JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN
Available online at https://teewanjournal.com/index.php/juragan

eISSN 3063-802X; pISSN 3063-8011
Vol. 3, No. 2, 2026, Hal. 2485 - 2485

Optimasi Faktor Eksposi Pemeriksaan Radiologi Thorax melalui Pengukuran *Entrance Surface Dose* (ESD) dengan Phantom pada Kondisi Kegawatdaruratan

Fisnandya Meita Astari[1*], Ayu Mahanani[2], Winona Fajar Antika[3]
Prodi Radiologi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Kabupaten Sleman, Indonesia[1,2,3]

[*]Email Korespodensi: fisnandyameitaastari@unisayogya.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted 16-Juni-2026
Received 21-Juni-2026
Published 22-Juni-2026

Keywords:

Thorax;
Emergency;
Exposure;
Entrance Surface Dose;

Kata Kunci:
Toraks; Kegawatdaruratan; Faktor Eksposi; Dosis Permukaan Masuk (ESD).

ABSTRACT

Background: Emergency thorax radiography in the ER/ICU using mobile X-rays often faces space constraints and challenging patient positioning, risking higher radiation exposure. Objective: This study aims to determine the Entrance Surface Dose (ESD) values in thorax radiography and identify the optimal combination of exposure factor parameters to minimize ESD. Methods: This quantitative experimental study was conducted at the Radiology Laboratory of Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta in February 2026 using an Anthropomorphic Thorax Phantom and a BMX-AR 30 mobile X-ray unit. Variations included FFD (100, 120, 150, 180 cm) and several exposure factors. ESD values were measured using a Raysafe X2 multimeter. Results: Increasing FFD consistently reduced ESD values. While FFD 180 cm yielded the lowest dose, it is impractical in critical care. As a pragmatic middle ground, FFD 120 cm is the most realistic clinical choice. By implementing a high kV-low mAs technique, the combination of 86 kV and 4 mAs at FFD 120 cm proved to be the best parameter, minimizing the ESD value to 0.3 mGy. Conclusion: This study successfully mapped ESD values and identified the optimal exposure combination (86 kV, 4 mAs, FFD 120 cm) to minimize radiation doses safely below the national DRL limit.

ABSTRAK

Pemeriksaan radiografi toraks darurat di ruang Instalasi Gawat Darurat (IGD) dan Intensive Care Unit (ICU) menggunakan pesawat sinar-X mobile sering menghadapi keterbatasan ruang serta posisi pasien yang sulit, sehingga berpotensi meningkatkan paparan radiasi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai *Entrance Surface Dose* (ESD) pada radiografi toraks dan mengidentifikasi kombinasi parameter faktor eksposi yang optimal untuk meminimalkan nilai ESD. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif yang dilaksanakan di Laboratorium Radiologi Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta pada Februari 2026. Objek penelitian berupa *Anthropomorphic Thorax Phantom* yang dipaparkan menggunakan unit sinar-X mobile BMX-AR 30 dengan

eISSN3063-802X & pISSN3063-8011
JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN

variasi *Focus Film Distance* (FFD) 100 cm, 120 cm, 150 cm, dan 180 cm serta beberapa kombinasi faktor eksposi. Pengukuran nilai ESD dilakukan menggunakan multimeter Raysafe X2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan FFD secara konsisten menurunkan nilai ESD. Meskipun FFD 180 cm menghasilkan dosis terendah, penggunaannya kurang praktis pada kondisi perawatan kritis. Sebagai alternatif yang lebih realistis dalam praktik klinis, FFD 120 cm dipilih sebagai jarak optimal. Dengan penerapan teknik *high kV–low mAs*, kombinasi 86 kV dan 4 mAs pada FFD 120 cm menghasilkan nilai ESD terendah sebesar 0,3 mGy. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kombinasi parameter eksposi 86 kV, 4 mAs, dan FFD 120 cm merupakan pilihan optimal untuk meminimalkan dosis radiasi pada radiografi toraks menggunakan sinar-X mobile, dengan nilai dosis yang tetap berada di bawah batas *Diagnostic Reference Level* (DRL) nasional.

PENDAHULUAN

Pemeriksaan radiologi thorax merupakan salah satu pemeriksaan radiologi yang paling sering dilakukan di instalasi radiologi rumah sakit. Pemeriksaan ini berperan penting dalam menegakkan diagnosis berbagai kondisi, khususnya pada kasus kegawatdaruratan thorax seperti pneumothorax, hemothorax, efusi pleura masif, edema paru akut, atelektasis, dan trauma thorax. Pada situasi darurat, foto thorax menjadi pemeriksaan awal karena cepat, mudah dilakukan, dan memberikan informasi diagnostik yang esensial untuk menentukan tindakan medis segera (Grainger et al., 2015; Brody & Zeman, 2020).

