

Evaluasi *Exposure Index* (EI) pada Pemeriksaan Radiografi Thorax Posterior-Anterior (PA): Cross-Sectional Study

Andhika Rizky Tri Nugraha^(1,a), Gando Sari^(1,b), Muhammad Irsal^{(1,2,c)*},
Eka Putra Syarif H^(1,d) dan Nurbaiti^(1,e)

⁽¹⁾Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Indonesia,

⁽²⁾ PUI-P2KAL Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Indonesia

Email: (c*) muhammad.irsal@poltekkesjkt2.ac.id

Diterima (20 April 2024), Direvisi (09 Oktober 2024)

Abstract. Chest Posterior-Anterior (PA) radiographic examination is a medical imaging using ionizing radiation to obtain patient diagnostic information. In digital radiographic medical imaging techniques, an indicator shows the radiographic image detector (imaging plate) response to radiation exposure, which is called the exposure index (EI). Therefore, in applying radiation dose optimization in the PA thorax radiographic examination procedure it is necessary to evaluate to determine the indicators of underexposure, optimal exposure, and overexposure exposure. The research method used is quantitative descriptive with cross-sectional study. This research was carried out between March-May 2023 using 70 radiographic examination samples. Then evaluate the percentage of the use of exposure indicators. After that, perform statistical analysis using SPSS IBM25 with Kendall's tau-b test to determine the level of correlation between the use of exposure factors and EI. The results of the study of 70 patients showed an indicator of overexposure of 67% and optimal exposure of 33%. Meanwhile, the results of Kendall's tau-b test showed no correlation between the exposure factor variabel and EI. This shows that using EI as an optimization is not enough to know the exposure factor, but complete radiographic examination procedure data is needed.

Keywords: Exposure index, Exposure factor, Chest PA

Abstrak. Pemeriksaan Radiografi thorax Posterior-Anterior (PA) merupakan pencitraan medis menggunakan radiasi pengion untuk memperoleh informasi diagnosa pasien. Pada Teknik pencitraan medis digital radiografi terdapat indikator yang menunjukkan respon detektor citra radiografi (*imaging plate*) terhadap paparan radiasi yang disebut *exposure index* (EI). Oleh karena itu, dalam penerapan optimisasi dosis radiasi pada prosedur pemeriksaan radiografi thorax PA perlu di evaluasi untuk mengetahui indikator paparan *underexposure*, optimal *exposure* dan *overexposure*. Metode penelitian yang digunakan kuantitatif deskriptif dengan *cross-sectional study*, penelitian ini dilaksanakan antara bulan maret-mei 2023 menggunakan 70 sampel pemeriksaan radiografi. Kemudian melakukan evaluasi persentasi penggunaan indikator paparan,. Setelah itu, melakukan analisis stasitik menggunakan SPSS IBM25 dengan uji *kendall's tau-b* untuk mengetahtui tingkat korelasi penggunaan faktor eksposi dengan EI. Hasil penelitian dari 70 pasien persentasi indikator paparan *overexposure* 67% dan optimal *exposure* 33%. Sedangkan hasil uji *kendall's tau-b* menunjukkan tidak terdapat korelasi antara variabel faktor eksposi dengan EI. Hal ini, menunjukkan bahwa dalam menggunakan EI sebagai optimisasi tidak cukup dengan mengetahui faktor eksposi, tetapi perlu data prosedur pemeriksaan radiografi secara lengkap.

Kata kunci: Exposure index, Faktor eksposi, Thorax PA

PENDAHULUAN

Pemeriksaan radiografi merupakan pencitraan medis menggunakan radiasi pengion untuk memperoleh informasi diagnosa pasien. Pencitraan medis berupa citra digital yang ditampilkan pada layar komputer untuk dievaluasi oleh dokter, sehingga dapat digunakan untuk menegakkan diagnosa. Salah satu, pemeriksaan radiografi yang paling sering dilakukan ialah pemeriksaan *thorax* atau rongga dada. Pemeriksaan radiografi *thorax* merupakan salah satu pencitraan medis untuk mengetahui suatu kondisi atau kelainan di dalam rongga dada meliputi jantung dan paru-paru. Oleh karena itu, faktor eksposi yang tepat dapat menghasilkan hasil citra yang informatif dengan penurunan dosis yang diterima pasien.

