

ESTIMASI NILAI DOSIS RADIASI EFEKTIF PASIEN DARI CITRA MEDIS CT SCAN ASTEION MULTI 32 SLICE BAGIAN ABDOMEN

Nadiah Wanara*, Muhammad Hamdi, Salomo Sinuraya

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

*E-mail korespondensi: nadiah.wanara5590@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Receipt of radiation doses in patients by CT scan media really contributed to the radio diagnostic field. So far, volume Computed Tomography Dose Index ($CTDI_{vol}$) and Dose Length Product (DLP) are the dose parameters used as a prescription of the dose to the patients from the examination process on the CT scan. However, these parameters have the disadvantage that they only describe the dose output from the device without regard to patient size. Size Specific Dose Estimate (SSDE) is a dose correction based on patient size and an effective dose is the dose value that arises due to differences in biological sensitivity values. Calculation of SSDE values and total effective doses were carried out in this study from data of patients who had undergone an abdominal CT scan examination. Patient radiation dose data were obtained from documents collected from the Radiology Department at the Prima Pekanbaru hospital. The data was obtained from examination results of Asterion Multi (CXB 400 tube) CT scan of the abdomen of 20 patients. The data analysis shows that the average value of SSDE for male and female patients are 19.64 mGy and 17.4 mGy and the average total effective dose for male and female patients are 12.63 mSv and 9.16 mSv. These data indicate that the level of radiation dose received by patients is below the threshold that has been evaluated based on Nuclear Energy Regulatory Agency (BAPETEN) provisions.

Keywords: CT scan, Abdomen, Size specific dose estimate (SSDE), Effective dose

ABSTRAK

Penerimaan dosis radiasi pada pasien oleh media CT scan ternyata memberikan kontribusi yang sangat besar dalam bidang radiodiagnostik. Selama ini, volume Computed Tomography Dose Index ($CTDI_{vol}$) dan Dose Length Product (DLP) adalah parameter dosis yang digunakan sebagai gambaran nilai dosis yang dikenakan pasien dari proses eksaminasi pada CT scan. Namun kedua parameter ini memiliki kelemahan yaitu keduanya hanya menggambarkan dosis output dari alat tanpa memperhatikan ukuran pasien. Size Specific Dose Estimate (SSDE) merupakan koreksi dosis berdasarkan ukuran pasien dan dosis efektif adalah nilai dosis yang muncul akibat adanya perbedaan nilai sensitivitas biologis. Perhitungan nilai SSDE dan dosis efektif total dilakukan dalam penelitian ini dari data pasien yang telah mengalami eksaminasi CT scan bagian abdomen. Data dosis radiasi pasien diperoleh dari dokumen yang terkumpul dari Departemen Radiologi di RS Prima Pekanbaru. Data tersebut diperoleh dari hasil eksaminasi CT scan tipe Asterion Multi (CXB 400 tube) bagian abdomen 20 pasien. Hasil analisa data menunjukkan nilai rata-rata SSDE untuk pasien laki-laki dan perempuan adalah 19,64 mGy dan 17,4 mGy dan nilai rata-rata dosis efektif total untuk pasien laki-laki dan perempuan adalah 12,63 mSv dan 9,16 mSv. Hasil data tersebut menunjukkan bahwa tingkat dosis radiasi yang diterima pasien berada dibawah ambang batas yang telah dievaluasi berdasarkan ketetapan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN).

Kata kunci: CT scan, Abdomen, Size specific dose estimate (SSDE), Dosis efektif

Diterima 30-04-2020 | Disetujui 16-05-2020 | Dipublikasi 30-07-2020

PENDAHULUAN

CT scan merupakan kontributor penting dalam dunia medis paparan radiasi. Meskipun

kenyataannya hanya 6% dari total pemeriksaan radiologis menggunakan CT scan [1], setidaknya 64 juta CT scan dilakukan setiap tahunnya di Amerika Serikat dengan sekitar 4

juta diantaranya dilakukan pada anak-anak [2]. Hal tersebut perlu diperhatikan dampak yang timbul dari penggunaan *CT scan* untuk kedepannya.

