

Radiation Dose Determination and Body Mass Index (BMI) Evaluation in Abdomen CT Scan Examination Patients Using the Size-Specific Dose Estimate (SSDE) Method

I Made Gede Mas Prawistya Putra^{1*}, Gusti Ngurah Sutapa², I Gde Antha Kasmawan³, Ida Bagus Made Suryatika⁴, I Gusti Agung Putra Adnyana⁵, I Nengah Simpen⁶

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bali, Indonesia.

Received: 18 February 2025

Revised: 26 April 2025

Accepted: 28 April 2025

Corresponding Author:

Gusti Ngurah Sutapa

sutapafis97@unud.ac.id

© 2025 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v9i1.29592>

Abstract: A study has been conducted on determining radiation doses and evaluating body mass index (BMI) in patients undergoing CT-Scan Abdomen examinations using the Size Specific Dose Estimate Method at the Bali Mandara Radiology Installation. One of the factors that influences the radiation dose received by patients is the Body Mass Index (BMI). The Size Specific Dose Estimate (SSDE) method is used to assess radiation doses based on patient size, which is often associated with BMI. This study aims to determine the estimated radiation dose of each patient and evaluate the relationship between BMI and the dose received. This study used a CT-Scan brand SIEMENS SOMATOM PERSPECTIVE (serial number 78068). The population in this study were patients undergoing CT-Scan Abdomen examinations. The sample consisted of several BMI categories, namely thin, normal, overweight, and obese. The analysis was carried out using linear regression to measure the relationship between BMI and SSDE, as well as a one-way t-test to see the difference in the average SSDE value in each BMI category. The results showed that each increase in one BMI category caused an increase in SSDE values of 1,566 mGy. The R^2 value of 98.56% indicated that the BMI category explained almost all of the variability in SSDE values. However, a one-way t-test statistic showed that there was no significant difference in the average SSDE values in the thin, normal, overweight, and obese categories (F count $< F$ table, so H_0 was accepted). This study showed that patients with higher BMI tended to receive higher radiation doses, but the differences between categories were not statistically significant.

Keywords: CT-Scan; Body Mass Index; Size Specific Dose Estimate (SSDE); Linear Regression; Radiation Doses.

Pendahuluan

Pemanfaatan radiologi dalam kehidupan manusia telah berkembang luas, termasuk dalam bidang Kesehatan. CT-Scan abdomen menjadi salah satu teknologi pencitraan yang berperan penting dalam mendeteksi gangguan organ dalam secara lebih akurat. Meningkatnya kasus gangguan organ dalam dan kebutuhan diagnosis yang cepat menjadi alasan penting

dalam pemanfaatan CT-Scan abdomen dalam dunia medis (Dewi Rahmawati dkk., 2023).

Menurut Penelitian (Larasati Kartika Sari & Santoso, 2022) Penggunaan CT-Scan yang tidak sesuai dengan ukuran dosis dapat menimbulkan paparan radiasi yang berbahaya bagi tubuh manusia. Efek radiasi yang berlebihan dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan, terutama bagi pasien dengan karakteristik tubuh yang berbeda. Maka diperlukan

How to Cite:

Prawistya, I N., Sutapa, I G., Antha K, I B M., Suryatika, I G A P Adnyana & I N Simpen. (2025). Radiation Dose Determination and Body Mass Index (BMI) Evaluation in abdomen CT Scan examination patients using the Size-Specific Dose Estimate (SSDE) Method. *Kappa Journal*, 9(1), 93-97. <https://doi.org/10.29408/kpj.v9i1.29592>

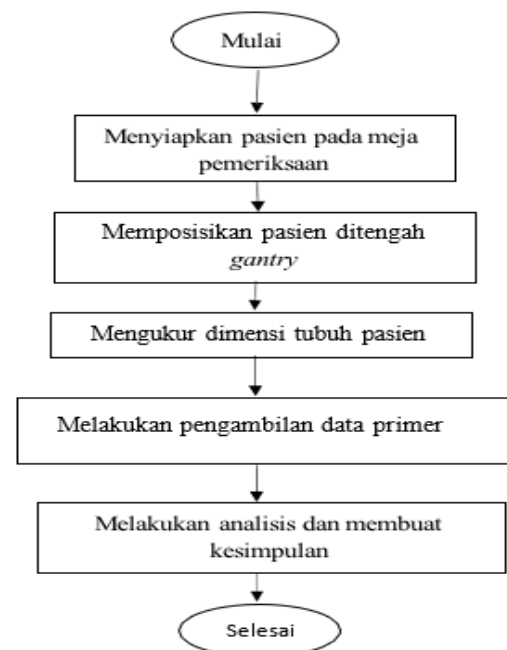
Metode yang tepat untuk menentukan dosis radiasi yang diterima pasien dengan mempertimbangkan Indeks Massa Tubuh (IMT) atau *Body Mass Index* (BMI) agar pemindaian lebih aman dan efektif (Kumaran et al., 2024).

