

## Evaluasi Indeks Massa Tubuh untuk Penentuan *Size-Specific Dose Estimate CT Scan Abdomen*

Ni Larasati Kartika Sari<sup>1</sup>✉, Prataminingsih<sup>1</sup>, dan Budi Santoso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Universitas Nasional, Jl. Sawo Manila, Pejaten, Ps. Minggu, Jakarta 12520, Indonesia

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima:  
26 November 2022  
Disetujui:  
28 Desember 2022  
Dipublikasikan:  
30 Desember 2022

*Keywords:*  
*CT Scan Abdomen,*  
*Radiation Dose,*  
*SSDE*

### ABSTRAK

*Size-Specific Dose Estimate (SSDE)* merupakan parameter dosis *CT Scan* yang sudah memasukkan komponen ukuran tubuh pasien, yaitu Diameter Efektif (DE).  $SSDE_{DE}$  kurang menggambarkan dosis pasien karena pengukuran DE hanya pada *midslice* citra. Penelitian ini mengevaluasi penggunaan Indeks Massa Tubuh (IMT) sebagai alternatif ukuran DE, untuk mendapatkan SSDE CT Scan Abdomen. Analisis *paired sample t-test*, uji t parsial, uji linearitas (ANOVA) dan korelasi (*pearson correlation*) IMT terhadap DE, parameter dosis seperti *Computed Tomography Dose Index-volumetric (CTDIvol)*, *Dose Length Product (DLP)*, dan SSDE dilakukan dari 64 data pasien. Hasil uji menyatakan bahwa IMT dan DE berbeda secara nyata dan saling mempengaruhi. Nilai koefisien determinasi IMT-DE 0,854 ( $p < 0,05$ ) dan korelasinya 0,924 ( $p < 0,001$ ) yang berarti sangat kuat dan bersifat positif. IMT dapat digunakan sebagai alternatif ukuran pasien dalam menentukan SSDE. Hasil uji IMT dengan parameter dosis menunjukkan saling berbeda dan saling mempengaruhi. Hasil uji linearitas juga menunjukkan ketiganya memiliki hubungan yang linear. Nilai korelasi ( $r$ ) = 0,930 untuk IMT-CTDIvol,  $r = 0,922$  untuk IMT-DLP dan  $r = 0,846$  untuk IMT-SSDE<sub>IMT</sub> dengan nilai *p value* ketiganya adalah  $p < 0,001$ . Hal ini berarti koefisien korelasinya dapat dikategorikan sangat kuat dan bersifat positif.

### ABSTRACT

*Size-Specific Dose Estimate (SSDE)* is a *CT Scan* dose parameter that includes the patient's size component, effective diameter (ED).  $SSDE_{ED}$  still doesn't represent the patient dose well because ED only measured in the image's *midslice*. This study evaluates the use of body mass index (BMI), as an alternative size metric for the SSDE calculation in abdominal CT Scan. Paired sample t-test, partial t-test, ANOVA and Pearson correlation test between BMI, DE, dose parameters such as *Computed Tomography Dose Index-volumetric (CTDIvol)*, *Dose Length Product (DLP)*, and SSDE was performed in 64 data. The results show that BMI and ED values are significantly different and influencing each other. The coefficient of determination of BMI-ED is 0.854 ( $p < 0.05$ ) and the correlation coefficient is 0.924 ( $p < 0.001$ ). This means that the correlation between BMI-ED is very strong. BMI can be used as an alternative to replace ED in determining SSDE. BMI and dose parameters are also influencing each other and have linear relationship. The correlation value ( $r$ ) of BMI-CTDIvol is 0.930, BMI-DLP is 0.922, and BMI-SSDE<sub>BMI</sub> is 0.846 with the *p value* being  $p < 0.001$ , means that the correlation can be categorized as very strong and positive.