Penggunaan piranti medis terdapat beberapa resiko yang harus diambil pasien ketika melakukan *CT scan*. Radiasi sinar-x yang digunakan dapat menyebabkan putusny rantai ganda DNA pada sel-sel pasien, yang dalam beberapa kasus mengarahkan pada induksi kanker pada pasien. Meningkatnya paparan radiasi menjadi gangguan bagi kesehatan masyarakat dalam penggunaan pada masa sekarang dan yang akan datang. Sehingga sangatlah penting untuk memastikan bahwa pasien yang melakukan *CT scan* terpapar dosis radiasi yang sesuai dengan ketahanan tubuh pasien [3].

Tingkat paparan radiasi dari proses *CT scan* dipengaruhi oleh sebagian sebab yang dapat di kontrol antaranya yaitu, besar arus dan tegangan eksposi yang dihasilkan, durasi rotasi yang dibutuhkan, *pitch* berbentuk heliks, ketebalan geometri irisan, waktu selama *scan* dan langkah ketergantungan dosis radiasi. SSDE merupakan parameter dosis yang memperhitungkan faktor geometrik ukuran tubuh pasien, metode estimasi dosis menggunakan SSDE yang mempertimbangkan ukuran pasien, merupakan teknik yang sangat tepat digunakan untuk memprediksi tingkat radiasi dari eksaminai *CT scan*, terutama bagi pasien anak-anak atau berusia balita [4]. Dosis efektif merupakan salah satu jenis dosis radiasi yang menjelaskan tentang resiko efek biologis yang dapat terjadi setelah terpapar radiasi.

Peggunaan metode lain untuk mengukur dosis serap dan tingkat penggunaan efektif pada pengguna yang melakukan eksaminasi oleh *CT scan* sangatlah diperlukan, hal ini dikarenakan tidak dilakukannya pengukuran kedua parameter diatas di beberapa rumah sakit di Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode komputasi dengan pembuatan *coding* menggunakan bahasa pemrograman *Hypertext Preprocessor* (PHP) untuk menghitung dosis efektif pasien setelah melakukan *CT scan*.

TINJAUAN PUSTAKA

Kuantitas Dosimetri

Proses *CT scan* menggunakan parameter kuantitas dosimetri untuk mengetahui rata-rata dosis di daerah *scan*, dosis dari keseluruhan pemeriksaan dan resiko radiasi dari *CT scan* yang dilakukan. Saat ini kuantitas dosimetri atau parameter yang digunakan pada *CT scan* adalah $CTDI_{vol}$ dan DLP [5].

Volume Computed Tomography Dose Index (CTDI)

$CTDI_{vol}$ merupakan suatu konsep CTDI yang dikembangkan untuk *scan* yang dilakukan secara spiral, $CTDI_{vol}$ juga memperhitungkan faktor pergerakan meja atau *pitch* terhadap besar dosis serap. Secara matematis $CTDI_{vol}$ ditulis sebagai Persamaan (1) berikut:

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

dimana $CTDI_w$ merupakan CTDI yang memperhitungkan faktor perbedaan nilai dosis di permukaan phantom dan di tengah phantom (mGy).

Size Specific Dose Estimate (SSDE)

SSDE merupakan nilai dosis yang muncul setelah mempertimbangkan faktor ukuran tubuh pasien. Sehingga memungkinkan perhitungan dosis serap dan dosis efektif yang diterima pasien menjadi lebih akurat.

SSDE adalah hasil kali antara faktor konversi (f) dengan nilai $CTDI_{vol}$. Secara matematis SSDE ditulis sebagai berikut:

$$SSDE = f_{size}^{32x} \cdot CTDI_{vol}^{32} \quad (2)$$

dimana SSDE merupakan nilai dosis yang muncul dengan memperhitungkan faktor ukuran tubuh pasien (mGy). f merupakan faktor konversi [6].