Dalam konteks medis, dosis radiasi yang diterima pasien dapat bervariasi tergantung pada ukuran tubuh dan komposisi jaringan (Inoue et al., 2023). Metode yang cocok untuk menyesuaikan dosis radiasi berdasarkan ukuran tubuh pasien dan memberikan estimasi dosis yang lebih akurat adalah *Size-Specific Dose Estimate* (SSDE). (Larasati dkk., 2023) Metode SSDE dilakukan karena mempertimbangkan diameter nilai diameter efektif pasien yang diperoleh dari citra CT-Scan Abdomen dan nilai *Computed Tomography Dose Index* (CTDI_{vol}) (Rajaraman et al., 2020).

Penentuan dosis radiasi dengan metode SSDE penting dilakukan untuk dapat mengevaluasi paparan radiasi, terutama pada pasien dengan variasi BMI yang signifikan (Kirsch-Mangu dkk., 2024). Pasien dengan BMI tinggi cenderung menerima dosis radiasi lebih tinggi karena peningkatan dosis radiasi, sementara pasien dengan BMI rendah akan menerima dosis yang lebih rendah. (Larasati et al., 2023). Berdasarkan temuan ini, penelitian dilakukan untuk menentukan ukuran dosis radiasi yang sesuai di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bali Mandara dalam pemeriksaan CT-Scan abdomen.

Metode

Penelitian mengenai pengaruh Indeks Massa Tubuh (IMT) terhadap estimasi dosis radiasi pasien dengan metode *Size-Specific Dose Estimate* (SSDE) pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bali Mandara dari Mei hingga Oktober 2024. Alat yang digunakan meliputi perangkat CT-Scan merk Siemens SOMATOM untuk analisis citra, serta perangkat lunak pemrosesan dosis. Penelitian ini melibatkan tiga jenis variabel: variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas mencakup faktor ukuran tubuh pasien, yaitu kategori IMT (kurus, normal, *overweight*, dan obesitas). Variabel terikat adalah dosis spesifik pasien yang dihitung menggunakan metode SSDE berdasarkan diameter efektif pasien yang diperoleh dari citra CT-Scan dan nilai *Computed Tomography Dose Index* (CTDI_{vol}). Variabel kontrol meliputi suhu, kelembapan dan pencahayaan. Alur penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data primer hasil pemeriksaan CT-Scan abdomen di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bali Mandara. Data yang diambil adalah data pasien berusia 17 tahun sampai dengan 70 tahun. jenis data yang diambil yakni Berat badan, Tinggi Badan, CTDI_{vol} dan citra pasien. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh sebanyak 30 data pasien pemeriksaan CT-Scan abdomen di Rumah Sakit Bali Mandara. Data yang diperoleh kemudian akan dihitung diameter efektif dengan menggunakan persamaan 1

$$\text{diameter efektif } (d_{ef}) = \sqrt{AP \times LAT} \quad (1)$$

Keterangan:

d_{ef} : Diameter efektif pasien (cm)

AP: Panjang pasien arah depan dan belakang (cm)

LAT: Panjang pasien arah samping kiri dan kanan (cm)

Setelah memperoleh diameter efektif, langkah berikutnya adalah menentukan faktor konversi berdasarkan tabel AAPM Report No. 204. (AAPM, 2011) Perhitungan faktor konversi ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2

$$f = y_1 + (x - x_1) \times \left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right) \quad (2)$$

Keterangan

f : Faktor konversi

x : Nilai diameter efektif yang ditetapkan (cm)

x_1 : Nilai bawah diameter efektif yang ditetapkan (cm)

x_2 : Nilai atas diameter efektif yang ditetapkan (cm)

y_1 : Nilai faktor konversi pada AAPM Report 204 yang sesuai dengan x_1

y_2 : Nilai faktor konversi pada AAPM Report 204 yang sesuai dengan x_2

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan SSDE. Perhitungan SSDE dilakukan dengan mengalikan faktor konversi dengan nilai pada $CTDI_{vol}$. (AAPM, 2008) Nilai $CTDI_{vol}$ didapat pada konsol pengendali yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3