Penggunaan faktor eksposi dalam pemeriksaan *thorax* harus diperhatikan terutama pemilihan tegangan (V) pada rentang 110 kVp sampai dengan 125 kVp yang digunakan pada pesawat radiografi konvensional maupun CR dan DR. Selain itu, *miliampere second* (mAs) juga merupakan faktor penentu dari citra radiografi. Pemilihan mAs yang tepat dapat memberikan densitas yang optimal pada paru-paru dan bagian mediastinal. Pada pemeriksaan *thorax* membutuhkan *milliampere* (mA) yang tinggi dan waktu (s) yang singkat untuk meminimalisir ketidaktajaman hasil radiografi[1].

Dalam penggunaannya, Sinar-X memiliki berbagai dampak mulai dari dampak positif dan negatif. Dampak positifnya ialah membantu dokter dalam mendiagnosa pasien. Selain itu, dampak negatif juga beresiko terjadi kepada pasien maupun tenaga kesehatan lainnya. Seperti efek radiasi deterministik yang akan muncul setelah beberapa hari terpapar dan efek stokastik yang akan muncul setelah bertahun-tahun [2][3]. Adapun salah satu

yang faktor yang menyebabkan terjadinya peningkatan dosis radiasi yang diterima pasien, yaitu penggunaan faktor eksposi yang lebih tinggi[4]. Radiografer bertanggung jawab atas upaya optimisasi selama pemeriksaan radiografi dengan mempertimbangkan pemberian dosis radiasi seoptimal mungkin sesuai dengan prinsip *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA) [5].

Digital radiography atau *Digital-direct radiography* (DR) merupakan suatu bentuk pencitraan Sinar-X dimana terdapat sensor-sensor digital tanpa perlu menggunakan *image intensifier*. Sistem DR memiliki beberapa keunggulan secara efektivitas waktu diantaranya, rentang proses hingga citra dihasilkan dalam pemeriksaan *thorax* hanya membutuhkan waktu lebih kecil dari 3 menit sedangkan pada CR membutuhkan waktu lebih kecil 3 – 5 menit untuk citra dapat tampil di layar monitor. Selain itu, keunggulan dari sistem DR juga meliputi kualitas, penggunaan nilai faktor eksposi dan jumlah *repeat* atau *reject* dibandingkan dengan konvensional dengan tujuan untuk meminimalkan dosis radiasi yang diterima pasien[1][6][7].

Pada sistem DR terdapat suatu indikator yang menunjukkan respon atau sensitivitas detektor terhadap paparan radiasi yang diserap disebut *Exposure index* (EI). Pada pesawat *Siemens*, EI dikenal sebagai nilai EXI. Semakin tinggi nilai EXI maka akan semakin tinggi juga dosis radiasi yang terbaca oleh detektor [8]. Oleh karena itu, EI dapat digunakan sebagai panduan dalam melakukan upaya optimasi yang berhubungan dengan kualitas citra dan dosis radiasi [9][10]. Dalam upaya optimasi nilai EI sangat dibutuhkan sebagai penentu kualitas citra dengan kategori *underexposure*, *optimal exposure*, *overexposure*. EI sendiri juga bergantung pada penentuan faktor eksposi, luas area yang dilakukan pemeriksaan dan luas detektor yang digunakan [1] [10].