Dalam pemeriksaan thorax, pemilihan faktor eksposi yang tepat sangat menentukan kualitas citra dan tingkat keselamatan radiasi pasien. Pada kasus emergensi, pasien umumnya diperiksa dalam posisi AP supine portable dengan Focus Film Distance (FFD) yang lebih pendek dibandingkan standar pemeriksaan thorax konvensional serta sering kali tanpa penggunaan grid. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan Entrance Surface Dose (ESD) karena jarak sumber radiasi yang lebih dekat dan meningkatnya radiasi hambur (Sabankouy et al., 2024).

ESD merupakan parameter yang banyak digunakan untuk memantau dosis radiasi yang diterima pasien pada titik masuk berkas sinar-X dan menjadi dasar dalam penetapan Diagnostic Reference Level (DRL). DRL berfungsi sebagai acuan optimasi proteksi radiasi untuk memastikan dosis yang diberikan tetap serendah mungkin tanpa mengurangi kualitas diagnostik citra. Namun demikian, sebagian besar penelitian terkait DRL dan optimasi faktor eksposi masih berfokus pada pemeriksaan thorax rutin dengan kondisi ideal, sedangkan penelitian yang secara khusus mengevaluasi optimasi dosis pada pemeriksaan thorax kegawatdaruratan menggunakan mobile X-ray masih relatif terbatas (ICRP, 2017; Vassileva et al., 2019).

eISSN3063-802X & pISSN3063-8011
JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan faktor eksposi yang tidak optimal dapat meningkatkan nilai ESD secara signifikan tanpa memberikan peningkatan kualitas citra yang sebanding. Bamgboye et al. (2019) melaporkan bahwa nilai ESD pada pemeriksaan thorax di beberapa rumah sakit melebihi standar internasional akibat kurang optimalnya teknik pemeriksaan dan pengendalian kualitas. Oleh karena itu, diperlukan strategi optimasi yang mampu menekan dosis radiasi sekaligus mempertahankan kualitas diagnostik citra.

Salah satu pendekatan yang banyak direkomendasikan adalah penggunaan teknik high kV–low mAs. Penerapan tegangan tabung yang lebih tinggi memungkinkan penggunaan mAs yang lebih rendah sehingga dapat menurunkan dosis radiasi yang diterima pasien tanpa mengurangi informasi diagnostik yang diperlukan pada pemeriksaan thorax (Esien-Umo et al., 2022; Ramantisan et al., 2022). Beberapa studi juga melaporkan bahwa teknik high kV mampu menurunkan ESD sebesar 15–30% dibandingkan teknik konvensional dengan tetap mempertahankan kualitas radiograf yang memadai (Sarankouy, 2024).

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengevaluasi hubungan faktor eksposi terhadap dosis radiasi pasien pada pemeriksaan thorax, termasuk penerapan teknik high kV–low mAs untuk menurunkan nilai Entrance Surface Dose (ESD). Penelitian lain juga telah mengkaji pengaruh Focus Film Distance (FFD) terhadap kualitas citra dan dosis radiasi. Namun, sebagian besar penelitian tersebut dilakukan pada pemeriksaan thorax rutin dengan kondisi radiografi yang relatif ideal serta hanya meninjau satu parameter secara terpisah.

Hingga saat ini masih sangat terbatas penelitian yang secara simultan mengevaluasi kombinasi variasi faktor eksposi dan FFD pada pemeriksaan thorax kegawatdaruratan menggunakan mobile X-ray. Padahal, kondisi klinis di ruang IGD dan ICU sering kali memiliki keterbatasan ruang sehingga penggunaan FFD standar tidak selalu dapat diterapkan. Keterbatasan informasi tersebut menyebabkan belum tersedianya rekomendasi parameter eksposi yang optimal untuk meminimalkan dosis radiasi pasien pada pemeriksaan thorax portable dalam kondisi kegawatdaruratan.