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

Keterangan:

$SSDE$ = size-specific dose estimate (mGy)

f_{size}^{32X} = faktor konversi untuk $CTDI_{VOL}$ berdiameter 32 cm

$CTDI_{vol}^{32}$ = nilai $CTDI_{VOL}$ pada diameter 32 cm

Selanjutnya ditentukan nilai Indeks Masa Tubuh (IMT). Untuk perhitungan Indeks Masa Tubuh (IMT) dapat dihitung menggunakan persamaan 4

$$IMT = \frac{BB}{TB^2}$$
 (4)

Keterangan:

BB = Berat Badan

TB = Tinggi Badan

Hasil dan Pembahasan

Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari diameter efektif, faktor konversi dan nilai SSDE masing-masing pasien yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 hasil perhitungan diameter efektif, faktor konversi dan nilai SSDE

No	Inisial pasien	Usia (tahun)	Diameter Efektif (cm)	Faktor konversi	SSDE
1	GM	23	19,42	1,8148	12,57
2	KS	70	31,69	1,1555	10,67
3	WS	69	24,57	1,5015	12,27
4	KSLM	21	24,64	1,498	13,74
5	KA	33	16,57	2,0144	22,93
6	RA	38	8,83	2,677	16,14
7	CCD	50	9,43	2,6213	29,77
8	JB	29	7,92	2,768	22,83
9	MS	56	30,49	1,2104	14,18
10	GYM	48	13,02	2,2984	28,66
11	NM	63	9,02	2,6213	25,08
12	LGS	33	10,21	2,549	26,53
13	NSB	51	13,08	2,2936	14,52
14	NS	63	13,28	2,2776	16,03
15	NKA	18	11,39	2,4439	21,38
16	IAPW	62	10,55	2,515	18,93
17	WD	69	10,43	2,527	21,96
18	RK	66	6,76	2,8864	17,15
19	NMN	66	8,15	2,745	24,71
20	IGD	33	19,10	1,834	19,38
21	IWS	49	28,51	1,2996	16,30
22	LDDPD	31	26,87	1,3778	21,36
23	SR	59	13,16	2,2872	17,22

24	IKH	68	6,82	2,8798	33,72
25	VS	40	7,16	2,844	27,47
26	JMD	70	7,28	2,832	41,26
27	AMT	22	19,61	1,8034	22,96
28	NKS	52	13,41	2,2672	21,15
29	AZ	29	24,79	1,4905	19,99
30	WR	67	23,14	1,5816	11,83

Nilai IMT dikategorikan dengan tolak ukur berdasarkan klasifikasi IMT Menurut (Kemenkes, 2013) yang ditunjukkan pada tabel 2

Tabel 2. Kasifikasi IMT Pasien

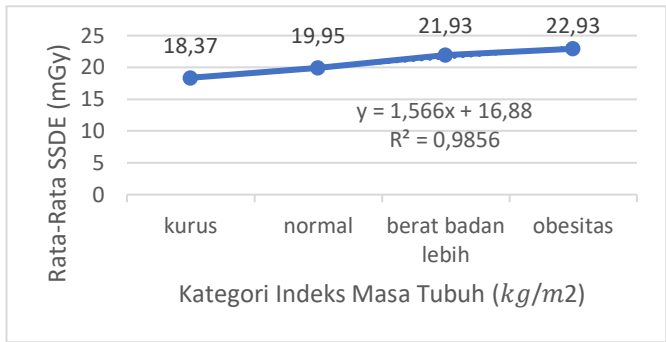
Klasifikasi	IMT (kg/m2)
Kurus	IMT<18,5
Normal	IMT>18,5-<24,9
Berat Badan Lebih	IMT>24,9-<27
Obesitas	IMT>27

Berikut ini merupakan nilai IMT pada masing-masing pasien yang ditunjukan pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai IMT Pasien