Permasalahan yang terjadi belakangan ini radiografer tidak terlalu melihat nilai EI serta menggunakan faktor eksposi yang tinggi. Hal ini juga berkaitan dengan penerapan optimasi faktor eksposi dengan meninjau kembali nilai dari EI pada pemeriksaan *thorax* proyeksi *Postero-Anterior*. Oleh karena itu, perlu melakukan evaluasi EI pada pemeriksaan radiografi *thorax* PA

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskripsi dengan tujuan untuk melakukan evaluasi EI pada pemeriksaan radiografi *thorax* PA dengan *cross-sectional study*. Sistem pencitraan yang digunakan adalah pesawat Sinar-X Siemens dengan sistem *Digital Radiography* dengan *Manufacture Recommended Exposure Index* (MREI), penelitian ini dilakukan diantara bulan Maret-Mei 2023 di Instalasi radiologi rumah sakit di wilayah Jakarta dengan jumlah pasien sebanyak 70 pasien. Kriteria inklusi: data yang akan digunakan pasien pemeriksaan radiografi *thorax* PA berumur > 18 tahun. Kriteria eksklusi: data yang tidak digunakan pasien pemeriksaan radiografi *oblique*, *lateral* dan berumur < 18 tahun.

Pengelolaan data penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data prosedur pemeriksaan radiografi *thorax* PA yang terdiri dari: inisial pasien, umur, jenis kelamin, kVp, mAs, jarak tabung sinar-X dengan kaset CR dan EI. Kemudian dilakukan analisis statistik menggunakan SPSS IBM 25 untuk mengetahui persentasi indikator paparan *underexposure* untuk EI >400, optimal *exposure* untuk nilai EI 150-400 dan *overexposure* untuk nilai EI <150 [24-25]. Setelah itu, dilanjutkan dengan uji korelasi dua variabel dengan terlebih dahulu uji normalitas *Kolmogorov-smirnov*, apabila uji normal maka menggunakan uji korelasi *pearson* dan tidak normal maka menggunakan uji korelasi *kendall's tau-b*.

Penentuan korelasi dua variabel di tunjukan pada tabel berikut:

Tabel 1. Koefisien korelasi [11]

Nilai	Tingkat korelasi
0-0.19	Diabaikan
0.20-0.39	Lemah
0.40-0.69	Sedang
0.70-0.89	Tinggi
0.90-1	Sempurna

Selain itu, penentuan kesimpulan berdasarkan nilai *p-value* terdapat korelasi antara kV dengan EI jika *p-value* <0.05. sedangkan untuk mAs terdapat hubungan antara mAs dengan EI jika *p-value* < 0.05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan data prosedur pemeriksaan radiografi *thorax* PA di salah satu RS dijakarta di tunjukan pada tabel berikut:

Tabel 2. Data penelitian

Parameter	Rata-rata	Standar deviasi	Rentang
Usia	41.3	14.9	20-78
Jenis kelamin			
Laki-laki	32	-	-
Perempuan	38	-	-
FFD	150	-	-
kV	125.2	1.3	116.8-129.4
mAs	1.27	0.4	0.8-3.4
EI	144.8	44.3	82-291.7

Hasil Tabel 2 menunjukkan bahwa prosedur faktor eksposi yang digunakan pada pemeriksaan radiografi *thorax* PA menggunakan teknik tegangan tinggi. hal ini diketahui dengan nilai parameter faktor eksposi yang digunakan pada tegangan tabung rata-rata 125.21 kV serta rentang 116-129 kV, dengan nilai arus-waktu tabung rata-rata 1.27 mAs serta rentang 0.81-3.4. Kemudian untuk nilai EI rata-rata 144.82 serta rentang 82.01-291.7. Kemudian hasil

analisi nilai persentasi indikator paparan pada pemeriksaan radiografi thorax PA di tunjukan pada tabel 3.

