

Analisis Korelasi Umur, Massa Tubuh dan Faktor Eksposi Terhadap *Entrance Surface Air Kerma* pada Pemeriksaan *Thorax* di Rumah Sakit Universitas Andalas

Suci Indah Sari¹, Dian Milvita^{1,*}, Ramacos Fardela¹, Ida Bagus Gede Putra Pratama², Amel Oktavia S³

¹) Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163

²)Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Jakarta Pusat

³)Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 04 Januari 2024

Direvisi: 20 April 2024

Diterima: 04 Juli 2024

Kata kunci:

Entrance Surface Air Kerma (ESAK)

Umur

Massa tubuh

Faktor Eksposi

Thorax

Keywords:

Entrance Surface Air Kerma

Age

Body mass

Exposure Factor

Thorax

Penulis Korespondensi:

Dian Milvita

Email: dianmilvita74@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang analisis korelasi umur, massa tubuh dan faktor eksposi terhadap *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data pasien pemeriksaan *thorax* dewasa umur di atas 15 tahun dan massa tubuh (60 ± 10) kg pada proyeksi *Posterior-Anterior* (PA) dan proyeksi *Anterior-Posterior* (AP) selama ± 5 bulan. Data pasien yang digunakan pada proyeksi PA sebanyak 107 data pasien dengan metode *Automatic Exposure Control* (AEC), 9 data pasien dengan metode manual dan 10 data pasien proyeksi AP dengan metode manual. Analisis dilakukan dengan menggunakan uji korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan massa tubuh dan faktor eksposi memiliki hubungan yang sangat kuat terhadap ESAK ditunjukkan dengan nilai $r = 0,805$ hingga $0,990$. Dimana semakin bertambahnya massa tubuh dan faktor eksposi maka rata-rata ESAK yang diterima pasien akan semakin bertambah, sedangkan umur memiliki hubungan yang lemah terhadap ESAK ditunjukkan dengan nilai $r = -0,246$ hingga $0,227$.

Research has been conducted on the correlation analysis of age, body mass, and exposure factors to Entrance Surface Air Kerma (ESAK) in the Radiology Installation of Andalas University Hospital. The study was conducted by collecting data on adult thorax examination patients over 15 years of age and body mass (60 ± 10) kg in Posterior-Anterior (PA) and Anterior-Posterior (AP) projections for ± 5 months. Patient data used in PA projections are 107 patient data with the Automatic Exposure Control (AEC) method, 9 patient data with manual methods and 10 AP projection patient data with manual methods. Analysis was conducted using the Pearson correlation test. The results showed that body mass and exposure factors have a very strong relationship with ESAK as indicated by $r = 0.805$ to 0.990 . As body mass and exposure factor increase, the average ESAK received by patients will increase, while age has a weak relationship with ESAK as shown by $r = -0,246$ to $0,227$.

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan Peraturan BAPETEN No. 4 tahun 2020 tentang keselamatan radiasi pada penggunaan pesawat sinar-X dalam radiologi diagnostik dan intervensional, menyebutkan prinsip proteksi radiasi yang ditujukan untuk pasien meliputi justifikasi dan optimisasi sedangkan untuk pekerja yaitu limitasi dosis. Justifikasi adalah upaya untuk menghendaki bahwa manfaat yang diterima dari setiap kegiatan dengan memanfaatkan sumber radiasi lebih besar dibandingkan dengan kerugian yang ditimbulkannya. Optimisasi proteksi radiasi merupakan upaya yang dilakukan untuk mempertahankan dosis radiasi pasien serendah mungkin dengan mempertimbangkan faktor sosial dan ekonomi yang dikenal dengan ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) (Hiswara, 2023).

