, Uterus, Bladder) memiliki kolerasi yang kuat [17].



GAMBAR 2. Kolerasi CTDI_{vol}-SSDE_{DE}

Penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan SSDE memiliki potensial untuk menyediakan data yang lebih akurat dan relevan untuk praktek proteksi radiasi [11], [13], [17]. Penelitian terkait DRL bersarkan SSDE sudah dilakukan pada berbagai negara seperti Amerika Serikat, Nigeria, Sri Lanka, Ghana, dan Sudan [11], [23]–[26].



GAMBAR 3. Grafik perbandingan nilai DRL SSDE DKI Jakarta (penelitian) dengan DRL wilayah dan negara lain.

Berdasarkan data pada tabel 3, maka nilai DRL DKI Jakarta bersarkan median dari nilai DRL lokal fasilitas adalah 16.884 mGy. Gambar 3 menunjukkan perbandingan nilai DRL SSDE DKI Jakarta yang diperoleh dari hasil penelitian terhadap nilai DRL SSDE maupun CTDI_{vol} daerah lain di Indonesia dan negara lain [8], [27]–[30]. Nilai DRL SSDE_{DE} Provinsi DKI Jakarta lebih kecil dibanding nilai DRL CTDI_{vol} Indonesia, DRL lokal

CTDI_{vol} Pontianak, dan DRL negara lain seperti Amerika Serikat, Sudan, dan Arab Saudi. DRL SSDE_{DE} Provinsi DKI Jakarta lebih besar dari DRL lokal CTDI_{vol} Makassar, dan DRL negara lain seperti Nigeria, Ghana, dan Sri Lanka.

KESIMPULAN

Hasil menunjukkan bahwa, secara umum, nilai parameter dosis SSDE_{DE} lebih tinggi dari CTDI_{vol} pada pasien yang sama. Hasil tersebut menunjukkan pengaruh ukuran tubuh pasien terhadap perhitungan dosis. Selain itu, rumah sakit di Jakarta Selatan memiliki nilai SSDE_{DE} dan CTDI_{vol} tertinggi dibanding di kotamadya lain, yaitu 38.534 mGy dan 28.016 mGy. SSDE-DE menunjukkan potensi sebagai parameter dosis dalam penentuan DRL terlihat dari nilai koefisien kolerasinya (R^2) 0.8992.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Smith-Bindman *et al.*, “Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer,” *Arch Intern Med*, vol. 169, no. 22, pp. 2078–2086, Dec. 2009, doi: 10.1001/archinternmed.2009.427.
- [2] I. A. and G. D. C Anam, F Haryanto, R Widita, “A fully automated calculation of size-specific dose estimates (SSDE) in thoracic and head CT examinations A fully automated calculation of size-specific dose estimates (SSDE) in thoracic and head CT examinations”, doi: 10.1088/1742-6596/694/1/012030.
- [3] J. T. Bushberg, “The essential physics of medical imaging.” pp. xvi, 933 p., 2002. [Online]. Available: <https://mirlyn.lib.umich.edu/Record/004213015> CN - RC 78.7.D53 E871 2002
- [4] A. D. A. D.R., Dance; Maidment and M. I.D, *Diagnostic Radiology Physics A Handbook for Teachers and Students*. 2014.
- [5] American Association of Physicists in Medicine, “Size-specific dose estimates (SSDE) in: Pediatric and adult body CT examinations (task group 204),” *College Park, MD: American Association of Physicists in Medicine*, vol. 4, no. 1, pp. 88–100, 2557.
- [6] Y. I. Binta, S. Suryani, and B. Abdullah, “The comparison of Size-Specific Dose Estimate (SSDE) in chest CT examination calculated based on volumetric CT Dose Index (CTDI_{vol}) reference phantom and Dose Length Product (DLP),” in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, Feb. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1763/1/012065.
- [7] E. Hiswara, “Tingkat acuan diagnostik pada radiografi umum,” pp. 1–6, 2016.
- [8] V. Rajaraman, “Size specific dose estimate (SSDE) for estimating patient dose from CT used in myocardial perfusion SPECT / CT Vishnukumar Rajaraman, Madhusudhanan Halanaik,” pp. 3–8, 2020, doi: 10.22038/aojnmb.2019.40863.1276.
- [9] N. L. K. Sari, R. Rahayugo, B. Santoso, and P. Hartoyo, “Penerapan Ssde-Diameter Ekuivalen Air Sebagai Tingkat Panduan Diagnosis Typical Value Pada Pemeriksaan Ct Scan Abdomen Pediatrik,” *Jurnal Pembelajaran Fisika*, vol. 12, no. 2, p. 47, 2023, doi: 10.19184/jpf.v12i2.39048.
- [10] K. Harding and W. H. Thomson, “Radiological protection and safety in medicine - ICRP 73.,” *European journal of nuclear medicine*, vol. 24, no. 10. Germany, pp. 1207–1209, Oct. 1997.
- [11] K. M. Kanal, P. F. Butler, M. S. M. B. Chatfield, and J. Wells, “U . S . Diagnostic Reference Levels and Achievable Doses for 10 Pediatric CT Examinations,” no. 7, 2021.