Pengukuran ESD menggunakan phantom memberikan metode yang aman dan terkontrol untuk mengevaluasi pengaruh variasi faktor eksposi terhadap dosis radiasi. Hasil pengukuran tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan protokol pemeriksaan yang lebih efektif dan aman sesuai prinsip ALARA (As Low As Reasonably Achievable) (European Commission, 2018; WHO, 2020; ICRP, 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi nilai ESD pada berbagai kombinasi faktor eksposi dan variasi FFD menggunakan phantom thorax pada kondisi kegawatdaruratan. Kebaruan penelitian ini terletak pada identifikasi kombinasi parameter high kV–low mAs dan variasi FFD yang paling optimal untuk meminimalkan ESD pada pemeriksaan thorax mobile dalam kondisi klinis darurat. Hasil penelitian diharapkan

eISSN3063-802X & pISSN3063-8011
JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN

dapat menjadi rekomendasi praktis dalam penyusunan protokol radiografi thorax yang lebih aman, efektif, dan sesuai dengan standar proteksi radiasi.

Rumusan Masalah yang akan diteliti :

1. Berapa nilai ESD yang didapatkan pada pemeriksaan radiologi Thorax ?
2. Kombinasi parameter faktor eksposi manakah yang dapat meminimalkan ESD dengan optimal ?

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai ESD yang dapat digunakan pada pemeriksaan radiologi Thorax dan mengetahui kombinasi parameter faktor eksposi yang dapat meminimalkan ESD dengan optimal.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Pengambilan data dilakukan pada Bulan Februari Tahun 2026 di Laboratorium Radiologi Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta. Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah phantom thorax. Alat dan bahan yang diperlukan antara lain Formulir Hasil Penelitian, Multimeter Raysafe X2, Meteran, Phantom Thorax, Handphone, Laptop (Ms. Excel).

Langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data dilakukan dengan menyiapkan perangkat dan bahan, termasuk Anthropomorphic Thorax Phantom, alat sinar-x mobile tipe BMX-AR 30 (BMI), dosimeter merek Raysafe X2, alat tulis, kertas pemberi tanda, ponsel untuk dokumentasi, pengukur, pelindung radiasi portabel, meja pasien, dan Microsoft Excel.
2. Setelah itu, perangkat sinar-x mobile dinyalakan, mengatur posisi untuk pemeriksaan rongent thorax. *Central Ray Vertical* tegak lurus, posisi *phantom thorax supine*, kemudian diatur kV serta mAs sesuai kebutuhan, serta variasi FFD yang akan diuji. Variasi FFD yang meliputi 100 cm, 120 cm, 150 cm, dan 180 cm, sedangkan Variasi faktor eksposi meliputi 70 kV 25 mAs, 80 kV 12,5 mAs, 90 kV 6,30 mAs, 86 kV 4 mAs dan 65 kV 16 mAs.
3. Selanjutnya, dosimeter (Raysafe) diletakkan di titik tengah permukaan phantom thorax untuk mengukur nilai ESD, yaitu 10 cm di bawah *jugular notch.*
4. Pertama lakukan eksposi dengan faktor eksposi 70 kV 25 mAs dengan FFD 100 cm, 120 cm, 150 cm, dan 180 cm. Setiap perlakuan dilakukan eksposi sebanyak lima kali.
5. Lakukan eksposi dengan variasi faktor eksposi lainnya dengan menggunakan FFD 100 cm, 120 cm, 150 cm, dan 180 cm. Setiap perlakuan dilakukan eksposi sebanyak lima kali.
6. Data yang dihasilkan kemudian diolah untuk menghitung nilai rata-rata ESD. Untuk jarak antara sumber dengan pasien, *Focus to Skin Distance* (FSD) diestimasikan dari nilai *Focus to Detector Distance* (FDD) dengan menggunakan persamaan (1).

$$dFSD = FDD - tp \quad (1)$$

tp adalah ketebalan phantom, (Risalatul Latifah , Muhammad Rosyid, Firdy Yuana,

eISSN3063-802X & pISSN3063-8011
JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN

2020). Entrance Surface Dose (ESD) ditentukan dengan persamaan (2) sebagai berikut:

$$\text{ESD} = \text{BSF X TO X } \frac{(\text{FDD})^2}{(\text{FSD})} \text{ X mAs} \quad (2)$$

BSF merupakan nilai penyesuaian hamburan yang dihasilkan dari total filtrasi alat, sementara TO (*Tube Output*) adalah hasil keluaran tegangan yang didapat dari pengukuran INAK dengan variasi tegangan tabung. Angka yang dimasukkan ke dalam variabel TO adalah tegangan tabung (kVp) yang diterapkan pada masing-masing jenis pemeriksaan, yang selanjutnya akan digunakan dalam persamaan yang diperoleh dari perhitungan INAK dalam satuan (µGy/mAs).