✉ Alamat korespondensi:  
Jl. Sawo Manila, Pejaten, Ps. Minggu, Jakarta  
E-mail: nilarasati@civitas.unas.ac.id

## PENDAHULUAN

CT Scan menyumbang dosis penerimaan radiasi terbesar di bidang medis. Radiasi yang dihasilkan pada pemeriksaan CT Scan memberikan kontribusi 60% dari pemeriksaan radiologi, walaupun frekuensi pemeriksaannya hanya 7% dari seluruh pemeriksaan (Fajria dkk., 2014). Perlu dilakukan pencatat dosis agar dosis terpantau. Besaran dosis CT Scan yang saat ini digunakan dalam laporan dosis CT yaitu *Volumetric CT Dose Index* (CTDIvol) dan *Dose Length Product* (DLP) (Ngaile & Msaki, 2006). CTDIvol adalah indikator dosis *output* dari CT Scan dan DLP merupakan dosis total selama pemeriksaan (Safitri dkk., 2014). Nilai CTDIvol dan DLP ditampilkan pada *workstation* CT Scan. Permasalahannya, nilai CTDIvol dan DLP bukan sebagai besarnya dosis radiasi yang diterima oleh pasien pada saat menjalani pemeriksaan dengan CT Scan. CTDIvol diukur menggunakan pensil ion chamber 100 mm dan phantom standar yang terbuat dari *Polymethylmethacrylate* (PMMA) dengan diameter 32 cm untuk tubuh dan 16 cm untuk kepala pasien. CTDIvol bergantung pada parameter paparan seperti tegangan tabung, arus tabung dan pitch (Anam dkk., 2016). CTDI bukan sebagai indikator dosis pasien, namun hanya sebagai indikator dosis *output* dari CT Scan. DLP secara langsung terkait dengan jumlah *slice* atau irisan, namun DLP hanya digunakan untuk menghitung dosis pemeriksaan lengkap atau keseluruhan sepanjang bagian yang di-*scan* (Matsubara, 2017).

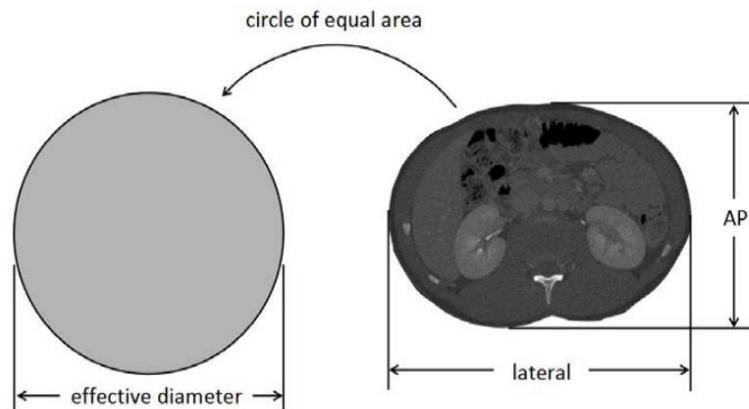
Untuk memperbaikinya, besaran *Size-Specific Dose Estimate* (SSDE) telah ditetapkan oleh *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM) pada *Report No.204*. SSDE adalah parameter dosis yang mempertimbangkan koreksi berdasarkan diameter efektif (DE) pasien yang diukur dari citra CT Scan pasien pada potongan aksial. SSDE dihitung dengan mengalikan nilai CTDIvol dan nilai faktor konversi ( $f_{size}$ ) yang nilainya bergantung dengan DE (Safitri dkk., 2014). Diameter efektif (DE) belum dapat mewakili perhitungan SSDE secara akurat (Gabusi dkk., 2016). Besaran lain yang juga mempengaruhi dosis pasien adalah IMT (Chan dkk., 2012; Liang dkk., 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dan menganalisa korelasi antara indeks massa tubuh (IMT) terhadap DE, mendapatkan dan menganalisa korelasi antara IMT terhadap parameter dosis (CTDIvol, DLP dan SSDE), serta menentukan apakah nilai IMT dapat menggantikan DE untuk mencari nilai SSDE.

