

Evaluasi ESAK Pada Radiografi Umum Untuk Optimisasi Dosis Pasien Menggunakan *Caldose_X* Di RSUD Kabupaten Tangerang

Mochamad Bayu Andika^{1*}, Merry Suzana²

^{1,2} Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan,
STIKES Dian Husada

^{1*} Korespondensi Email: andika.ardi@yahoo.com

ABSTRAK

Radiografi umum merupakan modalitas pencitraan diagnostik yang banyak digunakan dalam pelayanan kesehatan. Variasi parameter eksposi dapat memengaruhi besarnya dosis radiasi yang diterima pasien, sehingga diperlukan evaluasi untuk mendukung optimisasi dosis pasien. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi nilai *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) dan membandingkannya dengan Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (TPDI), serta menganalisis perbedaan ESAK berdasarkan jenis pemeriksaan radiografi umum. Desain penelitian observasional deskriptif dengan pendekatan kuantitatif di Instalasi Radiologi RSUD Kabupaten Tangerang. Sampel terdiri dari 50 pasien dewasa yang menjalani pemeriksaan *Chest PA*, *Abdomen AP*, *Pelvis AP*, *Lumbar Spine AP*, dan *Skull AP*. Estimasi ESAK dilakukan menggunakan *CALDose_X* dan dianalisis dengan statistik deskriptif serta uji *One-Way ANOVA*. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata ESAK tertinggi terdapat pada *Lumbar Spine AP* sebesar 1,87 mGy dan terendah pada *Chest PA* sebesar 0,31 mGy. Sebanyak 84% pasien berada di bawah TPDI, sedangkan 16% melebihi nilai acuan. Uji ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan antar jenis pemeriksaan ($p < 0,05$). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa evaluasi ESAK menggunakan *CALDose_X* dapat digunakan sebagai dasar dalam upaya optimisasi dosis pasien, khususnya pada pemeriksaan radiografi umum dengan nilai ESAK yang mendekati atau melebihi TPDI.

Kata kunci: Audit Dosis, *CALDose_X*, Esak, Radiografi Umum, Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (TPDI).

ABSTRACT

*Conventional radiography is a diagnostic imaging modality widely used in healthcare services. Variations in exposure parameters can influence the radiation dose received by patients; therefore, an assessment is required to support patient dose optimization. This study aimed to evaluate *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) values, compare them with the Indonesian Diagnostic Reference Levels (TPDI), and analyze ESAK differences based on the type of radiographic examination. A descriptive observational study design with a quantitative approach was implemented at the Radiology Department of Tangerang Regional General Hospital (RSUD). The study sample consisted of 50 adult patients undergoing chest (PA), abdomen (AP), pelvis (AP), lumbar spine (AP), and skull (AP) examinations. ESAK estimation was performed using CALDose_X software, and data were analyzed using descriptive statistics and one-way ANOVA. The results showed that the highest mean ESAK value was found in the lumbar spine AP examination (1.87 mGy), while the lowest was in the*

chest PA examination (0.31 mGy). A total of 84% of patients had values below the TPDI, while 16% exceeded the reference value. The ANOVA test indicated significant differences between examination types ($p < 0.05$). These results indicate that ESAK assessment using CALDose_X can serve as a basis for patient dose optimization efforts, particularly for radiographic examinations with ESAK values approaching or exceeding the TPDI.

Keywords: Dose audit, CALDose_X, Conventional radiography, ESAK, Indonesian Diagnostic Reference Levels (TPDI).

PENDAHULUAN

Radiografi umum merupakan salah satu modalitas diagnostik yang paling sering digunakan di rumah sakit karena pemeriksaannya cepat, biaya relatif rendah, dan kontribusinya signifikan dalam penegakan diagnosis klinis (Alkhomashi et al., 2023). Pemeriksaan radiografi umum, seperti *Thorax PA*, *Abdomen AP*, *Pelvis AP*, *Lumbal AP*, dan *Skull AP*, rutin dilakukan untuk menilai berbagai kondisi klinis, termasuk penyakit paru, kelainan tulang belakang, kelainan panggul, serta struktur kepala (Harrison et al., 2021; Hiswara & Darmawati, 2024).