Dose Length Product (DLP)

DLP merupakan jumlah dosis serap dari keseluruhan rangkaian *scan* yang dilakukan. DLP merupakan hasil kali antara nilai $CTDI_{vol}$ dan panjang *scan* (L). Secara matematis DLP ditulis sebagai berikut.

$$DLP = CTDI_{vol} \cdot L \quad (3)$$

dimana DLP merupakan jumlah dosis serap total dari *CT scan* yang dilakukan (mGy.cm). $CTDI_{vol}$ merupakan nilai estimasi dosis pasien akibat *CT scan* yang dilakukan yang telah memperhitungkan faktor *pitch* (mGy). L merupakan panjang daerah *scan* (cm) [6].

Dosis Efektif (E)

Bagian ini merupakan tingkat penggunaan yang muncul sebagai akibat pengaruh sensitif biologis yang memiliki sifat berbeda-beda. Besaran pada dosis efektif tersebut adalah Sievert atau mSv (pada radiodiagnostik). Perubahan biologis yang muncul sebagai akibat dari radiasi yang diberikan tidak hanya bergantung dari tingkat paparan radiasi yang sampai pada organ dan jaringan tubuh, namun bergantung juga dengan sensitivitas organ ataupun jaringan tubuh yang terpapar radiasi. Sehingga dosis efektif yang muncul pada *CT scan* bagian tubuh yang berbeda akan memberikan nilai dosis efektif yang berbeda pula. Secara matematis dosis efektif ditulis sebagai berikut:

$$E = H \cdot w_T \quad (4)$$

dimana E merupakan dosis efektif (Sv), H merupakan dosis ekivalen (Sv) dan w_T adalah faktor bobot jaringan [7].

XAMPP

XAMPP adalah suatu perangkat *software* yang bersifat *open source* atau bebas sebagai pendukung bagi banyak sistem operasi. XAMPP merupakan perangkat lunak yang terdiri dari susunan dari beberapa program

secara terintegrasi. Kegunaan utama XAMPP adalah digunakan dalam *server independent (localhost)*, yang tersusun atas beberapa program *Apache HTTP Server*, *MySQL database* dan terjemahan pada bahasa pemrograman yang dijalankan dalam program PHP dan *perl*. Bahasa pemrograman tersebut terdapat pada *General public license* atau *open access* (bebas) dan merupakan *web server* yang dapat mudah diterapkan dalam pengaturan tampilan pada jendela *web* yang bersifat dinamis.

Hypertext Preprocessor (PHP)

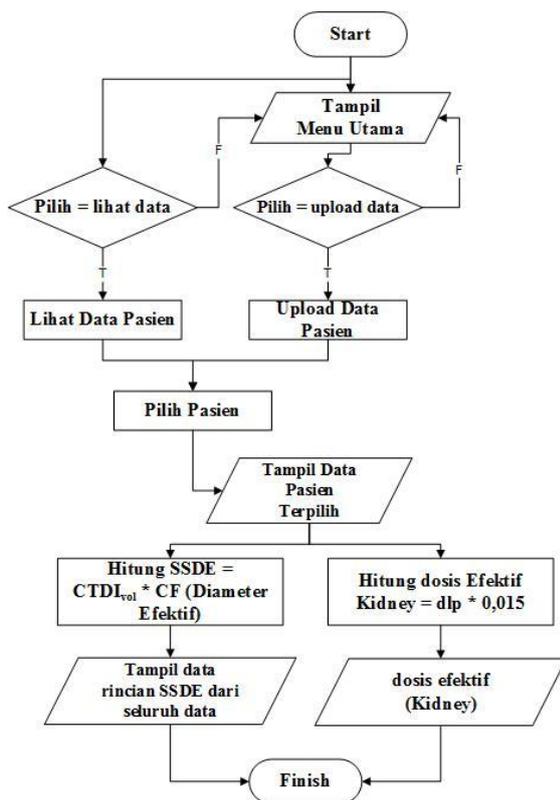
Bahasa pemrograman dalam mendirikan aplikasi *web* dapat menggunakan program *PHP*. Pemrograman tersebut dapat ditemukan secara bebas (*open source product*) yang dapat mengubah *source code PHP* [8].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data bersumber dari RS. PRIMA bagian Radiologi merupakan data sekunder hasil *imaging* dari *CT scan* bagian *abdomen* yang dilakukan pasien di rumah sakit tersebut. Adapun data yang didapatkan bersifat kuantitatif, data kuantitatif tersebut terdiri dari data pasien seperti umur, jenis kelamin, referensi dosis $CTDI_{vol}$ dan DLP serta hasil citra dari *CT scan* yang dilakukan. Metode dengan pendekatan retrospektif digunakan dengan melakukan penghimpun data tingkat penggunaan radiasi dari pasien dalam proses eksaminasi *CT scan abdomen* pada jenis alat model Asteion multi (CXB 400 tube) 32 *slice*. Laporan dari *dose report* menunjukkan keseluruhan data dosis pasien yang diterima dari *workstation CT scan*. Dosis yang diterima pasien yang melakukan eksaminasi *CT scan* dalam $CTDI_{vol}$ dan DLP. Diameter efektif (D_{eff}) dapat diprediksi melalui gambar SPR (*Scanned Projection Radiograph*) dengan Persamaan (3) setelah dilakukannya eksaminasi *CT scan* bagian *abdomen* [9] dengan ilustrasi seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengukuran diameter efektif berdasarkan dimensi Anterior Posterior (AP) dan dimensi Lateral (Lat).