Dosis yang diberikan kepada pasien pada pemeriksaan radiografi umum dapat diidentifikasi menggunakan indikator *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) jika indikator dosis tersedia di pesawat sinar-X radiografi umum. Apabila indikator tidak tersedia maka besarnya pemberian dosis pasien dapat dilakukan dengan pengukuran langsung menggunakan *Thermoluminescence Dosimeter* (TLD) dan juga dapat diperkirakan menggunakan data keluaran radiasi (*radiation output*) hasil uji kesesuaian (BAPETEN, 2021). ESAK merupakan kerma udara di pusat berkas sinar-X pada saat memasuki kulit pasien dengan dipengaruhi faktor hamburan balik atau *Back Scatter Factor* (BSF) (IAEA, 2007). Terminologi ESAK juga sama dengan *Entrance Surface Dose* (ESD) (BAPETEN, 2021).

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian tentang penentuan ESAK pada pemeriksaan radiografi umum. Irsal dkk. (2014) telah melakukan penelitian terkait analisis pengaruh faktor eksposi terhadap ESAK. Penelitian dilakukan dengan memberikan variasi tegangan tabung dan arus waktu yang berbeda menggunakan pantom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor eksposi memiliki pengaruh terhadap kenaikan ESAK. (Aliasgharzadeh dkk., 2015; Rubai dkk., 2018; Latifah dkk., 2020; Alghoul A, 2021; Mraity & Aseebee, 2021; Alomairy dkk., 2023; Wulandari dkk., 2023) telah melakukan penelitian mengenai ESD pada pemeriksaan radiografi umum. Penelitian-penelitian tersebut dilakukan pada beberapa jenis pemeriksaan radiografi umum. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, nilai ESD yang didapatkan bervariasi pada setiap pemeriksaan.

Sugiarti dkk. (2020) telah melakukan penelitian tentang optimasi faktor eksposi pada pemeriksaan radiografi *thorax* menggunakan *computed radiography*. Penelitian dilakukan dengan mendata pasien kemudian menghitung dosis pasien berdasarkan data keluaran radiasi (*radiation output*) hasil uji kesesuaian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat paparan dosis dipengaruhi oleh tebal objek, berat badan dan penggunaan faktor eksposi.

Pemeriksaan *thorax* dapat dilakukan pada dua proyeksi yaitu proyeksi *Posterior-Anterior* (PA) dan *Anterior-Posterior* (AP). *Posterior-Anterior* (PA) merupakan posisi dimana sumber sinar-X diposisikan sehingga sinar-X masuk melalui *Posterior* (belakang) dari *thorax* dan keluar dari *Anterior* (depan) sinar-X tersebut terdeteksi. *Anterior-Posterior* (AP) merupakan posisi dimana sumber sinar-X diposisikan sehingga sinar-X masuk melalui *Anterior* (depan) dari *thorax* dan keluar dari *Posterior* (belakang) sinar-X tersebut terdeteksi. Metode yang dilakukan pada pemeriksaan *thorax* terdiri dari dua yaitu *Automatic Exposure Control* (AEC) dan metode manual. Pada pemeriksaan *thorax* metode AEC menggunakan tegangan tinggi sedangkan metode manual menggunakan tegangan standar.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai korelasi umur, massa tubuh dan faktor eksposi terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax*. Pemeriksaan *thorax* merupakan pemeriksaan yang paling banyak dilakukan diantara pemeriksaan lainnya di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas. Penelitian ini dilakukan guna membantu radiografer dan fisikawan medis untuk mengetahui penerapan optimisasi proteksi radiasi yang telah dilakukan di Rumah Sakit Universitas Andalas.

II. METODE

2.1 Pengumpulan Data Pasien

Pengumpulan data pemeriksaan *thorax* pada proyeksi *Posterior-Anterior* (PA) dan proyeksi *Anterior-Posterior* (AP) dilakukan selama ± 5 bulan. Data yang dikumpulkan berupa inisial pasien, jenis kelamin, umur di atas 15 tahun, massa tubuh yaitu (60 ± 10) kg, posisi pemeriksaan, kV, mAs dan *Focus Skin Distance* (FSD) yang digunakan di Rumah Sakit Universitas Andalas pada proyeksi PA 150 cm dan proyeksi AP 100 cm.