Meskipun dosis radiasi pada radiografi umum relatif rendah dibandingkan CT, paparan sinar-X tetap menimbulkan risiko bagi pasien (Harrison et al., 2021). Variasi parameter eksposi, ketebalan tubuh pasien, penggunaan grid, luas kolimasi, serta praktik radiografer dapat memengaruhi besarnya dosis yang diterima pasien arthritis (Khoirot et al., 2023). Fenomena *dose creep* pada radiografi digital meningkatkan risiko paparan berlebih karena citra digital tetap terlihat baik meskipun dosis lebih tinggi dari kebutuhan diagnostik (Bwanga & Bwalya, 2021; Soulis et al., 2024). Audit dosis pasien diperlukan untuk mendeteksi variasi dosis yang tidak diinginkan, mengidentifikasi pemeriksaan dengan paparan tinggi, dan mendukung optimisasi protokol eksposi (Bwanga & Bwalya, 2021; Soulis et al., 2024).

Salah satu indikator dosis yang digunakan dalam audit dosis adalah *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) (Purbarani et al., 2024). ESAK dapat dibandingkan dengan TPDI yang ditetapkan oleh BAPETEN sebagai nilai referensi dosis nasional untuk menilai apakah dosis pasien berada pada kisaran wajar dan mendukung optimisasi proteksi radiasi pasien (BAPETEN, 2024). Evaluasi ESAK dapat dilakukan melalui pengukuran langsung dengan dosimeter atau estimasi berbasis perangkat lunak, salah satunya *CALDose_X*, yang dapat menghitung ESAK dan *Incident Air Kerma* (INAK) berdasarkan parameter eksposi, geometri pemeriksaan, dan keluaran tabung sinar-X arthritis (Kramer et al., 2008; Setiawan, 2019).

Penelitian terdahulu menunjukkan rata-rata ESAK pada pemeriksaan *abdomen*, *pelvis*, dan *lumbal* cenderung lebih tinggi dibanding *thorax* dan *skull* karena ketebalan objek lebih besar dan kebutuhan mAs lebih tinggi (Abbeyquaye et al., 2021; Shatenok et al., 2022; Yoon et al., 2021). Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi nilai ESAK pada pemeriksaan radiografi umum menggunakan *CALDose_X* di RSUD Kabupaten Tangerang, membandingkannya dengan TPDI, serta menganalisis variasi dosis pada pemeriksaan *Thorax PA*, *Abdomen AP*, *Pelvis AP*, *Lumbal AP*, dan *Skull AP* sebagai dasar optimisasi dosis pasien

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain observasional deskriptif. Penelitian dilaksanakan di Instalasi Radiologi RSUD Kabupaten Tangerang. Populasi penelitian adalah seluruh pasien dewasa yang menjalani pemeriksaan radiografi umum di RSUD Kabupaten Tangerang. Sampel penelitian terdiri dari 50 pasien dewasa yang menjalani pemeriksaan *Thorax PA*, *Abdomen AP*, *Pelvis AP*, *Lumbal AP*, dan *Skull AP*. Teknik *purposive sampling* digunakan