Focus Skin Distance (FSD) adalah jarak antara tabung sinar-x dan pasien yang dihitung menggunakan rumus (1) (Risalatul et al., 2020)Data ini kemudian dianalisis secara deskriptif dan kuantitatif dengan bantuan software Microsoft Excel serta dibandingkan dengan standar *International Diagnostic Reference Levels* (IDRL) 2021 untuk mengidentifikasi nilai yang optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Penelitian ini diambil dari pengukuran langsung dengan menggunakan dosimeter RaySafe X2 dalam pemeriksaan radiografi thorax dengan parameter dilakukan variasi faktor eksposidan variasi *Focus to Film Distance* (FFD), sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1. Variasi faktor eksposi dan ffd

No	Faktor Eksposi	FFD
1	70 kV, 25 mAs	100 cm
2	80 kV, 12,5 mAs	120 cm
3	90 kV, 6,30 mAs	150 cm
4	86 kV, 4 mAs	180 cm
5	65 kV, 16 mAs	

(Sumber: *Astari, 2026*)

Peralatan dan bahan yang dipakai adalah Anthropomorphic Thorax Phantom, alat sinar-X mobile tipe BMX-AR 30 (BMI) model X22 maksimal 125 kVp, 500 mA, Dosimeter merek Raysafe X2, alat tulis, kertas penanda, ponsel untuk dokumentasi, pengukur, pelindung radiasi portabel, meja pasien, dan Microsoft Excel.

eISSN3063-802X & pISSN3063-8011
JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN

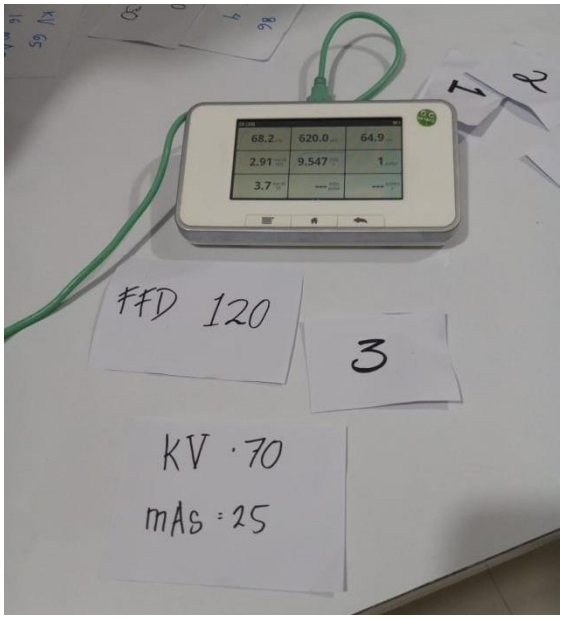
Gambar 1. Pesawat sinar X
(Sumber: *Astari, 2026*)

Gambar 2. *Phantom thorax*
(Sumber: *Astari, 2026*)

Gambar 3. Multimeter raysafe
(Sumber: *Astari, 2026*)

eISSN3063-802X & pISSN3063-8011
JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN

Setelah semua alat dan bahan disiapkan, hidupkan mesin sinar-X. Arahkan sinar pusat dengan posisi *vertical* tegak lurus ke objek yang akan diperiksa. Letakkan detektor radiasi pada titik tengah objek dada, yaitu 10 cm di bawah *jugular notch*. Atur variasi eksposi berurutan dengan variasi 70 kV 25 mAs, 80 kV 12,5 mAs, 90 kV 6,30 mAs, 86 kV 4 mAs dan 65 kV 16 mAs. Serta eksposi berurutan dengan variasi jarak FFD yang akan diuji yaitu 100 cm, 120 cm, 150 cm, dan 180 cm. Setiap perlakuan dilakukan eksposi sebanyak lima kali.