2.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan indikator ESAK berdasarkan data keluaran radiasi yang telah didapatkan dari Rumah Sakit Universitas Andalas yaitu $y = 0,0058x^2 + 0,5116x - 17,738$ dengan x adalah kV yang digunakan pada setiap pasien dan y merupakan data keluaran radiasi. Keluaran radiasi yang diperoleh disubstitusikan ke dalam Persamaan (1) untuk menentukan *Incident Air Kerma* (INAK) pada setiap pasien.

$$K_i = Y(d) \times P_{It} \times \left(\frac{d}{d_{FSD} - d_{FID} - tp} \right) \quad (1)$$

dengan K_i adalah INAK (mGy), $Y(d)$ adalah keluaran radiasi yang diperoleh dari Rumah Sakit Universitas Andalas, P_{It} adalah *tube loading* (mAs), d adalah jarak fokus tabung ke detektor (cm), d_{FSD} adalah jarak fokus ke pasien (cm), d_{FID} adalah jarak fokus ke *image receptor* (cm) dan tp adalah tebal objek pasien (cm). Setelah didapatkan nilai INAK digunakan Persamaan (2) untuk menentukan ESAK pada setiap pasien.

$$K_e = K_i \times BSF \quad (2)$$

dengan K_e adalah ESAK (mGy), K_i adalah INAK (mGy) dan BSF adalah *back scatter factor* yaitu 1,35.

Nilai ESAK yang diperoleh kemudian disubstitusikan ke dalam tabel dengan menentukan jumlah kelas dan interval kelas pada setiap kelompok umur, massa tubuh dan faktor eksposi dengan menggunakan tabel distribusi frekuensi (Rosalina dkk., 2023).

2.3 Analisis Data

Analisis dilakukan dengan menggunakan uji korelasi Pearson pada setiap kelompok umur, massa tubuh dan faktor eksposi terhadap ESAK. Koefisien korelasi (r) yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan r tabel dengan tingkat kesalahan 5% dan derajat bebas (db) = N-2 (Rosalina dkk., 2023).

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Korelasi Umur terhadap ESAK

Korelasi umur terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode AEC dan manual dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Korelasi umur terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi AP dengan metode manual dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1 Korelasi umur terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode AEC

| No | Umur (tahun) | Jumlah pasien | Rata-rata umur (tahun) | ESAK (mGy) | |
|--------------------------|--------------|---------------|------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Min-Maks | Rata-rata |
| 1 | 15 - 23 | 3 | 19 | 0,081 - 0,129 | 0,104 |
| 2 | 24 - 32 | 6 | 28 | 0,069 - 0,112 | 0,093 |
| 3 | 33 - 41 | 13 | 37,31 | 0,070 - 0,138 | 0,092 |
| 4 | 42 - 50 | 29 | 46,17 | 0,077 - 0,123 | 0,096 |
| 5 | 51 - 59 | 31 | 55,58 | 0,064 - 0,128 | 0,093 |
| 6 | 60 - 68 | 19 | 63,42 | 0,067 - 0,147 | 0,095 |
| 7 | 69 - 77 | 4 | 73,5 | 0,088 - 0,159 | 0,109 |
| 8 | 78 - 86 | 2 | 79 | 0,070 - 0,090 | 0,080 |
| Nilai koefisien korelasi | | | | -0,246 | |

Tabel 1 menunjukkan korelasi umur terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode AEC memiliki nilai r negatif yaitu -0,246 yang artinya antara umur dan ESAK memiliki hubungan yang lemah. Tabel 2 menunjukkan nilai koefisien korelasi umur terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode manual memiliki hubungan yang sangat kuat ditunjukkan dari nilai $r = 0,938$. Tabel 3 menunjukkan nilai koefisien korelasi umur terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi AP dengan metode manual memiliki hubungan yang lemah ditunjukkan dari nilai $r = 0,277$. Pemeriksaan *thorax* proyeksi PA metode AEC dan proyeksi AP metode manual tidak memiliki korelasi terhadap ESAK, sedangkan proyeksi AP metode manual memiliki

korelasi antara umur terhadap ESAK. Hasil ini hampir sama dengan penelitian Sugiarti dkk. (2020) bahwa umur tidak memiliki korelasi terhadap ESAK. Korelasi yang kuat antara umur terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode manual seperti pada Tabel 2 disebabkan karena radiografer memilih faktor eksposi berdasarkan karakteristik pasien dan pada proyeksi PA metode manual banyak data yang diperoleh hanya 9 data pasien. Dimana menurut BAPETEN (2021) semakin banyak data yang diperoleh maka akan memperoleh hasil yang akurat.