Gambar 2. Flowchart program perhitungan SSDE dan dosis efektif dari eksaminasi CT scan bagian abdomen.

Flowchart program perhitungan nilai SSDE dan diameter efektif dari proses eksaminasi melalui CT scan bagian abdomen ditunjukkan oleh Gambar 2.

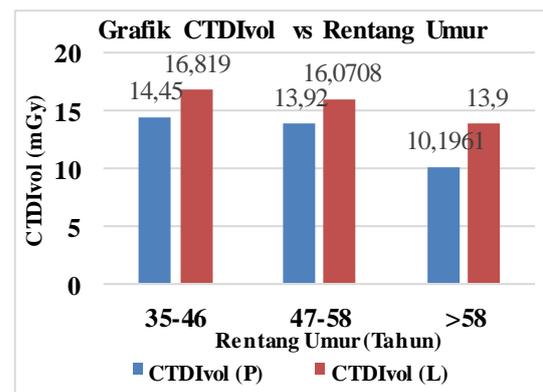
Perhitungan dosis efektif didapatkan dari perkalian antara koefisien konversi k dengan DLP seperti Persamaan (5) berikut [10, 11].

$$E = k \times DLP \quad (5)$$

dimana E merupakan dosis efektif dan koefisien konversi $k = 0,015$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keseluruhan data yang dianalisa pada penelitian diperoleh dari hasil CT scan bagian abdomen dari 20 pasien di RS. PRIMA Pekanbaru yang menjalani eksaminasi pada tahun 2019. Data pasien yang digunakan terdiri dari pasien laki-laki berjumlah 10 orang dan pasien perempuan 10 orang dengan 7 pasien berada pada rentang umur 35-46 dengan kategori dewasa produktif, 10 pasien berada pada rentang umur 47-58 dengan kategori dewasa non produktif dan 3 pasien berada pada rentang umur >58 dengan kategori manula. Hasil data $CTDI_{vol}$ terhadap rentang umur dan jenis kelamin pasien pada proses eksaminasi melalui CT scan bagian abdomen yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.

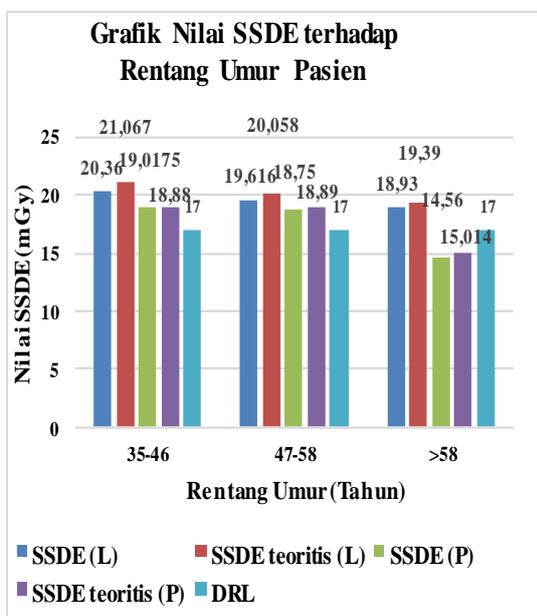


Gambar 3. Grafik nilai $CTDI_{vol}$ terhadap rentang umur dan jenis kelamin pasien pada eksaminasi CT scan bagian abdomen.