Jurnal Teras Kesehatan

untuk memilih pasien dengan data parameter eksposi lengkap. Kriteria inklusi adalah: pasien dewasa, menjalani salah satu dari lima jenis pemeriksaan tersebut, dan memiliki data parameter eksposi yang lengkap. Kriteria eksklusi meliputi pasien anak-anak, pasien hamil, pemeriksaan ulang akibat kesalahan teknis, atau data parameter eksposi tidak lengkap. Data dikumpulkan melalui observasi langsung pada saat pemeriksaan radiografi berlangsung. Parameter eksposi yang dicatat meliputi nilai kVp (kilovolt peak), mAs (*milliampere-second*), *Source to Image Distance* (SID), *Focus to Skin Distance* (FSD), penggunaan *grid*, serta jenis pemeriksaan. Data parameter eksposi yang diperoleh kemudian diinput ke dalam perangkat lunak CALDose_X untuk menghitung nilai *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) dan *Incident Air Kerma* (INAK). Nilai ESAK selanjutnya dibandingkan dengan Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (TPDI) sesuai jenis pemeriksaan. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis pemeriksaan radiografi umum, yaitu *Chest PA*, *Abdomen AP*, *Pelvis AP*, *Lumbar Spine AP*, dan *Skull AP*. Variabel terikat adalah nilai ESAK (mGy) yang menggambarkan dosis radiasi yang diterima pasien. Variabel pendukung meliputi kVp, mAs, *Source to Image Distance* (SID), *Focus to Skin Distance* (FSD), ketebalan objek, dan penggunaan *grid*. Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan distribusi nilai ESAK, sedangkan analisis inferensial menggunakan uji *One-Way ANOVA* digunakan untuk mengetahui perbedaan nilai ESAK antar jenis pemeriksaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data 50 pasien dewasa yang menjalani pemeriksaan radiografi umum di Instalasi Radiologi RSUD Kabupaten Tangerang. Jenis pemeriksaan yang dianalisis meliputi *Thorax PA*, *Abdomen AP*, *Pelvis AP*, *Lumbar AP*, dan *Skull AP*. Parameter eksposi yang dicatat kemudian digunakan untuk memperkirakan nilai *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) menggunakan perangkat lunak CALDose_X. Nilai ESAK selanjutnya dibandingkan dengan Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (TPDI) dan dianalisis menggunakan uji *One-Way ANOVA* untuk mengetahui perbedaan dosis antar jenis pemeriksaan (Ari Wiganti et al., 2023).

Distribusi Jenis Pemeriksaan Radiografi Umum

Berdasarkan Tabel 2, pemeriksaan terbanyak adalah *Thorax PA*, yaitu sebanyak 20 pasien atau 40%. Pemeriksaan *Abdomen AP* menempati urutan kedua sebanyak 10 pasien atau 20%, diikuti *Pelvis AP* sebanyak 8 pasien atau 16%, *Lumbar AP* sebanyak 7 pasien atau 14%, dan *Skull AP* sebanyak 5 pasien atau 10%. Distribusi ini menunjukkan bahwa pemeriksaan *Thorax PA* merupakan pemeriksaan radiografi umum yang paling dominan dalam data penelitian.

Tabel 2. Distribusi Jenis Pemeriksaan Radiografi Umum

Jenis Pemeriksaan	Jumlah Pasien	Persentase
<i>Thorax PA</i>	20	40%
<i>Abdomen AP</i>	10	20%
<i>Pelvis AP</i>	8	16%
<i>Lumbar AP</i>	7	14%
<i>Skull AP</i>	5	10%
Total	50	100%

Statistik Deskriptif Nilai ESAK Berdasarkan Jenis Pemeriksaan

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata nilai ESAK tertinggi ditemukan pada pemeriksaan *Lumbar AP* sebesar 1,87 mGy, dengan nilai minimum 1,38 mGy dan maksimum 2,50 mGy. Pemeriksaan *Abdomen AP* memiliki rata-rata ESAK sebesar 1,68 mGy, diikuti *Pelvis AP* sebesar 1,38 mGy dan

Skull AP sebesar 0,92 mGy. Rata-rata ESAK terendah ditemukan pada pemeriksaan *Thorax PA* sebesar 0,31 mGy, dengan nilai minimum 0,22 mGy dan maksimum 0,42 mGy. Secara keseluruhan, rata-rata ESAK seluruh pemeriksaan adalah 1,03 mGy.

Tabel 3. Statistik Deskriptif Nilai ESAK Berdasarkan Jenis Pemeriksaan

Jenis Pemeriksaan	N	Mean ESAK (mGy)	Std. Deviation	Std. Error	Min	Max
<i>Thorax PA</i>	20	0,31	0,06	0,01	0,22	0,42
<i>Abdomen AP</i>	10	1,68	0,27	0,09	1,30	2,09
<i>Pelvis AP</i>	8	1,38	0,28	0,10	1,08	1,82
<i>Lumbal AP</i>	7	1,87	0,43	0,16	1,38	2,50
<i>Skull AP</i>	5	0,92	0,15	0,07	0,74	1,15
Total	50	1,03	0,69	0,10	0,22	2,50

Perbandingan Rata-Rata ESAK dengan TPDI

Berdasarkan Tabel 4, seluruh rata-rata ESAK berdasarkan jenis pemeriksaan masih berada di bawah nilai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (TPDI). Pemeriksaan *Lumbal AP* memiliki rasio tertinggi terhadap Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (TPDI), yaitu 0,94. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata ESAK pada *Lumbal AP* telah mendekati nilai panduan nasional sehingga perlu menjadi perhatian dalam kegiatan optimisasi. Pemeriksaan *Skull AP* memiliki rasio terendah terhadap TPDI, yaitu 0,71, sedangkan *Thorax PA* memiliki rasio 0,78.