Gambar 4. Hasil Pengujian *Output* Radiasi
(Sumber: *Astari, 2026*)

Setelah mendapatkan data radiasi yang berbeda-beda dengan variasi faktor eksposi dan variasi FFD, kemudian membuka Microsoft Excel untuk menghitung nilai ESD dengan memakai rumus yang tercantum di persamaan (1). Caranya adalah dengan mencari nilai FSD yaitu FFD dikurangi t (ketebalan phantom). Setelah memperoleh nilai FSD, selanjutnya hitunglah ESD dengan menggunakan rumus (2) dengan mengubah satuan µGy menjadi mGy dan kemudian cari rata-rata mGy untuk setiap variasi FFD. Gunakan nilai BSF (*Back Scatter Factor*) sebesar 1,35 sesuai yang ditentukan oleh IAEA (Badan Pengawas Tenaga Nuklir, 2024) Setelah itu, hitunglah nilai TO (*tube output*) dengan cara (mGy/mAs). Hasil Pengujian tertera pada tabel 2-5.

eISSN3063-802X & pISSN3063-8011
JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN

Tabel 2. Hasil perhitungan ESD dengan faktor eksposi 70 kV dan 25 mAs

No	FFD	rata-rata (mGy)	TO (*Tube Output*)	FSD	ESD
1	100	0,877	0,035	78,5	1,9
2	120	0,619	0,025	98,5	1,2
3	150	0,480	0,019	128,5	0,9
4	180	0,267	0,011	158,5	0,5

(Sumber: *Astari, 2026*)

Berdasarkan hasil pada penelitian yang telah dilakukan, nilai Entrance Surface Dose (ESD) menurun seiring dengan peningkatan Focus to Film Distance (FFD). Sesuai tabel 2 nilai ESD dengan menggunakan faktor eksposi 70 kV 25 mAs yaitu FFD 100 1,9; FFD 120 1,2; FFD 150 0,9 dan FFD 180 0,5. Nilai ESD yang paling rendah menggunakan FFD 180 cm.

Tabel 3. Hasil perhitungan ESD dengan faktor eksposi 80 kV dan 12,5 mAs

No	FFD	rata-rata (mGy)	TO (*Tube Output*)	FSD	ESD
1	100	0,592	0,047	78,5	1,3
2	120	0,414	0,033	98,5	0,8
3	150	0,270	0,022	128,5	0,5
4	180	0,179	0,014	158,5	0,3

(Sumber: *Astari, 2026*)

Berdasarkan tabel 3 nilai ESD dengan menggunakan faktor eksposi 80 kV 12,5 mAs yaitu FFD 100 1,3; FFD 120 0,8; FFD 150 0,5 dan FFD 180 0,3. Nilai ESD paling rendah menggunakan FFD 180 cm.

Tabel 4. Hasil perhitungan ESD dengan faktor eksposi 86 kV dan 4 mAs

No	FFD	rata-rata (mGy)	TO (*Tube Output*)	FSD	ESD
1	100	0,208	0,052	78,5	0,5
2	120	0,145	0,036	98,5	0,3
3	150	0,095	0,024	128,5	0,2
4	180	0,060	0,015	158,5	0,1

(Sumber: *Astari, 2026*)

Berdasarkan tabel 4 nilai ESD dengan menggunakan faktor eksposi 86 kV 4 mAs yaitu FFD 100 0,5; FFD 120 0,3; FFD 150 0,2 dan FFD 180 0,1. Nilai ESD paling rendah menggunakan FFD 180 cm

eISSN3063-802X & pISSN3063-8011
JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN

Tabel 5. Hasil perhitungan ESD dengan faktor eksposi 90 kV dan 6,3 mAs

No	FFD	rata-rata (mGy)	TO (*Tube Output*)	FSD	ESD
1	100	0,363	0,058	78,5	0,8
2	120	0,258	0,041	98,5	0,5
3	150	0,167	0,027	128,5	0,3
4	180	0,081	0,013	158,5	0,14

(Sumber: *Astari, 2026*)

Berdasarkan tabel 5 nilai ESD dengan menggunakan faktor eksposi 90 kV 6,3 mAs yaitu FFD 100 0,8; FFD 120 0,5; FFD 150 0,3 dan FFD 180 0,14. Nilai ESD paling rendah menggunakan FFD 180 cm.

2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan jarak fokus ke film (FFD) dapat memengaruhi jumlah radiasi yang diterima di permukaan saat melakukan pemeriksaan rontgen thorax kegawatdaruratan dengan menggunakan alat sinar-x yang mudah dipindahkan. Dari Tabel 2-6, terlihat bahwa jumlah radiasi yang diterima berkurang dengan semakin jauhnya jarak FFD, dari variasi faktor eksposi 70 kV 25 mAs, 80 kV 12,5 mAs, 86 kV 4 mAs, 90 kV 6,3 mAs, dan 65 kV 16 mAs. Serta dengan variasi FFD 100 cm, 120 cm, 150 cm dan 180 cm.