## METODE

Penelitian ini menggunakan data sampel dari 64 orang pasien CT Scan abdomen berjenis kelamin laki-laki dan perempuan dengan berusia minimal 20 tahun. IMT didapat dari perhitungan berat badan (kg) dibagi parameter tinggi badan ( $m^2$ ), dimana pengukuran berat dan tinggi badan pasien secara manual dengan menggunakan alat timbang dan ukur tinggi pasien. *Scanning* dilakukan dengan pesawat CT Scan Toshiba Alexion 16 *slice*, maksimum tegangan tabung adalah 135 kV, maksimum arus tabung 300 mA. *Scan range* dengan batas atas *top of higher hemidiaphragm* dan batas bawah *pubic symphysis*, ketebalan *slice*: 0,5 mm, tegangan tabung 120 KV, modulasi arus tabung otomatis menghasilkan arus variabel dengan minimum 50 mA dan maksimum 300 mA. Setelah *scanning* selesai dilakukan catat nilai CTDIvol dan DLP yang tertera pada *monitor* CTScan. Diameter efektif (DE) didapat dari perhitungan dari Persamaan (1) berdasarkan diameter anterior posterior (*midslice CT localizer*) pada citra hasil *scanning*. Pengukuran diameter dilakukan secara manual dengan caliper elektronik yang tersedia di PACS (*Picture-Archiving and Communication System*) menggunakan *Window Width* (WW): 350 HU dan *Window Level* (WL): 50 HU. DE didefinisikan sebagai diameter lingkaran dengan luas setara dengan luas penampang pasien pada tingkat sumbu z tertentu (misal; pada *level midslice*) dan dihitung sebagai rata-rata geometrik  $D_{AP}$  dan  $D_{LAT}$ . Pada Gambar 1 terlihat  $D_{AP}$  dan  $D_{LAT}$ , serta diameter efektif.  $D_{AP}$  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*.

$$DE = \sqrt{D_{AP} \times D_{LAT}} \quad (1)$$

Selanjutnya dilakukan pengujian statistik terhadap data, yaitu uji normalitas, uji beda (*Paired Sampel T Test*), uji pengaruh (*uji T parsial*), uji linearitas (ANOVA), dan uji kolerasi (*Pearson Correlation Analysis*) antara variabel DE dan IMT.



Gambar 1. Diameter efektif (DE), diameter anterior posterior ( $D_{AP}$ ) dan diameter lateral ( $D_{LAT}$ ) (American Association of Physicists in Medicine, 2011)

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui normal atau tidaknya suatu distribusi data yang berkaitan dengan pemilihan uji statistik yang akan digunakan. Uji normalitas menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov, jika signifikansi atau probabilitas lebih besar dari 5% atau 0,05 maka uji normalitas terpenuhi (Supardi, 2013). Uji beda digunakan untuk menentukan apakah perbedaan rata-rata antar dua populasi merupakan perbedaan nyata atau karena kebetulan. Uji beda menggunakan metode *Paired Sampel T Test*, dimana jika probabilitasnya  $> 0,05$  maka artinya kedua rata-rata populasi adalah sama atau tidak berbeda secara nyata dan jika probabilitasnya  $< 0,05$  maka artinya kedua rata-rata populasi adalah tidak sama atau berbeda secara nyata. Uji pengaruh digunakan untuk mengetahui apakah variabel bebas secara parsial berpengaruh terhadap variabel terikat. Uji pengaruh menggunakan metode uji t parsial, dimana dimana jika nilai signifikansi  $< 0,05$  maka ada pengaruh variabel bebas terhadap variabel dan jika nilai signifikansi  $> 0,05$  maka tidak ada pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Uji linearitas (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui dan membuktikan bahwa antar variabel yang diteliti memiliki hubungan yang linier. Setelah uji normalitas data, uji beda variabel, uji pengaruh antar variabel dan linearitas terpenuhi maka dapat dilakukan uji korelasi. Apabila hasil sebaran data berdistribusi normal, maka uji korelasinya menggunakan metode *Pearson Product Moment* atau *Pearson Correlation Analysis* ( $r$ ) yang menyatakan, jika nilai signifikan atau probabilitas kurang dari 0,05 dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ )  $> 0,8$  memiliki korelasi yang kuat atau  $r = 1$  korelasi sempurna. Uji statistik dilakukan pada program SPSS 16. Dari hasil uji linearitas, nilai DE berdasarkan IMT diperoleh dan selanjutnya digunakan untuk menemukan faktor koreksi  $f_{size}$  pada AAPM no. 204 yang digunakan untuk memperoleh  $SSDE_{IMT}$  dengan persamaan 2. Uji statistik yang sama juga dilakukan antara IMT terhadap parameter dosis  $CTDI_{vol}$ , DLP, dan  $SSDE_{IMT}$ .