Tabel 2 Korelasi umur terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode manual

| No | Umur (tahun) | Jumlah pasien | Rata-rata umur (tahun) | ESAK (mGy) | |
|--------------------------|--------------|---------------|------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Min-Maks | Rata-rata |
| 1 | 30 - 37 | 2 | 30,5 | 0,089 - 0,121 | 0,105 |
| 2 | 38 - 45 | 0 | - | - | - |
| 3 | 46 - 53 | 5 | 50 | 0,121 - 0,154 | 0,141 |
| 4 | 54 - 61* | 1 | 61 | 0,121 | 0,121 |
| 5 | 62 - 69* | 1 | 62 | 0,154 | 0,154 |
| Nilai koefisien korelasi | | | | | 0,938 |

- : tidak ada data

* : hanya ada 1 data

Tabel 3 Korelasi umur terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi AP dengan metode manual

| No | Umur (tahun) | Jumlah pasien | Rata-rata umur (tahun) | ESAK (mGy) | |
|--------------------------|--------------|---------------|------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Min-Maks | Rata-rata |
| 1 | 40 - 47* | 1 | 40 | 0,346 | 0,346 |
| 2 | 48 - 55 | 2 | 51,5 | 0,346 - 0,346 | 0,346 |
| 3 | 56 - 63 | 2 | 57,5 | 0,346 - 0,502 | 0,424 |
| 4 | 64 - 71 | 3 | 66 | 0,272 - 0,433 | 0,349 |
| 5 | 72 - 79 | 2 | 73,5 | 0,346 - 0,405 | 0,376 |
| Nilai koefisien korelasi | | | | | 0,277 |

* : hanya ada 1 data

3.2 Korelasi Massa Tubuh Terhadap ESAK

Korelasi massa tubuh terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode AEC dan manual dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5. Korelasi umur terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi AP dengan metode manual dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4 Korelasi massa tubuh terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode AEC

| No | Massa tubuh (kg) | Jumlah pasien | Rata-rata massa tubuh (kg) | ESAK (mGy) | |
|--------------------------|------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Min-Maks | Rata-rata |
| 1 | 50 - 52 | 15 | 51,07 | 0,069 - 0,112 | 0,089 |
| 2 | 53 - 55 | 14 | 54,36 | 0,064 - 0,129 | 0,090 |
| 3 | 56 - 58 | 25 | 57,04 | 0,070 - 0,123 | 0,092 |
| 4 | 59 - 61 | 166 | 60,06 | 0,079 - 0,105 | 0,090 |
| 5 | 62 - 64 | 13 | 62,96 | 0,076 - 0,117 | 0,092 |
| 6 | 65 - 67 | 9 | 65,11 | 0,091 - 0,138 | 0,110 |
| 7 | 68 - 70 | 15 | 68,53 | 0,078 - 0,159 | 0,108 |
| Nilai koefisien korelasi | | | | | 0,805 |

Tabel 4 menunjukkan nilai koefisien korelasi massa tubuh terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode AEC memiliki hubungan yang sangat kuat ditunjukkan dari nilai $r = 0,805$. Tabel 5 menunjukkan nilai koefisien korelasi massa tubuh terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode manual memiliki hubungan yang lemah ditunjukkan dari nilai $r = 0,410$. Tabel 6 menunjukkan nilai koefisien korelasi massa tubuh terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi AP dengan metode manual memiliki hubungan yang sangat kuat ditunjukkan dari nilai $r = 0,949$. Pemeriksaan *thorax* proyeksi PA metode AEC dan proyeksi AP metode manual memiliki