Sesuai dengan aturan dari Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN, 2024) dosis radiasi yang diterima pasien harus dikendalikan dengan menggunakan Diagnostic Reference Level (DRL). Untuk pemeriksaan thorax, nilai ESD biasanya adalah 0,4 mGy. Nilai ini digunakan sebagai patokan untuk memastikan bahwa dosis yang diberikan tidak lebih dari batas yang disarankan, tanpa mengurangi kualitas gambar untuk diagnosa.

FFD adalah ukuran yang sangat penting yang memengaruhi seberapa banyak radiasi diterima oleh permukaan objek. Ini sesuai dengan aturan hukum kuadrat terbalik, di mana kekuatan radiasi berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumbernya. Meningkatkan jarak FFD sangat penting dalam mengurangi jumlah radiasi yang diterima. Nilai Dosis Permukaan Masuk (ESD) pada radiografi dada dalam keadaan darurat biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan pemeriksaan dada yang normal. Ini terjadi karena di situasi darurat, biasanya kita menggunakan proyeksi AP dengan teknik sinar-X yang bisa dipindah-pindah, posisi pasien biasanya tidak ideal (terlentang), dan ruang yang terbatas memaksa kita untuk menggunakan Jarak Fokus ke Film (FFD) yang lebih pendek. Dalam praktiknya, nilai ESD saat pemeriksaan thorax bisa meningkat, terutama dalam situasi darurat. Ini disebabkan oleh

eISSN3063-802X & pISSN3063-8011
JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN

penggunaan teknik X-ray mobile dengan proyeksi AP, posisi pasien yang tidak optimal (terlentang), serta jarak FFD yang lebih pendek. Kondisi ini menyebabkan radiasi yang diterima oleh permukaan tubuh pasien meningkat, sehingga ESD menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan pemeriksaan thorax biasa (Badan Pengawas Tenaga Nuklir, 2024).

Jarak 120 cm dalam pemeriksaan radiografi dada telah dipakai dalam praktik klinis sebagai variasi teknik untuk keadaan darurat. Variasi FFD seperti 120 cm, 150 cm, dan 180 cm digunakan untuk menyesuaikan dengan kondisi pemeriksaan dan juga untuk mendapatkan gambar yang baik. Dalam situasi darurat atau saat pasien sulit bergerak dan perlu menggunakan sinar-X yang bisa dipindahkan, jarak fokus film tidak bisa mencapai standar 180 cm, jadi kita menggunakan FFD yang lebih pendek (Brady et al., 2024).

Menurut studi oleh (Hidayati et al., 2017; Ratio et al., 2024) biasanya, jarak dari sumber sinar-X yang ideal untuk pemeriksaan toraks adalah 180 cm, saat menggunakan proyeksi posteroanterior (PA) dengan pasien berbaring telentang. Sedangkan untuk proyeksi anteroposterior (AP) dengan pasien duduk setengah berdiri, jarak yang tepat adalah 150 cm. Sesuai dengan patokan International Diagnostic Reference Level (DRL), nilai ESD yang dianggap normal untuk pemeriksaan sinar-X toraks sekitar 0,4 mGy (BAPETEN, 2024).

Menurut (Tjuanda, 2021), FFD 120 cm memberikan kualitas radiografi yang lebih baik dibandingkan FFD 160 cm dan 180 cm. Ini terutama terlihat dalam hal densitas, kontras, dan detail anatomi yang lebih jelas, sehingga lebih mudah untuk dianalisis. Ini sangat penting dalam situasi darurat, di mana diagnosis yang cepat dan tepat sangat diperlukan. Walaupun menurut (Lampignano & Kendrick, 2018),menyarankan FFD 180 cm karena bisa mengurangi dosis hingga di bawah batas IDRL (≤0,4 mGy), kualitas gambar dan kondisi teknis di lapangan tetap harus menjadi perhatian utama. Ini menunjukkan bahwa dalam situasi tertentu, terutama saat menggunakan pesawat mobile, FFD 120 cm bisa jadi pilihan yang paling baik secara praktis (Tjuanda, 2021).