No	Pasien	IMT	Kategori
1	GM	20,55	normal
2	KS	22,22	normal
3	WS	22,94	normal
4	KSLM	15,63	kurus
5	KA	34,18	obesitas
6	RA	20,83	normal
7	CCD	26,99	Berat badan lebih
8	JB	26,15	Berat badan lebih
9	MS	21,63	normal
10	GYM	21,72	normal
11	NM	21,97	normal
12	LGS	22,38	normal
13	NSB	25,61	Berat badan lebih
14	NS	20,52	normal
15	NKA	17,97	kurus
16	IAPW	21,99	normal
17	WD	21,45	normal
18	RK	22,31	normal
19	NMN	21,34	normal
20	IGD	25,95	Berat badan lebih
21	IWS	26,45	Berat badan lebih
22	LDDPD	25,87	Berat badan lebih
23	SR	21,83	normal
24	IKH	22,57	normal
25	VS	21,22	normal
26	JMD	25,07	Berat badan lebih
27	AMT	19,23	Normal
28	NKS	21,34	normal
29	AZ	16,41	kurus
30	WR	19,01	Normal

Dari tabel 3 selanjutnya dapat ditentukan nilai rata-rata per kategori IMT, maka dapat ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rata-rata SSDE berdasarkan kategori IMT

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan tren peningkatan SSDE seiring bertambahnya IMT. Nilai koefisien 1.566 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu kategori IMT, nilai SSDE meningkat sekitar 1.566 mGy (Villoing dkk., 2021). Nilai R^2 menunjukkan bahwa 98.56% variabilitas SSDE dapat dijelaskan oleh kategori IMT. Sehingga didapatkan Pasien dengan IMT lebih tinggi memang cenderung menerima dosis radiasi yang lebih besar, sehingga grafik ini mencerminkan hubungan yang logis antara IMT dan SSDE (Marini dkk., 2018). Setelah mendapatkan nilai rata-rata SSDE berdasarkan kategori IMT selanjutnya akan dilakukan uji statistik yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Normalitas

Tests of Normality		
Shapiro-Wilk		
statistic	df	Sig.
0,945	30	0,125

Hasil pada tabel 4, telah dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah residual berdistribusi normal atau tidak(Alwy Yusuf dkk.,2024). Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan uji *Shapiro-wilk* dengan hipotesis yang digunakan:

H_0 : residual berdistribusi normal

H_1 : residual tidak berdistribusi normal

Berdasarkan hasil uji *Shapiro-wilk* nilai signifikansi sebesar 0,125 yang menunjukkan lebih besar dari 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak yang menunjukkan residual berdistribusi normal sehingga akan dilanjutkan dengan uji homogenitas yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity			
SSDE			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
0,985	2	26	0,387

Hasil pada tabel 5, telah dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui apakah ragam residual konstan (homogenitas) atau tidak konstan (heterogenitas). Pengujian homogenitas dilakukan dengan

menggunakan uji *Levene's Test* dengan hipotesis yang digunakan:

H_0 : terjadi homogenitas

H_1 : terjadi heterogenitas

Berdasarkan hasil uji *Levene's Test* nilai signifikansi sebesar 0,387 yang menunjukkan lebih besar dari 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak yang menunjukkan terjadinya homogenitas sehingga akan dilanjutkan dengan uji anova yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji One-way Anova

ANOVA					
SSDE	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	91,737	3	30,579	0,604	0,618
Within Groups	1316,059	26	50,618		
total	1407,796	29			

Hasil pada tabel 6, dengan dilakukan uji *one way-anova* didapatkan nilai $p = 0.618$ (lebih besar dari 0.05), Berdasarkan Hasil uji statistik ANOVA juga ditunjukkan nilai F hitung sebesar 0.604 dan F tabel sebesar 2.98 yang berarti F hitung $< F$ tabel sehingga H_0 diterima yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan antara nilai SSDE pada kategori kurus, normal, berat badan lebih dan obesitas. Dengan kata lain, rata-rata nilai SSDE pada keempat kategori tidak berbeda secara statistik. Berdasarkan penelitian (Hu et al., 2024) juga didapatkan bahwa dalam rata-rata SSDE tidak ada perbedaan signifikan berdasarkan pengelompokkan kategori IMT.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, hubungan antara Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Size-Specific Dose Estimate (SSDE) menunjukkan adanya tren peningkatan SSDE seiring bertambahnya IMT, dengan koefisien sebesar 1.566. Nilai R^1 sebesar 98.56% menunjukkan bahwa kategori IMT dapat menjelaskan hampir seluruh variabilitas SSDE. Namun, hasil uji statistik ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam nilai SSDE berdasarkan kategori IMT (kurus, normal, berat badan lebih, dan obesitas). Hal ini diperkuat dengan hasil uji normalitas dan homogenitas yang menunjukkan bahwa data memenuhi asumsi statistik, tetapi nilai p sebesar 0.618 (> 0.05) dan F hitung $< F$ tabel mengindikasikan bahwa rata-rata nilai SSDE antar kategori tidak berbeda secara signifikan. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya (Hu et al., 2024), yang juga menemukan bahwa meskipun terdapat sedikit peningkatan dosis radiasi dengan bertambahnya IMT, secara statistik tidak terdapat perbedaan signifikan dalam rata-rata SSDE