Tabel 3. Persentasi EI pemeriksaan radiografi thorax PA

Kategori	Persentasi
<i>Underexposure</i>	0%
<i>Optimal exposure</i>	33%
<i>Overexposure</i>	67%

Hasil penelitian menunjukan bahwa pemeriksaan radiografi thorax PA menggunakan kV tinggi seperti pada tabel 2, maka nilai EI akan lebih banyak menerima paparan *overexposure* sesuai hasil tabel 3 dari 70 pasien pemeriksaan thorax PA menerima paparan *overexposure* 67%. Selanjutnya berdasarkan hasil uji normalitas menunjukan bahwa data tidak berdistribusi normal pada variabel tegangan (V), arus-waktu dan EI. Oleh karena itu, uji korelasi menggunakan *kendall's tau-b* dengan hasil uji ditunjukan pada tabel berikut.

Tabel 4. Uji *kendall's tau-b*

Parameter	Koefisien korelasi	p-value
kV-EI	-0.16	0.109
mAs-EI	-0.39	0.000

Hasil uji kendall's tau-b pada tabel 4 menunjukan tingkat korelasi kV-EI dan mAs-EI memiliki hubungan yang lemah. Akan tetapi, untuk nilai kV-EI p-value 0.109, maka tidak terdapat korelasi. Sedangkan, mAs-EI p-value 0.000, maka terdapat korelasi.

Exposure Index atau yang disngkat EI merupakan suatu parameter yang bisa digunakan untuk mengevaluasi jumlah paparan radiasi pada detektor citra radiografi (*imaging plate*) [12]. nilai EI pada pemeriksaan thorax PA didominasi oleh kategori *overexposure* dengan jumlah data 47 dari 70 sampel dan *optimal exposure* dengan jumlah data 23 dari 70 sampel. Selain itu, tidak ada sampel yang untuk

kategori *underexposure*. Hal ini menunjukan bahwa prosedur pemeriks thorax telah menggunakan teknik tegangan tinggi dengan rentang 100-125 kV [13]–[15]. Parameter kV dapat mempengaruhi penyerapan dan transmisi Sinar-X saat menembus jaringan anatomi, namun pada penggunaan teknik tegangan tinggi dapat meningkatkan jumlah Sinar-X yang ditransmisikan. *Compton Scattering* atau hamburan radiasi pada penggunaan teknik tegangan tinggi lebih sering terjadi dibandingkan dengan penyerapan, interaksi tersebut mempengaruhi jumlah hamburan radiasi pada pemeriksaan radiografi [16].

Dari hasil analisis statistik uji *kendall's tau-b* menunjukan bahwa tidak terdapat korelasi antara kV-EI serta mAs-EI, hasil ini menunjukan bahwa faktor eksposi tidak secara langsung mampu mempengaruhi nilai EI, hal ini dibuktikan dengan beberapa hasil penelitian menunjukan tidak ada korelasi antara faktor eksposi dengan EI. [17], [18].

Selain itu, dalam beberapa hasil penelitian menunjukan bahwa pada teknik tegangan tinggi mampu menurunkan dosis radiasi, sehingga dapat digunakan sebagai teknik optimisasi penurunan dosis radiasi dan mempertahankan kualitas citra radiografi. Akan tetapi, pada penelitian ini hasil cenderung menunjukan paparan *overexposure* yang mengindikasikan bahwa pasien menerima dosis radiasi berlebihan. Dari hasil penelitian oleh *Soo Foon Moey* menemukan bahwa terdapat korelasi lemah antara nilai EI dengan dosis radiasi pada pemeriksaan thorax PA [19]. Oleh karena itu, dalam evaluasi nilai EI dibutuhkan parameter prosedur pemeriksaan radiografi yang lengkap agar lebih efektif dalam mengetahui menentukan metode optimisasi.

Dari hasil penelitian ini juga menjelaskan keterbatasan EI dalam sebagai indikator dosis radiasi sebagai parameter metode optimisasi pada pemeriksaan radiografi. Laporan terbaru AAPM TG 232 memberikan rekomendasi penggunaan

deviation index (DI) sebagai parameter optimisasi pada pemeriksaan radiografi [20], [21].