Pemilihan faktor eksposi pada pemeriksaan radiografi thorax di ruang IGD dan ICU menuntut radiografer untuk menerapkan prinsip optimasi untuk menyeimbangkan kualitas citra diagnostik dan minimalisasi dosis radiasi pasien. Dalam situasi gawat darurat, penggunaan *high kV technique* menjadi salah satu strategi untuk menekan nilai ESD tanpa mengabaikan detai anatomi seperti jantung, diafragma dan corakan bronkovaskular (Rusli et al., 2024). Kenaikan nilai ESD disebabkan oleh peningkatan mAs, hal ini menegaskan bahwa kuantitas berkas sinar x berbanding lurus dengan dosis permukaan yang diserap oleh jaringan kulit pasien (Wardani & Pratama, 2025).

Menurut peneliti, dalam pemeriksaan radiografi thorax di situasi darurat, penggunaan jarak fokus ke film (FFD) sebesar 120 cm adalah pilihan yang paling realistis dalam praktik

eISSN3063-802X & pISSN3063-8011
JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN

klinis. Hal ini karena di lapangan, terutama di ruang ICU dan IGD, penggunaan pesawat sinar X mobile memiliki keterbatasan ruang dan posisi pasien, sehingga tidak memungkinkan untuk menggunakan FFD yang lebih panjang seperti 150-180 cm. Walaupun penelitian menunjukkan bahwa jarak FFD 180 cm menghasilkan nilai Entrance Surface Dose (ESD) terendah, penerapannya dalam praktik klinis seringkali sulit dilakukan. Karena itu, FFD 120 cm dipilih sebagai pilihan terbaik karena masih bisa menghasilkan kualitas gambar yang baik untuk diagnosis dengan dosis radiasi yang cukup aman, sehingga menjadi solusi yang seimbang antara perlindungan radiasi dan keterbatasan teknis di lapangan. Selain itu, menurut peneliti, dalam pemeriksaan radiologi thorax kegawatdaruratan bisa menggunakan faktor eksposi 86 kV dan 4 mAs karena menghasilkan nilai ESD paling rendah yaitu 0,2 mGy.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan *Focus to Film Distance* (FFD) dari 100 cm hingga 180 cm secara konsisten menurunkan nilai *Entrance Surface Dose* (ESD) pada seluruh variasi faktor eksposi sesuai dengan Hukum Kuadrat Terbalik. Meskipun FFD 180 cm menghasilkan nilai ESD terendah, penerapannya di ruang IGD dan ICU sangat sulit dilakukan akibat keterbatasan ruang dan posisi pasien. Oleh karena itu, penggunaan FFD 120 cm merupakan pilihan klinis paling realistis diterapkan di rumah sakit. Untuk meminimalkan paparan radiasi, penerapan teknik *high* kV dan *low* mAs terbukti sangat efektif; dalam hal ini, kombinasi faktor eksposi 86 kV dan 4 mAs pada FFD 120 cm menjadi parameter terbaik karena menghasilkan nilai ESD yang sangat rendah, yaitu 0,3 mGy, yang secara aman berada di bawah ambang batas *Diagnostic Reference Level* (DRL).

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (2024). *Panduan Teknis Penetapan dan Pemanfaatan Diagnostic Reference Level (DRL) Nasional untuk Optimasi Proteksi Radiasi Pasien*.

Bamgboye, E. A., Schandorf, A., & Inkoom, S. (2019). Assessment of Patient Entrance Surface Dose and Image Quality in Chest Radiography in Selected Hospitals in Nigeria. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, *12*(1), 215–222.

BAPETEN. (2024). *Penetapan Nilai Diagnostic Reference Level (DRL) Nasional untuk Pemeriksaan Radiologi Diagnostik dan Intervensional*.

Brady, A. P., Allen, B., Chong, J., Kotter, E., Kottler, N., Mongan, J., Oakden-Rayner, L., dos Santos, D. P., Tang, A., Wald, C., & Slavotinek, J. (2024). Developing, purchasing, implementing and monitoring AI tools in radiology: practical considerations. A multi-society statement from the ACR, CAR, ESR, RANZCR & RSNA. *Insights into Imaging*, *15*(1). https://doi.org/10.1186/s13244-023-01541-3

eISSN3063-802X & pISSN3063-8011
JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN

Brody, A. S., & Zeman, R. K. (2020). Principles of Emergency Radiology and Emergency Imaging. In *Emergency Radiology: Principles and Practice* (pp. 15–32).

Esien-Umo, E. O., Inyang, S. O., & Obed, R. I. (2022). Radiation Dose Reduction and Image Quality Optimization in Mobile Digital Chest Radiography Using High kVp Technique. *West African Journal of Radiology*, *29*(2), 114–121.

European Commission. (2018). *European Guidelines on Diagnostic Reference Levels for Medical Exposures (Radiation Protection No. 185)*.