antar kategori IMT. Dengan demikian, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa faktor lain selain IMT mungkin memiliki peran dalam menentukan dosis radiasi yang diterima pasien dalam pemeriksaan CT-Scan abdomen.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada I Komang Widiani yang telah membantu dalam mendapatkan data pasien di radiologi Rumah Sakit Bali Mandara, Terima kasih juga kepada kedua orang tua yang telah membiayai penelitian yang dilakukan di Rumah Sakit Bali Mandara.

References

- AAPM. (2008). *The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT*. AAPM Report no. 96.
- AAPM. (2011). *Size-Specific Dose Estimates (SSDE) in Pediatric and Adult Body CT examinations*.
- Alwy Yusuf, M., Abraham, A., Rukmana, H., Negeri Makassar, U., P Pettarani, J. A., Rappocini, K., Makassar, K., & Selatan, S. (2024). Analisis Regresi Linier Sederhana dan Berganda Beserta Penerapannya. *Journal on Education*, 06(02).
- Dewi Rahmawati, Anak Agung Aris Diartama, & Rahmat Widodo. (2023). Teknik Pemeriksaan CT Scan Abdomen Pada Kasus Tumor Intra Abdomen Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit X. *Jurnal Ilmu Kesehatan Dan Gizi*, 2(1), 22–40. <https://doi.org/10.55606/jikg.v2i1.2093>
- Hu, X., Gou, J., Yang, F., & Guo, D. (2024). Body physical parameters instead of water equivalent diameter to calculate size-specific dose estimate in adult chest CT. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66657-y>
- Inoue, Y., Itoh, H., Nagahara, K., Hata, H., & Mitsui, K. (2023). Relationships of Radiation Dose Indices with Body Size Indices in Adult Body Computed Tomography. *Tomography*, 9(4), 1381–1392. <https://doi.org/10.3390/tomography9040110>
- Kemenkes. (2013). *Riset Kesehatan Dasar*.
- Kirsch-Mangu, A. T., Pop, D. C., Tipcu, A., Avasi, A. R., Ordeanu, C., Coza, O. F., & Irimie, A. (2024). *Investigating the Influence of Body Mass Index on Organs at Risk Doses for Adjuvant HDR Vaginal Cuff Brachytherapy In Patients with Early Stage Endometrial Carcinoma*. <https://doi.org/10.20944/preprints202410.0606.v1>
- Larasati Kartika Sari, N., & Santoso, B. (2022). *Evaluasi Indeks Massa Tubuh untuk Penentuan Size-Specific Dose Estimate CT Scan Abdomen*. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jf/index>
- Larasati, N., Sari, K., Wonga, H., Hartoyo, P., Anita, F., Vekky, V., Repi, R., & Mulyati, D. (2023). Evaluasi Size Specific Dose Estimate Berdasarkan Diameter Efektif (SSDE DE) Pemeriksaan Abdomen di DKI Jakarta. *Jurnal Ilmiah GIGA*, 26(2), 88–95. <https://doi.org/10.47313/jig.v%vi%i.2865>
- Marini, R., Hartoyo, P., & Sofyan, H. (2018). *Analisis Uji Korelasi Karakteristik Pasien dengan Dosis Permukaan pada Pemeriksaan CT Abdomen*.
- Rajaraman, V., Ponnusamy, M., & Halanaik, D. (2020). Size specific dose estimate (SSDE) for estimating patient dose from CT used in myocardial perfusion SPECT/CT. *Asia Oceania Journal of Nuclear Medicine and Biology*, 8(1), 58–63. <https://doi.org/10.22038/aojnmb.2019.40863.1276>
- Villoing, D., Borrego, D., Preston, D. L., Alexander, B. H., Rose, A., Salasky, M., Linet, M. S., Lee, C., & Kitahara, C. M. (2021). Trends in occupational radiation doses for u.s. radiologic technologists performing general radiologic and nuclear medicine procedures, 1980–2015. In *Radiology* (Vol. 300, Issue 3, pp. 605–612). Radiological Society of North America Inc. <https://doi.org/10.1148/radiol.2021204501>