$$SSDE = f_{size} \times CTDI_{vol} \quad (2)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis uji deskriptif statistik pada IMT, DE, dan parameter dosis  $CTDI_{vol}$ , DLP dan SSDE ditunjukkan pada Tabel 1. Terlihat bahwa nilai minimal (min), dan maksimal (max)  $SSDE_{IMT}$  lebih besar dari  $CTDI_{vol}$ . Terdapat perbedaan sebesar 8,4%-113,9% antara nilai keduanya. Hal ini menunjukkan variabel IMT memberikan pengaruh terhadap nilai dosis pasien.

Tabel 1. Rangkuman hasil perhitungan statistik data IMT, DE, CTDIvol, DLP, dan SSDE<sub>IMT</sub>

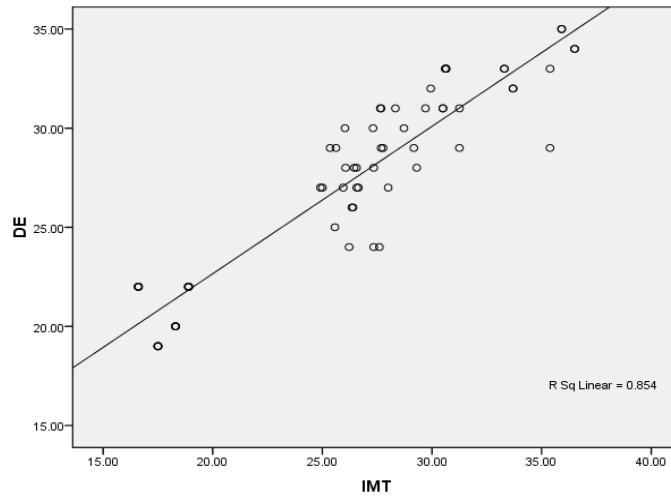
	IMT (kg/m <sup>2</sup> )	DE (cm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy.cm)	SSDE <sub>IMT</sub> (mGy)
Mean ± SD	26,47 ± 5,85	27,47 ± 4,71	10,51 ± 4,75	506,28 ± 268,52	14,17 ± 3,61
Min	16.59	19	4.10	103.9	8.77
Max	36.51	35	22.80	1180.4	24.72

Uji normalitas untuk IMT, DE, CTDIvol, DLP, dan SSDE<sub>IMT</sub> dilakukan dengan metode Kolmogorov-Smirnov, seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 diperoleh data berdistribusi normal sehingga dalam mencari korelasi atau hubungan antar variabel dapat menggunakan metode *Pearson Product Moment* atau *Pearson Correlation Analysis* (r). Uji beda variabel IMT terhadap DE dilakukan dengan metode *Paired Sample T Test*. Hasil uji beda variabel IMT terhadap DE diperoleh rata-rata populasi tidak sama atau berbeda secara nyata atau dapat diartikan bahwa nilai IMT dan DE diperoleh adalah tidak sama atau berbeda secara nyata. Uji pengaruh (uji T pasial) IMT terhadap DE juga menghasilkan nilai probabilitas  $p < 0,05$ . Hal ini menunjukkan terdapat pengaruh antara IMT terhadap DE.

Tabel 2. Hasil Analisis Uji Distribusi Normalitas Data IMT, DE, CTDIvol, DLP, dan SSDE<sub>IMT</sub>