Tabel 4. Perbandingan Rata-Rata ESAK dengan Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia

Jenis Pemeriksaan	Mean ESAK (mGy)	TPDI (mGy)	Rasio Mean ESAK/TPDI	Interpretasi
<i>Thorax PA</i>	0,31	0,40	0,78	Di bawah TPDI
<i>Abdomen AP</i>	1,68	2,00	0,84	Di bawah TPDI
<i>Pelvis AP</i>	1,38	1,80	0,77	Di bawah TPDI
<i>Lumbal AP</i>	1,87	2,00	0,94	Mendekati TPDI
<i>Skull AP</i>	0,92	1,30	0,71	Di bawah TPDI

Status Dosis Pasien Berdasarkan Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (TPDI)

Tabel 5 menunjukkan bahwa sebagian besar pasien, yaitu 42 pasien atau 84%, memiliki nilai ESAK di bawah atau sesuai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (TPDI). Sebanyak 8 pasien atau 16% memiliki nilai ESAK melebihi TPDI. Pemeriksaan yang melebihi TPDI terutama ditemukan pada jenis pemeriksaan dengan ketebalan anatomi lebih besar dan kebutuhan mAs lebih tinggi, seperti *Lumbal AP*, *Abdomen AP*, dan *Pelvis AP*.

Tabel 5. Status Dosis Pasien Berdasarkan Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (TPDI)

Status Dosis	Jumlah Pasien	Persentase
Di bawah atau sesuai TPDI	42	84%
Melebihi TPDI	8	16%
Total	50	100%

Uji *One-Way* ANOVA

Sebelum dilakukan uji *One-Way* ANOVA, data dikelompokkan berdasarkan jenis pemeriksaan radiografi umum. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nilai ESAK yang signifikan antar jenis pemeriksaan.

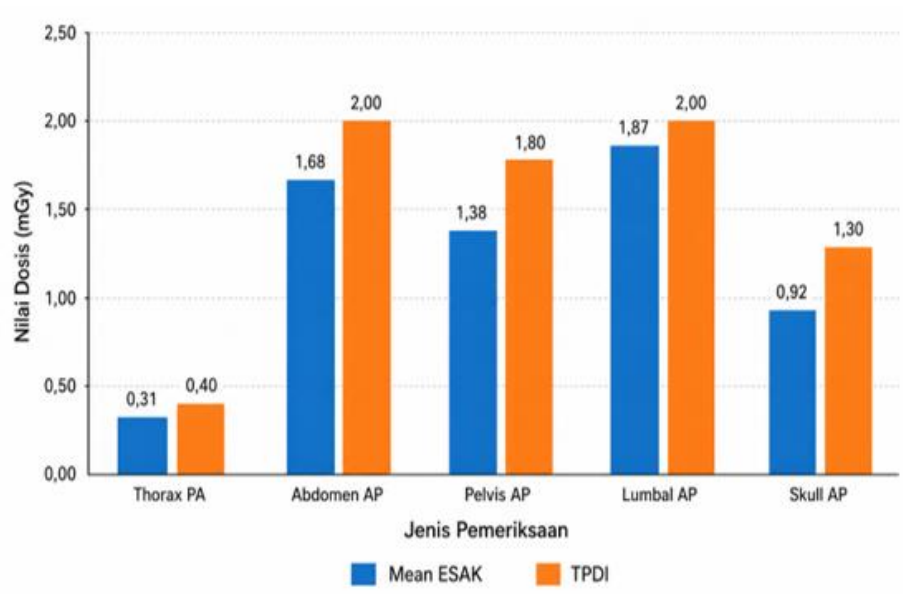
Tabel 6. ANOVA Perbedaan Nilai ESAK Berdasarkan Jenis Pemeriksaan Radiografi Umum