korelasi antara massa tubuh terhadap ESAK, sedangkan proyeksi AP metode manual tidak memiliki korelasi antara massa tubuh terhadap ESAK. Semakin meningkatnya massa tubuh seseorang maka ketebalan tubuh pasien akan bertambah sehingga penyerapan energi radiasi dan paparan radiasi yang diterima pasien akan semakin meningkat pula (Bushong, 2013). Hasil ini hampir sama dengan penelitian Sugiarti dkk. (2020) dan Syahmitalia dkk. (2021) bahwa massa tubuh memiliki korelasi terhadap ESAK. Korelasi yang rendah antara massa tubuh terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode manual seperti pada Tabel 5 disebabkan karena radiografer memilih faktor eksposi berdasarkan karakteristik pasien dan pada proyeksi PA metode manual banyak data yang diperoleh hanya 9 data pasien. Dimana menurut BAPETEN (2021) semakin banyak data yang diperoleh maka akan memperoleh hasil yang akurat.

Tabel 5 Korelasi massa tubuh terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode manual

| No | Massa tubuh (kg) | Jumlah pasien | Rata-rata massa tubuh (kg) | ESAK (mGy) | |
|--------------------------|------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Min-Maks | Rata-rata |
| 1 | 52 – 55 | 2 | 53,5 | 0,089 - 0,121 | 0,105 |
| 2 | 56 – 59* | 1 | 56 | 0,154 | 0,154 |
| 3 | 60 – 63* | 1 | 60 | 0,154 | 0,154 |
| 4 | 64 – 67 | 4 | 65,75 | 0,121 - 0,154 | 0,129 |
| 5 | 68 – 71* | 1 | 68 | 0,154 | 0,154 |
| Nilai koefisien korelasi | | | | | 0,410 |

* : hanya ada 1 data

Tabel 6 Korelasi massa tubuh terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi AP dengan metode manual

| No | Massa tubuh (kg) | Jumlah pasien | Rata-rata massa tubuh (kg) | ESAK (mGy) | |
|--------------------------|------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Min-Maks | Rata-rata |
| 1 | 53 – 56 | 5 | 54,8 | 0,346 - 0,502 | 0,395 |
| 2 | 57 – 60 | 0 | - | - | - |
| 3 | 61 – 64* | 1 | 62 | 0,346 | 0,346 |
| 4 | 65 – 68 | 3 | 66 | 0,272 - 0,405 | 0,341 |
| 5 | 69 – 72* | 1 | 69 | 0,342 | 0,342 |
| Nilai koefisien korelasi | | | | | 0,949 |

- : tidak ada data

* : hanya ada 1 data

3.3 Korelasi Faktor Eksposi Terhadap ESAK

Korelasi tegangan tabung terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode AEC dan manual dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8. Korelasi tegangan tabung terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi AP dengan metode manual dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 7 menunjukkan nilai koefisien korelasi tegangan tabung terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode AEC memiliki hubungan yang sangat kuat ditunjukkan dari nilai $r = 0,970$. Tabel 8 menunjukkan korelasi tegangan tabung terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode manual memiliki nilai r negatif yaitu -1 yang artinya antara tegangan tabung dan ESAK memiliki hubungan yang berbanding terbalik. Tabel 9 menunjukkan nilai koefisien korelasi tegangan tabung terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi AP dengan metode manual memiliki hubungan yang sangat kuat ditunjukkan dari nilai $r = 0,990$. Pemeriksaan *thorax* proyeksi PA metode AEC dan proyeksi AP metode manual memiliki korelasi antara tegangan tabung terhadap ESAK, sedangkan proyeksi AP metode manual tidak memiliki korelasi antara tegangan tabung terhadap ESAK. Hasil ini hampir sama dengan penelitian Irsal dkk. (2014), Sugiarti dkk., (2020) dan Syahmitalia dkk. (2021) di mana tegangan tabung berhubungan dengan energi sinar-X yang dihasilkan, semakin besar tegangan maka energi sinar-X yang dihasilkan semakin besar serta daya tembusnya juga besar (Bushong, 2013). Korelasi yang rendah antara tegangan tabung terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode manual seperti pada Tabel 8 disebabkan karena radiografer memilih

faktor eksposi berdasarkan karakteristik pasien dan pada proyeksi PA metode manual banyak data yang diperoleh hanya 9 data pasien. Dimana menurut BAPETEN (2021) semakin banyak data yang diperoleh maka akan memperoleh hasil yang akurat.