Exposure index juga dapat dipengaruhi oleh radiografer dan peralatan pencitraan. Faktor radiografer yaitu keputusan saat menggunakan Teknik penentuan faktor eksposi seperti teknik tegangan tinggi, penggunaan atau *Automatic Exposure Control* (AEC). Dalam kondisi klinis pemilihan faktor eksposi yang menghasilkan kualitas citra dan dosis radiasi optimal bergantung kepada pengalaman radiografer dalam mempertimbangkan dari ukuran tubuh atau objek serta instrumen lainnya seperti pesawat Sinar-X dan peralatan pendukung. Sedangkan untuk peralatan dapat dipengaruhi filter, posisi pasien, FFD, kolimasi, *central ray* dan kualitas Sinar-X [22] [23].

KESIMPULAN

Hasil penelitian dari 70 pasien pemeriksaan radiografi thorax PA persentasi overexposure 67% dan optimal exposure 33%, sedangkan berdasarkan hasil uji kendall's tau-b nilai kV-EI menunjukkan koefisien korelasi -0.16 serta p-value 0.109, kemudian nilai mAs-EI koefien korelasi -0.39 p-value < 0.00. sehingga menunjukkan bahwa tidak terdapat korelasi antara faktor eksposi dengan EI. Hal ini, menunjukkan bahwa dalam menggunakan EI sebagai optimisasi tidak cukup dengan mengetahui faktor eksposi, tetapi perlu data prosedur pemeriksaan radiografi secara lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. P. Lampignano and L. E. Kendrick, "Bontrager's Textbook Of Radiographic Positioning And Related Anatomy," 2018.
- [2] Steward C. Bushong, *Radiologic Science for Technologist Physic, Biology and Protection*, 10Th Editi., vol. 60, no. 3. Houston, Texas, 2013. doi: 10.1016/s0377-1237(04)80078-9.
- [3] BAPETEN, "Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 01/Ka-Bapeten/V-99 Tentang Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi," *J Chem Inf Model*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2014.
- [4] S. Mc Fadden, T. Roding, G. de Vries, M. Benwell, H. Bijwaard, and J. Scheurleer, "Digital imaging and radiographic practise in diagnostic radiography: An overview of current knowledge and practice in Europe," *Radiography*, vol. 24, no. 2, pp. 137–141, May 2018, doi: 10.1016/j.radi.2017.11.004.
- [5] C. C. E. Pedersen, M. Hardy, and A. D. Blankholm, "An Evaluation of Image Acquisition Techniques, Radiographic Practice, and Technical Quality in Neonatal Chest Radiography," *J Med Imaging Radiat Sci*, vol. 49, no. 3, pp. 257–264, Sep. 2018, doi: 10.1016/J.JMIR.2018.05.006.
- [6] F. Anita and D. A. Tunggadewi, "Uji Banding Citra Film Terhadap Computed Radiography (CR)," *Jurnal Ilmiah Giga*, vol. 23, no. 1, p. 20, 2020, doi: 10.47313/jig.v23i1.866.
- [7] D. Rochmayanti, P. Kesehatan, K. Semarang, J. Ardiyanto, P. Kesehatan, and K. Semarang, "Kesesuaian Penggunaan Computed Radiography