Sumber Variasi	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Variasi antar kelompok jenis pemeriksaan	20,709	4	5,177	92,862	0,000
Variasi dalam kelompok jenis pemeriksaan	2,509	45	0,056		
Total variasi	23,218	49			

Berdasarkan Tabel 6, hasil uji *One-Way* ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 92,862 dengan signifikansi 0,000. Karena nilai $p < 0,05$, maka terdapat perbedaan nilai ESAK yang signifikan berdasarkan jenis pemeriksaan radiografi umum. Hasil ini menunjukkan bahwa jenis pemeriksaan radiografi berpengaruh terhadap variasi dosis radiasi pasien yang diestimasi menggunakan *CALDose_X*.

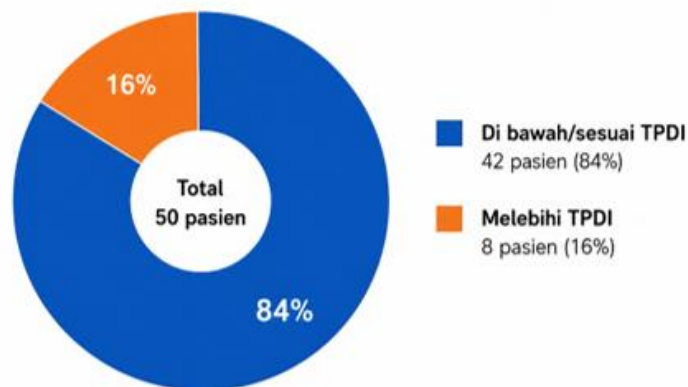
Grafik Perbandingan Mean ESAK dan TPDI

Gambar 2 memperlihatkan grafik seluruh nilai rata-rata ESAK masih berada di bawah TPDI, tetapi *Lumbal AP* merupakan pemeriksaan yang paling mendekati nilai panduan.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Mean ESAK dengan TPDI Berdasarkan Jenis Pemeriksaan (2026).

Grafik Distribusi Status Dosis



Gambar 3. Distribusi Status Dosis Pasien Berdasarkan TPDI (2026).

Distribusi status dosis pada Gambar 3 menunjukkan bahwa sebagian besar pemeriksaan radiografi umum berada dalam rentang panduan nasional. Meski demikian, keberadaan 16% pasien dengan nilai ESAK melebihi TPDI menunjukkan perlunya evaluasi pada parameter eksposi dan praktik pemeriksaan tertentu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) pasien bervariasi berdasarkan jenis pemeriksaan radiografi umum. Pemeriksaan *Lumbal AP* memiliki rata-rata ESAK tertinggi sebesar 1,87 mGy, sedangkan *Thorax PA* memiliki rata-rata ESAK terendah sebesar 0,31 mGy. Temuan ini konsisten dengan fenomena yang dilaporkan dalam literatur internasional, bahwa pemeriksaan dengan ketebalan anatomi lebih besar cenderung membutuhkan parameter eksposi lebih tinggi, sehingga menghasilkan ESAK yang lebih besar (Abbeyquaye et al., 2021; Soulis et al., 2024; Yoon et al., 2021).

Sebagian besar pasien (84%) memiliki nilai ESAK di bawah Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (TPDI), menunjukkan bahwa praktik radiografi umum di RSUD Kabupaten Tangerang umumnya sudah berada dalam batas aman menurut standar nasional. Namun, terdapat 16% pasien dengan ESAK melebihi TPDI, terutama pada pemeriksaan *Lumbal AP*, *Abdomen AP*, dan *Pelvis AP*. Hal ini menunjukkan perlunya evaluasi lebih lanjut terhadap parameter eksposi, teknik kolimasi, dan penggunaan *grid* pada pemeriksaan dengan dosis tinggi.