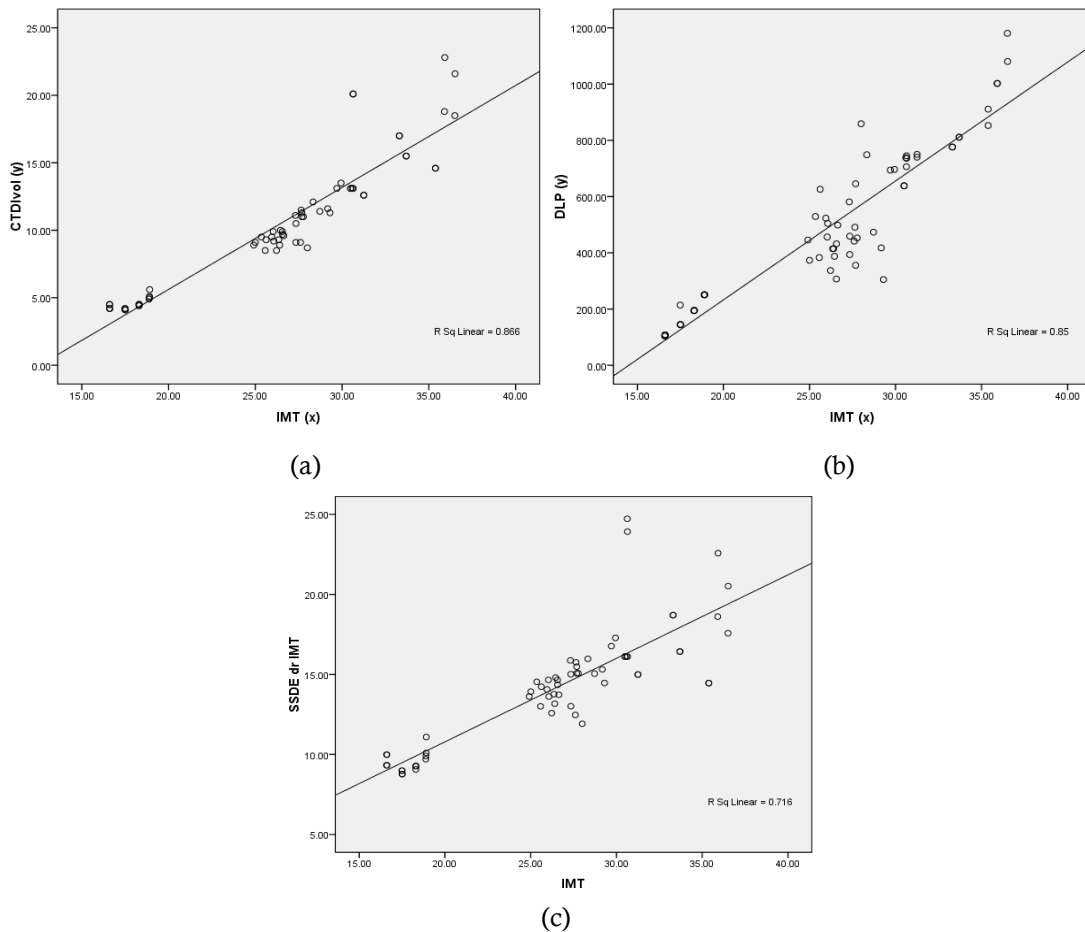
Variabel	Kolmogorov-smirnov	p-value	Hasil Distribusi
IMT	0.053	0.200	Normal
DE	0.076	0.200	Normal
CTDIvol	0.068	0.068	Normal
DLP	0.085	0.200	Normal
SSDE <sub>IMT</sub>	0.109	0.058	Normal

Hasil uji linearitas (ANOVA) IMT terhadap DE dapat dilihat dari grafik *scatterplot* pada Gambar 2. Diperoleh nilai koefisien determinasi adalah  $R^2 = 0,854$  ( $0,8 < 1,00 =$  sangat kuat) dengan nilai probabilitas  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$  maka linearitasnya terpenuhi). Didapat pula persamaan grafik linearnya, yaitu  $y = 0,7353x + 7,9121$ . Nilai konstanta 7,9121 menyatakan bahwa jika tidak ada variabel IMT maka diameter efektif (DE) adalah 7,9121. Dan koefisien regresi sebesar 0,7353 menyatakan bahwa setiap penambahan (karena tanda "+") 1,0 nilai IMT akan meningkatkan nilai diameter efektif sebesar 0,7353. Persamaan  $y = 0,7353x + 7,9121$  juga digunakan untuk menghitung kembali DE dari data IMT, dimana y adalah sebagai DE yang akan dicari dan x adalah IMT yang sudah diperoleh dari pasien. Nilai DE yang diperoleh dari persamaan selanjutnya digunakan untuk mencari faktor koreksi  $f_{size}$  pada AAPM 204 untuk memperoleh SSDE<sub>IMT</sub>. Uji korelasi *Pearson Correlation Analysis* juga dilakukan antara IMT dengan DE, diperoleh koefisien korelasi 0.924, yang berarti IMT terhadap DE memiliki hubungan yang sangat kuat. Nilai korelasi ini menunjukkan bahwa nilai IMT dapat menggantikan DE sebagai metrik ukuran pasien sebagai dasar perhitungan estimasi dosis pasien, SSDE (Neill dkk., 2018; Boos dkk., 2016).