Tabel 7 Korelasi tegangan tabung terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode AEC

| No | Tegangan tabung (kV) | Jumlah pasien | Rata-rata tegangan tabung (kV) | ESAK (mGy) | |
|--------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Min-Maks | Rata-rata |
| 1 | 109 - 112 | 26 | 109 | 0,067 - 0,119 | 0,093 |
| 2 | 113 - 116 | 0 | - | - | - |
| 3 | 117 - 120 | 50 | 117 | 0,064 - 0,147 | 0,094 |
| 4 | 121 - 124 | 0 | - | - | - |
| 5 | 125 - 128 | 26 | 125 | 0,076 - 0,159 | 0,098 |
| 6 | 128 - 132 | 0 | - | - | - |
| 7 | 133 - 136 | 5 | 133 | 0,092 - 0,100 | 0,097 |
| 8 | 137 - 140 | 0 | - | - | - |
| Nilai koefisien korelasi | | | | 0,970 | |

- : tidak ada data

Tabel 8 Korelasi tegangan tabung terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode manual

| No | Tegangan tabung (kV) | Jumlah pasien | Rata-rata tegangan tabung (kV) | ESAK (mGy) | |
|--------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Min-Maks | Rata-rata |
| 1 | 58,5 - 61,2 | 8 | 58,5 | 0,021 - 0,154 | 0,137 |
| 2 | 61,3 - 64,0 | 0 | - | - | - |
| 3 | 64,1 - 66,8 | 0 | - | - | - |
| 4 | 66,9 - 69,6 | 0 | - | - | - |
| 5 | 69,7 - 72,4* | 1 | 70 | 0,089 | 0,089 |
| Nilai koefisien korelasi | | | | -1 | |

- : tidak ada data

* : hanya ada 1 data

Tabel 9 Korelasi tegangan tabung terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi AP dengan metode manual

| No | Tegangan tabung (kV) | Jumlah pasien | Rata-rata tegangan tabung (kV) | ESAK (mGy) | |
|--------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Min-Maks | Rata-rata |
| 1 | 58,5 - 61,1 | 7 | 58,5 | 0,272 - 0,433 | 0,348 |
| 2 | 61,2 - 63,8 | 2 | 62,25 | 0,342 - 0,405 | 0,373 |
| 3 | 63,9 - 66,5 | 0 | - | - | - |
| 4 | 66,6 - 69,2 | 0 | - | - | - |
| 5 | 69,3 - 71,9* | 1 | 70 | 0,502 | 0,502 |
| Nilai koefisien korelasi | | | | 0,990 | |

- : tidak ada data

* : hanya ada 1 data

Korelasi arus waktu terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode AEC dan manual dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11. Korelasi arus waktu terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi AP dengan metode manual dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 10, Tabel 11 dan Tabel 12 menunjukkan nilai koefisien korelasi arus waktu terhadap ESAK memiliki hubungan yang sangat kuat ditunjukkan dari nilai $r = 0,967$; $r = 0,985$ dan $r = 0,998$. Penelitian ini hampir sama dengan Irsal dkk. (2014), Sugiarti dkk. (2020) dan Syahmitalia dkk. (2021) di mana semakin tinggi arus yang mengalir sehingga semakin panas filamen. Hal ini menyebabkan semakin banyaknya elektron yang dilepaskan dari filamen dan mengakibatkan semakin tingginya intensitas sinar-X yang dihasilkan sehingga dosis yang diterima pasien meningkat (Akhadi, 2021).