- [12] R. Imai, O. Miyazaki, and T. Horiuchi, "Local diagnostic reference level based on size-specific dose estimates: Assessment of pediatric abdominal / pelvic computed tomography at a Japanese national children's hospital," pp. 345–353, 2015, doi: 10.1007/s00247-014-3189-4.
- [13] J. Boos *et al.*, "Institutional computed tomography diagnostic reference levels based on water-equivalent diameter and size-specific dose estimates," *Journal of Radiological Protection*, vol. 38, Dec. 2017, doi: 10.1088/1361-6498/aaa32c.
- [14] D. D. Cody, J. M. Boone, and M. F. Mcnitt-gray, "CT Dose Index and Patient Dose: n EDITORIAL," vol. 259, no. 2, pp. 311–316, 2011.
- [15] W. Sulaiman, "Analisis Regresi Menggunakan SPSS: Contoh kasus dan pemecahannya," 2004.
- [16] J. F. Hair, M. Sarstedt, C. M. Ringle, and J. A. Mena, "An assessment of the use of partial least squares structural equation modelling in marketing research," *J Acad Mark Sci*, vol. 40, no. 3, pp. 414–433, 2012, doi: 10.1007/s11747-011-0261-6.
- [17] F. A. Alrehily *et al.*, "Establishing local diagnostic reference levels for computed tomography examinations using size-specific dose estimates," *Saudi Med J*, vol. 44, no. 8, pp. 761–766, Aug. 2023, doi: 10.15537/smj.2023.44.8.20230230.
- [18] I.-K. Sebelego, S. Acho, B. van der Merwe, and W. Rae, "Size-specific dose estimates for Computed Tomography cancer patients at an Oncology hospital.," *J Med Imaging Radiat Sci*, vol. 53, no. 4, Supplement 1, p. S14, 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.jmir.2022.10.047.
- [19] R. Latifah, "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*, vol. 02, pp. 127–133, 2019, doi: 10.20473/jvhs.V2I3.2019.127-133.
- [20] I. A. Tsalafoutas and G. V Koukourakis, "Patient dose considerations in computed tomography examinations," *World J Radiol*, vol. 2, no. 7, pp. 262–268, 2010, doi: 10.4329/wjr.v2.i7.262.
- [21] L. Yu *et al.*, "Radiation dose reduction in computed tomography: techniques and future perspective," *Imaging Med.*, vol. 1, no. 1, pp. 65–84, 2012, doi: 10.2217/iim.09.5.Radiation.
- [22] S. T. Schindera *et al.*, "Effect of patient size on radiation dose for abdominal MDCT with automatic tube current modulation: phantom study.," *AJR Am J Roentgenol*, vol. 190, no. 2, pp. W100-5, Feb. 2008, doi: 10.2214/AJR.07.2891.
- [23] G. M. Israel, L. Cicchiello, and J. Brink, "Gary M. Israel 1 Lawrence Cicchiello 1 James Brink 1 Walter Huda 2," no. December, pp. 1342–1346, 2010, doi: 10.2214/AJR.09.3331.
- [24] A. Amer, W. Ahmed, A. Hussein, A. Mehta, A. Khalif, and M. Abdullah, "Estimation of Radiation Dose in CT Chest and Abdomen Examinations Using Size-Specific Dose Estimates," vol. 10, pp. 1–18, 2023, doi: 10.4236/oalib.1109843.
- [25] D. Z. Joseph, I. S. Mansur, I. Garba, M. S. Umar, and F. B. Nkubli, "Diagnostic reference levels for adult's abdominal computed tomography in a referral centre in Nigeria," vol. 655, no. Icssd 2020, pp. 1–8, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/655/1/012064.
- [26] B. Ohene-Botwe, S. Anim-Sampong, and J. Nkansah, "Development of size-specific dose estimates for common computed tomography examinations: a study in Ghana.," *J Radiol Prot*, vol. 43, no. 1, Feb. 2023, doi: 10.1088/1361-6498/acb5aa.
- [27] T. Amalaraj, J. Jeyasugiththan, D. Satharasinghe, and A. S. Pallewatte, "Dose reference level based on size-specific dose estimate (SSDE) and feasibility of deriving effective body diameter using tube current and time product (mAs) for adult

- chest and abdomen computed tomography (CT) procedures.” *J Radiol Prot*, vol. 43, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.1088/1361-6498/acb1bf.
- [28] P. Fisika, “Penentuan Nilai Diagnostic Reference Level CT-Scan di Rumah Sakit Universitas Tanjungpura Pontianak,” vol. 10, no. 3, pp. 387–391, 2022.
- [29] D. Rumah *et al.*, “Garuda Pelamonia Jurnal Keperawatan Evaluasi Nilai CTDI VOL Dan DLP Pada Pemeriksaan MSCT Abdomen Non-Kontras Selama Periode Maret 2022 Sampai Juni 2022 Program Studi Sarjana Terapan, Teknologi Radiologi Pencitraan ATRO Bali Garuda Pelamonia Jurnal Keper,” vol. 4, no. 2, pp. 37–50, 2022.
- [30] X. H. Id, J. Gou, W. Lin, C. Zou, and W. L. Id, “Size-specific dose estimates of adult, chest computed tomography examinations: Comparison of Chinese and updated 2017 American College of Radiology diagnostic reference levels based on the water-equivalent diameter,” pp. 1–13, 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0257294.