Hasil uji *One-Way ANOVA* menunjukkan perbedaan signifikan nilai ESAK antar jenis pemeriksaan radiografi ($F = 92,862$; $p < 0,05$). Temuan ini menegaskan bahwa jenis pemeriksaan merupakan faktor utama yang memengaruhi variasi dosis pasien, sesuai dengan kerangka konseptual penelitian. Pemeriksaan *thorax*, dengan ketebalan tubuh relatif rendah dan parameter eksposi yang optimal, menghasilkan ESAK paling rendah. Sebaliknya, pemeriksaan lumbal dan abdomen memerlukan penetrasi berkas lebih tinggi, sehingga ESAK lebih tinggi.

Variabel pendukung seperti kVp, mAs, SID, FSD, ketebalan objek, penggunaan *grid*, *Incident Air Kerma* (INAK), *exposure index*, dan kualitas citra turut memengaruhi nilai ESAK. Misalnya, kenaikan mAs akan meningkatkan ESAK secara linear, sedangkan penggunaan *grid* meningkatkan kebutuhan mAs untuk mempertahankan kualitas citra, yang juga berdampak pada peningkatan ESAK. Ketebalan tubuh pasien yang lebih besar akan meningkatkan kebutuhan eksposi untuk penetrasi yang memadai, sehingga ESAK meningkat. Faktor-faktor ini menunjukkan pentingnya optimisasi parameter eksposi sesuai karakteristik pasien dan jenis pemeriksaan untuk menjaga keselamatan radiasi.

Audit dosis menggunakan *CALDose_X* terbukti efektif dalam mengidentifikasi variasi ESAK antar jenis pemeriksaan tanpa menambah paparan radiasi pada pasien. *Software* ini memungkinkan estimasi dosis secara cepat dan memberikan informasi yang dapat digunakan untuk perbaikan protokol radiografi. Implementasi audit dosis berbasis *CALDose_X* dapat menjadi bagian dari program manajemen keselamatan radiasi di instalasi radiologi, termasuk pengendalian parameter eksposi, pelatihan radiografer, dan penyesuaian protokol pemeriksaan.

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah perlunya perhatian khusus pada pemeriksaan *Lumbal AP* dan *Abdomen AP*, karena keduanya memiliki ESAK mendekati TPDI. Radiografer perlu memperhatikan pemilihan mAs dan kVp, penggunaan *grid* yang sesuai, serta pembatasan kolimasi untuk meminimalkan paparan radiasi pasien. Audit dosis berkala dapat membantu mengurangi variasi dosis yang tidak diinginkan dan meningkatkan keselamatan radiasi pasien secara berkelanjutan.

Kelebihan penelitian ini adalah penggunaan pendekatan audit dosis berbasis *CALDose_X* yang terintegrasi dengan analisis statistik, sehingga memungkinkan penilaian kuantitatif perbedaan ESAK antar jenis pemeriksaan. Keterbatasannya adalah ukuran sampel yang relatif kecil dan data hanya berasal dari satu fasilitas layanan kesehatan, sehingga hasilnya mungkin belum sepenuhnya dapat digeneralisasi ke seluruh fasilitas radiologi di Indonesia. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data multi-senter dengan jumlah sampel lebih besar, serta menggabungkan pengukuran langsung menggunakan dosimeter untuk memverifikasi hasil estimasi *CALDose_X*.