Gambar 2 . Grafik *scatterplot* uji linearitas IMT terhadap variabel DE

Uji analisis yang sama juga dilakukan terhadap IMT dan parameter dosis CTDIvol, DLP, dan  $SSDE_{IMT}$ . Uji beda dan uji pengaruh menghasilkan probabilitas  $p = 0,000$  yang berarti IMT dan ketiga parameter dosis berbeda dan saling mempengaruhi. Hasil uji linearitas IMT terhadap ketiga variabel dosis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik *scatterplot* uji linearitas: (a). IMT terhadap CTDIvol, (b).IMT terhadap DLP, dan (c). IMT terhadap  $SSDE_{IMT}$

Pada gambar 3 terlihat nilai  $R^2$  atau koefisien determinasi IMT terhadap parameter dosis (CTDI<sub>vol</sub>, DLP dan SSDE<sub>IMT</sub>) masuk dalam kategori kuat yaitu dimana  $R^2 = 0,7 - < 0,8 =$  kuat, dengan nilai probabilitas pada ketiganya  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$  maka linearitasnya terpenuhi). Nilai tersebut menunjukkan bahwa variabel IMT berhubungan erat dengan besaran dosis, sehingga nilai dosis dipengaruhi oleh IMT. Semakin besar nilai IMT, semakin besar pula nilai dosisnya (Chan dkk., 2012). Hasil uji kolerasi IMT terhadap ketiga parameter dosis dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai koefisien korelasi antara IMT terhadap parameter dosis masuk dalam kategori korelasi sangat kuat atau dapat diartikan kedua variabel tersebut memiliki hubungan erat.

Tabel 3. Hasil Analisis Uji Korelasi IMT terhadap Parameter Dosis

Variabel	Parameter dosis	Koefisien korelasi (r)	Probabilitas (p)	Hasil
IMT	CTDI <sub>vol</sub>	0.930	0.000	Sangat kuat
	DLP	0.922	0.000	Sangat kuat
	SSDE <sub>IMT</sub>	0.846	0.000	Sangat kuat

Hasil uji statistik di atas menunjukkan bahwa IMT berkaitan erat dengan dosis pasien, dan IMT juga dapat digunakan sebagai dasar perhitungan SSDE. Persamaan grafik 3(c),  $y = 0,5217x + 0,3571$  dapat digunakan untuk secara langsung mendapatkan SSDE (y) dari IMT (x) pada CT Scan abdomen. Parameter IMT sangat berkaitan dengan dosis radiasi yang diterima pasien modalitas radiodiagnostik. Penelitian menunjukkan bahwa pada pemeriksaan radiografi umum thorax dan angiografi koroner diagnostik, terdapat pengaruh pada nilai dosis paparan dan nilai indeks ekposi terhadap IMT (Aisah dkk., 2021; Sumarsono, 2020). Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian sebelumnya yang juga melakukan pengujian statistik IMT terhadap SSDE pada pasien inflamasi usus (*Inflamatory Bowel Disease*) (Neill dkk., 2018). Metode pencarian  $f_{size}$  berdasarkan IMT juga sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa pencarian  $f_{size}$  dengan IMT dapat dilakukan pada pemeriksaan CT scan kepala, torso, dan lutut (Alikhani dkk., 2018). IMT sendiri juga telah terbukti sebagai alternatif yang baik dalam menentukan dosis efektif pemeriksaan *CT Scan abdomen-pelvis* (Deevband, 2018).