Gambar 3 menampilkan grafik nilai $CTDI_{vol}$ yang dihasilkan dari proses eksaminasi CT scan pada bagian abdomen dengan pengaruh rentang umur dan jenis kelamin pasien. Nilai $CTDI_{vol}$ berada pada rentang 10,19 mGy hingga 18,81 mGy. Nilai $CTDI_{vol}$ tertinggi adalah 16,819 mGy pada pasien dengan kategori umur 35-46 tahun dan berjenis kelamin laki-laki dan nilai $CTDI_{vol}$

terendah adalah 10,1961 mGy pada pasien dengan kategori umur >58 tahun dan berjenis kelamin perempuan. Grafik nilai $CTDI_{vol}$ terhadap rentang umur dan jenis kelamin pasien memiliki tren yang mana semakin tinggi umur pasien, maka nilai $CTDI_{vol}$ akan semakin rendah dan nilai $CTDI_{vol}$ pada pasien berjenis kelamin perempuan di seluruh rentang umur lebih kecil daripada pasien berjenis kelamin laki-laki. Perbedaan durasi rotasi dan tegangan (mAs) menyebabkan perbedaan nilai $CTDI_{vol}$ yang dihasilkan [12].

Nilai rata-rata $CTDI_{vol}$ yang diperoleh untuk pasien laki-laki dan perempuan masing-masing adalah 15,59 mGy dan 12,85 mGy. Nilai ini masih berada dibawah nilai ambang yang diperbolehkan dalam pemanfaatan radiasi dalam bidang medis yang diputuskan oleh BAPATEN. BAPATEN menyampaikan nilai ambang *Multiple Scan Average Dose* (MSAD) bagi pasien usia dewasa yang telah terjadi proses eksaminasi dalam *CT scan* pada bagian *abdomen* sebesar 25 mGy [13]. SSDE adalah prediksi tingkat penggunaan radiasi pasien yang menggunakan D_{eff} sebagai parameter yang mewakili ukuran pasien [9]. Gambar 4 menampilkan grafik nilai SSDE terhadap rentang umur dan jenis kelamin pasien.

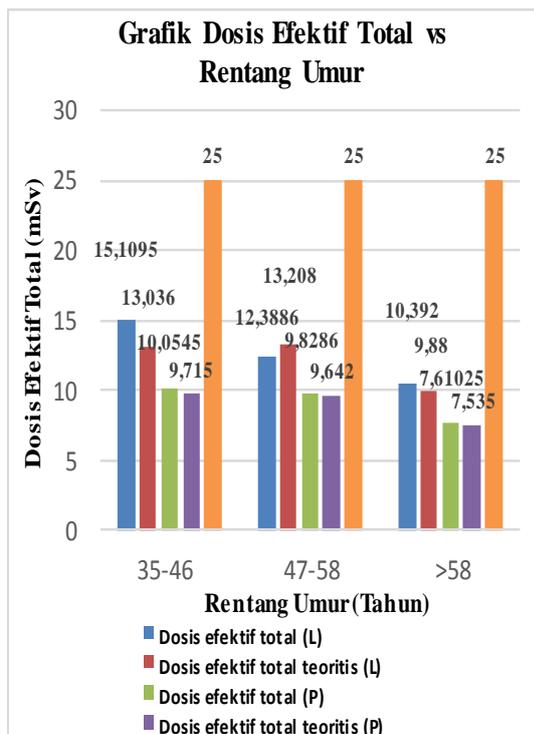


Gambar 4. Grafik nilai SSDE terhadap rentang umur dan jenis kelamin pasien pada eksaminasi *CT scan* bagian *abdomen*.