Penggunaan faktor eksposi pada pemeriksaan *thorax* harus selalu dipertimbangkan, sebagai upaya optimisasi agar dosis radiasi yang diterima semakin kecil tetapi kualitas citra yang diberikan

optimal. Tegangan tabung mempengaruhi kualitas dan daya tembus sinar-X, sedangkan arus waktu mempengaruhi kuantitas sinar-X atau banyaknya sinar-X yang dikeluarkan. Oleh karena itu, untuk mengurangi dosis radiasi yang diterima pasien dengan kualitas citra yang optimal maka radiografer dapat menurunkan penggunaan arus waktu dan menaikkan tegangan tabung (Bushong, 2013).

Tabel 10 Korelasi arus waktu terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode AEC

| No | Arus waktu (mAs) | Jumlah pasien | Rata-rata arus waktu (mAs) | ESAK (mGy) | |
|--------------------------|------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Min-Maks | Rata-rata |
| 1 | 0,88 - 1,02 | 10 | 0,96 | 0,064 - 0,092 | 0,076 |
| 2 | 1,03 - 0,17 | 32 | 1,1 | 0,067 - 0,100 | 0,085 |
| 3 | 1,18 - 1,32 | 27 | 1,24 | 0,076 - 0,108 | 0,091 |
| 4 | 1,33 - 1,47 | 12 | 1,4 | 0,087 - 0,117 | 0,097 |
| 5 | 1,48 - 1,62 | 14 | 1,55 | 0,096 - 0,123 | 0,106 |
| 6 | 1,63 - 1,77 | 7 | 1,71 | 0,112 - 0,138 | 0,123 |
| 7 | 1,78 - 1,92 | 3 | 1,84 | 0,118 - 0,134 | 0,124 |
| 8 | 1,93 - 2,07 | 2 | 1,98 | 0,147 - 0,159 | 0,153 |
| Nilai koefisien korelasi | | | | | 0,967 |

Tabel 11 Korelasi arus waktu terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi PA dengan metode manual

| No | Arus waktu (mAs) | Jumlah pasien | Rata-rata arus waktu (mAs) | ESAK (mGy) | |
|--------------------------|------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Min-Maks | Rata-rata |
| 1 | 3,2 - 4,3* | 1 | 3,2 | 0,089 | 0,089 |
| 2 | 4,4 - 5,5 | 0 | - | - | - |
| 3 | 5,6 - 6,7 | 4 | 6,3 | 0,121 - 0,121 | 0,121 |
| 4 | 6,8 - 7,9 | 0 | - | - | - |
| 5 | 8,0 - 9,1 | 4 | 8 | 0,154 - 0,154 | 0,154 |
| Nilai koefisien korelasi | | | | | 0,985 |

- : tidak ada data

* : hanya ada 1 data

Tabel 12 Korelasi arus waktu terhadap ESAK pada pemeriksaan *thorax* proyeksi AP dengan metode manual

| No | Arus waktu (mAs) | Jumlah pasien | Rata-rata arus waktu (mAs) | ESAK (mGy) | |
|--------------------------|------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Min-Maks | Rata-rata |
| 1 | 6,3 - 7,1 | 2 | 6,7 | 0,272 - 0,342 | 0,307 |
| 2 | 7,2 - 8,0 | 7 | 8 | 0,346 - 0,502 | 0,377 |
| 3 | 8,1 - 8,9 | 0 | - | - | - |
| 4 | 9,0 - 9,8 | 0 | - | - | - |
| 5 | 9,9 - 10,7* | 1 | 10 | 0,433 | 0,433 |
| Nilai koefisien korelasi | | | | | 0,998 |

- : tidak ada data

* : hanya ada 1 data

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan massa tubuh dan faktor eksposi memiliki hubungan yang sangat kuat terhadap ESAK di mana semakin bertambahnya massa tubuh dan faktor eksposi maka rata-rata ESAK yang diterima pasien akan semakin bertambah, sedangkan umur memiliki hubungan yang lemah terhadap ESAK di mana semakin bertambahnya umur maka rata-rata ESAK yang diterima setiap pasien berbeda-beda.