Grainger, R. G., Allison, D. J., Adam, A., Dixon, A. K., Gillard, J. H., & Schaefer-Prokop, C. M. (Eds.). (2015). *Grainger & Allison's Diagnostic Radiology: A Textbook of Medical Imaging* (6th ed.). Churchill Livingstone/Elsevier.

Hidayati, S., Syaifudhini, M., & Masrochah, S. (2017). Analisis Entrance Surface Dose (ESD) pada Pemeriksaan Thorax Proyeksi Anteroposterior Menggunakan Mobile X-Ray. *Jurnal Imejing Diagnostik (JID)*, *3*(2), 188–194.

Hiqa. (2023). *Diagnostic Reference Levels Health Information and Quality Authority Diagnostic Reference Levels Guidance on the establishment, use and review of diagnostic reference levels for medical exposure to ionising radiation*.

ICRP. (2017). Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. *Annals of the ICRP*, *46*(1), 1–144.

ICRP. (2021). Radiation Protection in Digital Radiology. *Annals of the ICRP*, *50*(2), 1–120.

Lampignano, J. P., & Kendrick, L. E. (2018). *Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy* (9th ed.). Elsevier Health Sciences.

Ramantisan, S., Suliman, I. I., & Abushab, K. M. (2022). Evaluation of the Effect of High-kVp Technique on Entrance Surface Dose and Image Quality in Digital Chest Radiography. *Journal of Medical Physics and Imaging Science*, *8*(1), 45–53.

Ratio, R., Wijaya, A., & Saputra, H. (2024). Studi Komparatif Kualitas Citra dan Dosis Radiasi Permukaan pada Radiografi Thorax Proyeksi AP dan PA Menggunakan Digital Radiography. *Jurnal Radiografer Indonesia*, *7*(1), 12–19.

Risalatul, L., Milvita, D., & Prasetio, H. (2020). Penentuan Nilai Entrance Surface Dose (ESD) pada Pemeriksaan Radiografi Dada Dewasa Menggunakan Computed Radiography. *Jurnal Fisika Unand*, *9*(2), 241–247.

Risalatul Latifah , Muhammad Rosyid, Firdy Yuana, A. H. (2020). *Journal of Vocational Health Studies DOSE PROFILE FOR PATIENTS UNDERGOING RADIOGRAPHY*. *04*, 72–77. https://doi.org/10.20473/jvhs.V4.I2.2020.72-77

eISSN3063-802X & pISSN3063-8011
JURAGAN
JURNAL RAGAM PENGABDIAN - PENELITIAN

Rusli, M., Mulyana, I., & Husna, S. N. (2024). Optimisasi Faktor Eksposi dan Kualitas Citra terhadap Dosis Radiasi (Entrance Surface Dose) Pemeriksaan Thorax Menggunakan Mobile X-Ray. *Jurnal Imejing Diagnostik (JID)*, *10*(1), 45–52.

Sabankouy, B., Touré, A., Diallo, M., & Sidibé, S. (2024). Assessment of Entrance Surface Dose (ESD) and Image Quality in Portable Chest Radiography Within Emergency and Intensive Care Units. *International Journal of Radiation Research*, *22*(2), 341–348.

Sarankouy, B. (2024). Optimization of Radiation Protection for Emergency Mobile Chest Radiography Using High kVp and Low mAs Parameters. *International Journal of Medical Imaging*, *12*(1), 18–25.

Tjuanda, R. (2021). Evaluasi Kualitas Citra Radiografi Thorax Portabel pada Variasi Focus to Film Distance (FFD) di Ruang Rawat Intensif. *Jurnal Radiologi Indonesia*, *6*(3), 142–148.

Vassileva, J., Al-Dhuhli, H., Al-Naemi, H., Al-Suwaidi, J., Chiksov, V., El-Nachef, L., Jauhari, A., Kharita, M. H., & Rehani, M. M. (2019). IAEA Survey of Diagnostic Reference Levels for Adult Radiographs in Several Countries: Initial Results and Regional Patterns. *Radiation Protection Dosimetry*, *184*(3–4), 412–416.

Wardani, R. K., & Pratama, S. (2025). Dose Reduction and Image Quality Optimization in Mobile Digital Thorax Radiography Using Low-Exposure Factors. *International Journal of Health and Clinical Imaging*, *4*(1), 12–20.

World Health Organization. (2020). *Communicating Radiation Risks in Paediatric Imaging: Information to Support Healthcare Discussions*.