Gambar 4 menunjukkan nilai rata-rata SSDE bagi pasien laki-laki dan perempuan masing masing adalah 19,64 mGy dan 17,40 mGy. Nilai SSDE tertinggi terdapat pada pasien dengan kategori rentang umur 35-46 tahun dan berjenis kelamin laki-laki sebesar 20,36 mGy dan nilai SSDE terendah adalah 14,56 mGy yang merupakan nilai SSDE pasien dengan kategori rentang umur >58 dan berjenis kelamin perempuan. Nilai SSDE bervariasi untuk setiap kelompok rentang umur dan jenis kelamin pasien, namun tren yang mana semakin tinggi umur pasien, maka nilai SSDE akan semakin rendah. Hal ini diakibatkan oleh adanya perubahan dari nilai diameter efektif pasien yang mana semakin tinggi umur pasien, maka nilai diameter efektif pasien cenderung ikut menurun, yang menunjukkan adanya perubahan panjang eksaminasi *CT scan* menjadi lebih pendek, sehingga proses eksaminasi memerlukan waktu yang lebih cepat pada pasien dengan umur yang lebih tinggi [6]. Gambar 4 menunjukkan nilai SSDE dari seluruh sampel melebihi nilai *Diagnostic Reverence Level* (DRL) Indonesia pada tahun 2018 yang bernilai 17 mGy, namun hal ini tidak berarti bahwa proses eksaminasi yang dilakukan membahayakan pasien. Hal ini disebabkan nilai DRL tidak menggambarkan nilai ambang toleransi tubuh dalam menerima radiasi dari eksaminasi yang dilakukan, melainkan merupakan data rata-rata nilai $CTDI_{vol}$ yang merupakan parameter kuantitas dosis dari eksaminasi yang dilakukan. DRL merupakan cara untuk meningkatkan pertahanan (*protection*) dan pencegahan pancaran radiasi berlebihan pada [14].

Nilai dosis efektif total dari proses eksaminasi *CT scan* bagian *abdomen* didapat dari Persamaan (2). Hubungan antara dosis efektif total terhadap rentang umur dan jenis kelamin pasien ditampilkan pada Gambar 5. Gambar tersebut menampilkan grafik hubungan antara dosis efektif total eksaminasi *CT scan* bagian *abdomen* terhadap rentang umur dan jenis kelamin pasien. Nilai rata-rata dosis efektif atau tingkat penggunaan dari

paparan radiasi untuk pasien laki-laki dan perempuan masing-masing adalah 12,63 mSv dan 9,16 mSv. Dosis efektif total tertinggi bernilai 15,10 mSv pada kategori pasien dengan rentang umur 35-46 tahun dan jenis kelamin laki-laki, dan nilai dosis efektif organ ginjal terendah bernilai 7,61 mSv pada kategori pasien dengan rentang umur >58 tahun dan jenis kelamin perempuan. Berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditetapkan oleh BAPETEN, hasil tersebut masih berada dibawah standar dan penggunaan *CT scan* tersebut dapat digunakan dalam medis. Nilai ambang MSAD yang ditetapkan BAPETEN adalah 25 mSv bagi pasien usia dewasa yang telah mengalami proses eksaminasi *CT scan* pada bagian *abdomen* [13]. Setiap rentang umur dan jenis kelamin pasien memiliki nilai dosis efektif total yang berbeda, hal ini disebabkan oleh perbedaan panjang *scan* yang merupakan faktor biologis pasien, perbedaan panjang *scan* [12]. arus tabung (mAs) dan penggunaan metode modulasi arus tabung.



Gambar 5. Grafik nilai dosis efektif total terhadap rentang umur dan jenis kelamin pasien pada eksaminasi *CT scan* bagian *abdomen*.