## SIMPULAN

IMT dapat digunakan sebagai alternatif ukuran pasien untuk menggantikan DE dalam menentukan SSDE CT Scan Abdomen. IMT terbukti berkaitan dengan dosis pasien CT Scan abdomen, dan dalam hal ini dapat dijadikan sebagai metrik untuk menentukan SSDE. Nilai SSDE (y) dari IMT (x) pada CT Scan abdomen dapat diperoleh menggunakan persamaan linier  $y = 0,5217x + 0,3571$ .

## REFERENSI

- Aisah, A. N., Ngurah Sutapa, I. G., & Wendri, N. (2021). Penentuan Dosis Paparan Radiasi Pesawat Sinar-X Pemeriksaan Thorax Berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT). *Kappa Journal*, 5(2), 240–245.
- Alikhani, B., Getzin, T., Kaireit, T. F., Ringe, K. I., Jamali, L., Wacker, F., Werncke, T., & Raatschen, H. (2018). Correlation of size-dependent conversion factor and body-mass-index using size-specific dose estimates formalism in CT examinations. *European Journal of Radiology*, 100, 130–134.

- American Association of Physicists in Medicine. (2557). Size-specific dose estimates (SSDE) in: Pediatric and adult body CT examinations (task group 204). College Park, MD: *American Association of Physicists in Medicine*, 4(1), 88–100.
- Boos, J., Lanzman, R. S., Aissa, J., Schleich, C., Thomas, C., Sawicki, L. M., & Kropil, P. (2016). Does body mass index outperform body weight as a surrogate parameter in the calculation of size-specific dose estimates in adult body CT. *British Journal of Radiology*, 89(1059).
- Anam, C., Haryanto, F., Widita, R., I. A., & G. D. (n.d.). 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.
- Chan, V. O., McDermott, S., Buckley, O., Allen, S., Casey, M., O'Laoide, R., & Torreggiani, W. C. (2012). The relationship of body mass index and abdominal fat on the radiation dose received during routine computed tomographic imaging of the abdomen and pelvis. *Canadian Association of Radiologists Journal*, 63(4), 260–266.
- Fajria, N., Setia Budi, W., Arifin, Z., & Fisika, J. (2014). Analisis Perbandingan Parameter Dan Profil Dosis Menggunakan Phantom Standar Dan Tidak Standar. *Youngster Physics Journal*, 3(4), 303–310.
- Gabusi, M., Riccardi, L., Aliberti, C., Vio, S., & Paiusco, M. (2016). Physica Medica Radiation dose in chest CT: Assessment of size-specific dose estimates based on water-equivalent correction. *Physica Medica*, 32(2), 393–397.
- Liang, B., Gao, Y., Chen, Z., & Xu, X. G. (2017). *Evaluation of Effective Dose from CT Scans for Overweight and Obese Adult Patients Using The*. 174(2), 216–225.
- Matsubara, K. (2017). Computed Tomography Dosimetry: From Basic to State-of-the-art Techniques.
- Neill, S. O., Kavanagh, R. G., Carey, B. W., Moore, N., Maher, M., & Connor, O. J. O. (2018). *Using body mass index to estimate individualised patient radiation dose in abdominal computed tomography*. 5, 0–7.
- Ngaike, J. E., & Msaki, P. K. (2006). *Estimation of patient organ doses from CT examinations in Tanzania*. 7(3), 80–94.
- Reza Deevband, M. (2018). A New Method for Estimating of Patient Effective Dose in Computed Tomography Based on Body Mass Index: Performance of the Method in Abdomen-Pelvic Examination. *Current Trends in Clinical & Medical Imaging*, 2(2), 27–31.
- Safitri, R., Biofisika, L., Fisika, J., Mipa, F., & Syiah, U. (2014). *The Method of CT Dosimetry Based on the Computed Tomography Dose Index (CTDI) for the Treatment of the Human's Head*. 3(1), 1–9.
- Sumarsono, S. (2020). Hubungan Indeks Massa Tubuh terhadap Dosis Radiasi pada Angiografi Koroner. *Lontara*, 1(2), 108–116.
- Supardi, U. (2013). Aplikasi Statistika Dalam Penelitian.