DAFTAR PUSTAKA

- Alghoul A, Y. (2021). Entrance-Surface-Dose Evaluation of Patients Examined by Diagnostic X-rays at Alhilar Alahmar Medical Center. *Clinical Radiology & Imaging Journal*, 5(2). <https://doi.org/10.23880/crij-16000188>
- Aliasgharzadeh, A., Mihandoost, E., Masoumbeigi, M., Salimian, M., & Mohseni, M. (2015). Measurement of Entrance Skin Dose and Calculation of Effective Dose for Common Diagnostic X-Ray Examinations in Kashan, Iran. *Global journal of health science*, 7(5), 202–207. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v7n5p202>
- Alomairy, N., Hadi, D., Al-Zaid, A., Fasikh, R., Arif, R., Al-Hazmi, R., Kharizy, A., Alyami, A., Hummdy, A., & Shubayr, N. (2023). Evaluation of the Entrance Surface Doses (ESD) for common diagnostic X-ray examinations. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 16(4), 100754. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2023.100754>
- BAPETEN. (2021). *Pedoman Teknis Penerapan Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level)*. 8, 1–54.
- Bushong, S. C. (2013). *Radiologic Science for Technologists: Physics, Biology and Protection* (Tenth Edit). Elsevier Mosby.
- Hiswara, E. (2023). *Buku Pintar Proteksi Radiasi dan Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit*. BRIN.
- IAEA. (2007). *Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice*.
- Irsal, M., Hidayanto, E., & Arifin, Z. (2014). Analisa Pengaruh Faktor Eksposi Terhadap Entrance Surface Air Kerma (Esak). *Youngster Physics Journal*, 3(4), 271–278.
- Latifah, R., Rosyid, M., Yuana, F., & Hidayat, A. (2020). Estimation of Entrance Surface Dose (Esd) As a Dose Profile for Patients Undergoing Radiography Examination Based on Tube Output Measurement. *Journal of Vocational Health Studies*, 4(2), 72-77. <https://doi.org/10.20473/jvhs.v4.i2.2020.72-77>
- Mraity, H. A. A., & Aseebee, M. K. Al. (2021). Evaluation of Entrance Surface Air Kerma in Patients during PA Chest Radiography Using CALDose Program in Al Najaf Governorate Hospitals. *Journal of Physics: Conference Series*, 1963(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1963/1/012035>
- Rosalina, L., Oktarina, R., Rahmiati, & Saputra, I. (2023). *Buku Ajar Statistik*. MRI Publisher.
- Rubai, S. S., Rahman, M. S., Purohit, S., Patwary, M. K. A., Meaze, A. M. H., & AA, M. (2018). Measurements of Entrance Surface Dose and Effective Dose of Patients in Diagnostic Radiography. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 12(1), 8924–8928. <https://doi.org/10.26717/bjstr.2018.12.002186>
- Sugiarti, S., Merrytiana Fadila, & Surip. (2020). Optimasi Faktor Eksposi Pada Pemeriksaan Radiografi Thorax Menggunakan Computed Radiography. *Jurnal Surya Medika*, 6(1), 52-56. <https://doi.org/10.33084/jsm.v6i1.1543>
- Syahmitalia, V., Arifin, Z., & Rusmanto, R. (2021). Analisis Nilai Diagnostic Reference Level (DRL) Dewasa Pemeriksaan Lumbal Spine Anterior-Posterior (AP) dan Lateral (LAT) Modalitas Radiografi Umum di Indonesia Berdasarkan Database Dosis Pasien Si-INTAN. *Jurnal Pengawasan Tenaga Nuklir*, 1(1), 47–51. <https://doi.org/10.53862/jupeten.v1i1.010>
- Wulandari, P. I., Jeniyanthi, N. P. R., Prasetya, I. M. L., Susanta, I. P. A., Juliantara, I. P. E., & Diartama, A. . A. (2023). Estimasi Dosis Radiasi Pada Pemeriksaan Radiografi Thorax. *Jurnal Radiografer Indonesia*, 5(1), 31-35. <https://doi.org/10.55451/jri.v5i1.105>