KESIMPULAN

Hasil analisa data yang diperoleh mendapatkan nilai rata-rata dari $CTDI_{vol}$, SSDE, dan dosis efektif lebih rendah dibawah nilai ambang yang ditentukan oleh BAPATEN. Nilai rata-rata $CTDI_{vol}$, untuk pasien laki-laki dan perempuan masing-masing adalah 15,59 mGy dan 12,85 mGy. Nilai rata-rata SSDE untuk pasien laki-laki dan perempuan masing-masing adalah 19,64 mGy dan 17,40 mGy. Nilai rata-rata dosis efektif untuk pasien laki-laki dan perempuan masing-masing adalah 12,63 mSv dan 9,16 mSv. Variasi nilai $CTDI_{vol}$, SSDE dan dosis efektif total disebabkan oleh pengaruh faktor panjang scan, perbedaan metode ekdaminasi antara pasien dengan jenis kelamin berbeda, arus tabung (mAs) dan waktu rotasi.

REFERENSI

1. Charles, M. (2001). UNSCEAR Report 2000: Sources and effects of ionizing radiation. *Journal of Radiological Protection*, **21**(1), 83-85.
2. Brenner, D. J. & Hall, E. J. (2007). Computed tomography: An increasing source of radiation exposure. *The New England Journal of Medicine*, **357**(22), 2277-2284.
3. Franck, C., Vandevoorde, C., Goethals, I., Smeets, P., Achten, E., Verstraete, K., Thierens, H., & Bacher, K. (2016). The role of Size-specific dose estimate (SSDE) in patient-specific organ dose and cancer risk estimation in paediatric chest and abdominopelvic CT examinations. *European Radiology*, **26**, 2646–2655.
4. Imai, R., Miyazaki, O., Horiuchi, T., Kurosawa, H., & Nosaka, S. (2014). Local diagnostic reverence level based on size-specific dose estimate; Assessment of pediatric abdominal/pelvic computed tomography at japanese national children's hospital. *Pediatric Radiology*, **45**, 343-353.
5. Bongartz, T., Halligan, C. S., Osmon, D.

- R., Reinalda, M. S., Bamlet, W. R., Crowson, C. S., Hanssen, A. D., & Matteson, E. L. (2004). Incidence and risk factors of prosthetic joint infection after total hip or knee replacement in patients with rheumatoid arthritis. *Journal of US National Library of Medicine National Institute of Health Arthritis Rheum*, **59**(12), 1713-1720.
6. Boone, J. M. (2011). Reply to "Comment on the 'Report of AAPM TG 204: Size-specific dose estimates (SSDE) in pediatric and adult body CT examinations'" [AAPM Report 204, 2011]. *Medical Physics*, **39**(7), 4615-4616.
 7. Podgoršak, E. B. (2016). *Graduate Texts in Physics: Radiation Physics for Medical Physicists*. Canada: Springer.
 8. Raharjo, B. (2011). *Pemrograman web dengan PHP dan oracle*. Bandung: Informatika.
 9. Anam, C., Haryanto, F., Widita, R., Arif, I., & Dougherty, G. (2016). A fully automated calculation of size specific dose estimate (SSDE) in thoracic and head CT examination. *Journal of Physics: Conference Series*, **694**(1), 1-6.
 10. Saltybaeva, N., Jafari, M. E., Hupfer, M., & Kalender, W. A. (2014). Estimates of effective dose for CT scans of the lower extremities. *Radiology*, **273**(1), 153-159.
 11. Thomas, B., Shope, T. B., Gagne, R. M., & Johnson, G. C. (1981). A method for describing the doses delivered by transmission x-ray computed tomography. *Medical Physics*, **8**(4), 488-495.
 12. Ibrahim, A. A., Abdullah, B., & Halide, H. (2018). Estimasi dosis efektif pasien bagian abdomen dari hasil pemeriksaan CT scan merek Siemens SAMATOM. *Quantum: Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika*, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, 648-652.
 13. Hiswara, E. (2015). *Buku Pintar Proteksi dan Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit*. Jakarta: Batan Press.
 14. Radhany, S. & Intanung, S. (2014). Proteksi radiasi pasien pada pemeriksaan CT scan. *Prosiding Seminar Keselamatan Nuklir 2014*, BAPETEN, Jakarta, 20-24.



Artikel ini menggunakan lisensi
[Creative Commons Attribution
 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)