- dan Digital Radiography RSUD Kabupaten Kudus,” no. March, 2018.
- [8] E. Seeram, *Radiation protection in diagnostic X-Ray imaging*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2017.
- [9] E. Z. Dalah, “Quantifying dose-creep for Skull and chest radiography using dose area product and entrance surface dose: Phantom study,” *Radiation Physics and Chemistry*, vol. 167, p. 108231, Feb. 2020, doi: 10.1016/J.RADPHYSICHEM.2019.03.035.
- [10] V. I. Hinojos-Armendáriz, S. J. Mejía-Rosales, and M. C. Franco-Cabrera, “Optimisation of radiation dose and image quality in mobile neonatal chest radiography,” *Radiography*, vol. 24, no. 2, pp. 104–109, May 2018, doi: 10.1016/J.RADI.2017.09.004.
- [11] I. Jaya, *Penerapan Statistik Untuk Penelitian Pendidikan*. 2019.
- [12] N. H. Aprianoro, B. Santoso, Purwatiningsih, and T. Ambarsari, “Optimizing Anaylisis Of The Radiographic Image And Entrance Surface Dose Using Computed Radiography In Chest Examination,” vol. 09, pp. 93–104, 2018.
- [13] H. Osman Hamid, “Evaluation of patient radiation dose in routine radiographic examinations in Saudi Arabia,” *Radiation Physics and Chemistry*, vol. 173, p. 108883, Aug. 2020, doi: 10.1016/J.RADPHYSICHEM.2020.108883.
- [14] E. O. Esien-umo, N. O. Chiaghanam, A. E. Erim, M. Effa, and N. O. Egbe, “Compliance to radiography practice of high-kilovoltage technique for chest radiography in South South Nigeria,” *Bulletin of the National Research Centre 2022 46:1*, vol. 46, no. 1, pp. 1–7, Aug. 2022, doi: 10.1186/S42269-022-00907-9.
- [15] P. Doherty, D. O’Leary, and P. C. Brennan, “Do CEC guidelines under-utilise the full potential of increasing kVp as a dose-reducing tool?,” *Eur Radiol*, vol. 13, no. 8, pp. 1992–1999, Aug. 2003, doi: 10.1007/S00330-002-1810-7/METRICS.
- [16] T. Fauber and E. Rt, *Radiographic Imaging and Exposure*. Elsevier Inc., 2017.
- [17] T. L. Fauber, T. Cohen, and M. C. Dempsey, “High kilovoltage digital exposure techniques and patient dosimetry,” no. July, 2011.
- [18] R. Speight, M. Dubec, C. L. Eccles, and M. Irsal, “Exposure Factor Control with Exposure Index Guide As Optimizing Efforts in Chest Pa Examination,” *J Phys Conf Ser*, vol. 1842, no. 1, p. 012059, Mar. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1842/1/012059.
- [19] S.-F. Moey, N. Binti, and M. Asri, “Evaluation of the Influence of Exposure Index on Image Quality and Radiation Dose,” *Iranian Journal of Medical Physics*, vol. 16, no. 4, pp. 294–299, Jul. 2019, doi: 10.22038/IJMP.2018.33156.1404.

- [20] “View of Evaluasi Faktor Eksposi Dalam Upaya Optimisasi Pada Pemeriksaan Radiografi Chest Pa Suspected Covid-19.” <https://www.publikasi.kocenin.com/index.php/pakar/article/view/26/21> (accessed Aug. 14, 2023).
- [21] J. K. Dave *et al.*, “Current state of practice regarding digital radiography exposure indicators and deviation indices: Report of AAPM Imaging Physics Committee Task Group 232,” *Med Phys*, vol. 45, no. 11, pp. e1146–e1160, Nov. 2018, doi: 10.1002/MP.13212.
- [22] M. Irsal *et al.*, “Journal of Vocational Health Studies Analysis Exposure Index As An Optimization Effort On,” vol. 04, pp. 50–54, 2020, doi: 10.20473/jvhs.V4.I2.2020.50-54.
- [23] P. Principles and E. Seeram, *Digital Radiography*. 2019.
- [24] Carroll, Q. B. (n.d.). *Radiography in the digital age: physics, exposure, radiation biology*. Retrieved June 12, 2023, from https://books.google.com/books/about/RADIOGRAPHY_IN_THE_DIGITAL_AGE.html?hl=id&id=foW6CAAQBAJ
- [25] Seeram, E. (2014). The New Exposure Indicator for Digital Radiography. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 45(2), 144–158. <https://doi.org/10.1016/J.JMIR.2014.02.004>