Secara keseluruhan, penelitian ini mendukung prinsip optimisasi dosis pasien dalam radiografi umum dan menunjukkan bahwa audit dosis berbasis perangkat lunak dapat menjadi alat yang efektif untuk pengawasan dan peningkatan keselamatan radiasi pasien.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar nilai *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) pasien berada di bawah Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (TPDI), yaitu sebesar 84%, sedangkan 16% pasien memiliki nilai ESAK yang melebihi TPDI. Nilai rata-rata ESAK tertinggi ditemukan pada pemeriksaan *Lumbar Spine AP* sebesar 1,87 mGy, sedangkan nilai terendah terdapat pada pemeriksaan *Chest PA* sebesar 0,31 mGy. Hasil uji *One-Way ANOVA* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan nilai ESAK antar jenis pemeriksaan radiografi umum ($F = 92,862$; $p < 0,05$). Temuan ini menunjukkan bahwa jenis pemeriksaan radiografi umum berpengaruh terhadap variasi dosis radiasi yang diterima pasien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada RSUD Kabupaten Tangerang, terutama pada Instalasi Radiologi, atas izin, dukungan, serta kesempatan yang telah diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh radiografer dan staf pada Instalasi Radiologi yang telah membantu dalam proses pengumpulan data serta menyediakan informasi yang diperlukan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbeyquaye, D., Inkoom, S., Hammond, N. B., Fletcher, J. J., & Botwe, B. O. (2021). Patient dose assessment and optimisation of pelvic radiography with computed radiography systems. *Radiation Protection Dosimetry*, 195(1), 41–49
- Alkhomashi, N., et al. (2023). Estimating the Entrance Surface Air Kerma and Diagnostic Reference Level in Routine Radiography Examinations: A Multi-Center Study. *Radiation Physics and Chemistry*, 202, 110593
- Ari Wiganti, A. R., Hidayanto, E., Marhaendrajaya, I., & Triadyaksa, P. (2023). Komparasi Entrance Surface Air Kerma (ESAK) dengan Software *CALDose_X* dan Metode Tube

Jurnal Teras Kesehatan

- Output pada Pasien Thorax Dewasa dalam Pemeriksaan Radiografi Umum Berdasarkan Data SI-INTAN. *Berkala Fisika*, 25(4), 122–134.
- BAPETEN. (2024). *Penetapan Nilai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level) Untuk Modalitas Sinar-X CTScan dan Radiografi Umum*. (BAPETEN, Ed.)
- BAPETEN. (2025). *Penetapan Nilai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level) Untuk Pemeriksaan Pasien Dengan Pesawat Sinar-X Radiografi Umum, Ct-Scan, Fluoroskopi Intervensional, Dan Pemeriksaan Kedokteran Nuklir Diagnostik*. 1–10
- Bwanga, O., & Bwalya, M. (2021). *Clinical Audit in Diagnostic Radiography*. 3, 1068–1072.
- Harrison, J. D., Balonov, M., Bochud, F., Martin, C., Menzel, H. G., Ortiz-Lopez, P., Smith-Bindman, R., Simmonds, J. R., & Wakeford, R. (2021). ICRP publication 147: use of dose quantities in radiological protection. *Annals of the ICRP*, 50(1), 9–82
- Hiswara, E., & Darmawati, S. (2024). *Pengantar Sistem Proteksi Radiasi*
- Khoirot, R. M., Hakim, M. H., Alam, Y., & Ananingtyas, R. S. A. (2023). Analisis Nilai DRL Parameter ESAK/INAK Pemeriksaan Thorax AP/PA X-Ray Canon. *Journal of Science Nusantara*, 3(2).
- Kramer, R., Khoury, H. J., & Vieira, J. W. (2008). CALDose_X—a software tool for the assessment of organ and tissue absorbed doses, effective dose and cancer risks in diagnostic radiology. *Physics in Medicine & Biology*, 53(22), 6437–6459
- Purbarani, A. H., Mariyatun, Widiani, T. A., & Umaimah, U. (2024). Diagnostic Reference Levels for Radiology Examination Using General Purpose X-Ray Radiography. *Indonesian Basic and Experimental Health Sciences*, 13(2), 48–51
- Setiawan, A. N. (2019). Radiation Dose Estimation With CALDose_X Version 5.0 In Radiological Laboratory Department of Radiodiagnostic and Radiotherapy Technique. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 5(1), 1–6
- Shatenok, M. P., Ryzhov, S. A., Lantukh, Z. A., Druzhinina, Y. V., & Tolkachev, K. V. (2022). Patient dose monitoring software in radiology. *Digital Diagnostics*, 3(3), 212–230
- Soulis, P., Papavasileiou, P., Bakas, A., Lavdas, E., Stogiannos, N., & Galanis, P. (2024). “Exposing” the exposure index: Navigating between image quality and radiation dose. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 55(4), 101766. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2024.101766>
- Yoon, Y., Park, H., Kim, J., Kim, J., Roh, Y., Tanaka, N., & Morishita, J. (2021). Proper management of the clinical exposure index based on body thickness using dose optimization tools in digital chest radiography: a phantom study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5203.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).