



Implementasi Pemahaman Radiografer terhadap Exposure Index dalam Optimalisasi Prosedur Pemeriksaan Radiografi *Computed Radiography*

Muhammad Irsal^{1,2)}, Guntur Winarno¹⁾, Shinta Gunawati Sutoro¹⁾

^{1)Poltekkes Kemekes Jakarta II}

^{2)PUI-P2KAL, Poltekkes Kemenkes Jakarta II}

Corresponding Author: Muhammad Irsal
e-mail: muhammad.irsal@poltekkesjkt2.ac.id

ABSTRACT

Background: Increasing the exposure factor is often carried out by radiographers to reduce noise and maintain image quality in computer radiography (CR). Therefore, there is a need for awareness and knowledge of the exposure index (EI) to implement optimization procedures in radiographic examinations.

Methods: The research method is descriptive and analytical by providing questionnaires to radiographers regarding awareness and knowledge of optimization procedures in radiographic examinations using CR, as well as analyzing EI data used in PA chest radiographic examinations. This research was carried out in 3 places at hospitals A, B, and C in the Jakarta-Bogor area with the research carried out between August – October 2023. Statistical analysis used SPSS 27 with data coding previously. After that, the data is processed with descriptive statistics to determine the frequency, distribution, percentage, average, and standard deviation. Then, the test chi-square to determine the relationship between gender, age, education, and work experience in knowledge CR optimization procedures. Next, to find out the relationship between age and weight and EI, a test was carried out by Pearson test to determine the level of relationship between the two variables.

Results: Was found that the level of awareness and knowledge of radiographers regarding optimization procedures using EI is still low, due to lack of participation in training or seminars on radiation protection for patients. Test results chi-square age-knowledge p-value 0.309, gender-knowledge p-value 0.772, education-knowledge p-value 0.036, experience-knowledge p-value 0.201. next are the test results Pearson for Hospital-A: age-EI $r=0.09$, weight-EI $r=-0.49$, Hospital-B: age-EI $r=-0.21$, weight-EI $r=0.06$, Hospital-C: age-EI $r=-0.37$, weight-EI $r=0.56$.

Conclusions: The application of EI in optimization procedures needs to consider measuring the radiation dose in units of patient absorbed dose (mGy) or dose area product (DAP) when analyzing the determination of optimization procedures in radiographic examinations. Apart from that, the involvement of radiographers in attending seminars and training is an important factor in increasing awareness and knowledge in implementing optimization procedures on patients.

Keywords: *Optimization procedure, Exposure index, Computed radiography*

Pendahuluan

Sistem pencitraan *computed radiography* (CR) telah berkembang dengan pesat dan telah menggantikan pencitraan konvensional. CR dapat meningkatkan kualitas citra dan mengurangi dosis radiasi pada pasien dengan memberikan *detection quantum effecience* (DQE) yang lebih sensitif, serta dapat dimaksimalkan dengan beberapa parameter seperti *post-processing* citra, *image receptore*, dan memanfaatkan pengetahuan dan pengalaman radiografer. Prosedur optimalisasi pada CR mampu mneurunkan 30-60% dosis radiasi yang diterima

pasien dengan tetap menjaga kualitas citra (Kang et al., 2020), Hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan konsep *diagnostic refernce level* (DRL) sebagai parameter optimalisasi. Selain itu rumah sakit dan institusi pendidikan telah banyak melakukan kajian yang terfokus pada upaya optimisasi parameter yang digunakan dalam teknik pencitraan radiografi (Rehani & Nacouzi, 2020).

Peningkatan penggunaan paparan radiasi pada pemeriksaan radiografi dapat menyebabkan terjadi radiasi hamburan yang mungkin dapat

membahayakan pasien. Efek radiasi hambur juga dapat mempengaruhi kualitas citra radiografi dengan meningkatkan citra *noise* dan menurunkan kontras radiografi. Pada peningkatan penggunaan tegangan tabung (kVp) mampu meningkatkan laju paparan akibat radiasi hambur, selain itu juga perlu dipertimbangan beberapa faktor parameter eksposi : arus tabung (mAs), laus lapangan, sudut *tube* sinar-X dan Jarak sumber ke *image receptore* (Naji & Ali, 2020). Resiko paparan radiasi pada pasien pemeriksaan radiologi mungkin dapat menyebabkan efek deterministik dan stokastik. Akan tetapi, apabila prosedur pencitraan dapat dioptimalkan maka efek deterministik bisa dihindari dengan tetap mempertimbangkan resiko efek stokastik (Ababneh et al., 2021).

Dari beberapa laporan hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan dosis radiasi pada pencitraan medis (Rehani & Nacouzi, 2020). Hal ini dapat terjadi akibat kombinasi tegangan tabung yang digunakan mengalami peningkatan seiring dengan ukuran tubuh pasien yang bervariasi. Selain itu, kualitas citra juga mengalami penurunan kontras radiografi yang disebabkan oleh *image receptore* menerima paparan radiasi hambur yang mana dapat mempengaruhi hasil diagnosa penyakit (Precht et al., 2019). Pada Sistem pencitraan CR menggunakan respon *dynamic range* untuk memastikan bahwa citra tetap optimal walaupun menggunakan variasi faktor ekposi yang berbeda. Penggunaan faktor eksposi rendah pada CR menunjukkan *underexposure* yaitu penurunan kualitas citra akibat *quantum mottle*. Kemudian peningkatan paparan dapat menurunkan *noise*, akan tetapi juga dapat meningkatkan dosis radiasi kepada pasien yang disebut dengan *Overexpose* dimana terjadi pada peningkatan paparan sehingga citra menjadi *saturated* menyebabkan kualitas citra mengalami menurun dan dosis radiasi semakin meningkat (Creeden & Curtis, 2020).

Pada penggunaan CR dalam beberapa laporan penelitian menunjukkan nilai EI sering kali pada rentang *overexposure*. Hal ini menyebabkan terjadinya *dose creep* yaitu dosis radiasi yang tidak dibutuhkan oleh pencitraan radiografi. Kemudian disatu sisi sistem *dynamic range* juga dapat mengalami penurunan kontras radiografi akibat pemberian paparan rendah pada rentang *underexposure*. Oleh karena itu dibutuhkan prosedur optimasi penggunaan faktor ekposi dan *post-processing* citra CR. Selain itu penentuan nilai *exposure index target* (EIT) harus diketahui saat praktik klinis dilakukan agar membantu dalam optimisasi nilai EI (Notohamidjo et al., 2022); (Dave et al., 2018).

Penelitian oleh Benfield tentang pengetahuan *dose creep* kepada mahasiswa calon radiografer didapatkan hasil bahwa masih sedikit pemahaman tentang penggunaan EI sebagai alat optimasi (Benfield, Hewis, & Hayre, 2021). Prosedur optimasi bertujuan untuk tetap menjaga citra kualitas dan meminimalkan dosis radiasi pada pasien yang sesuai dengan prinsip proteksi radiasi '*As Prinsip Low As Reasonably Achievable*' (ALARA). Akan tetapi, dalam praktik klinis penurunan dosis radiasi mampu menurunkan kualitas citra sehingga secara langsung mampu menurunkan kemampuan diagnosa citra. Pada penerapannya parameter objektif dan subjektif dapat digunakan untuk melakukan optimalisasi dengan evaluasi *signal-to-noise* (SNR) dan penilaian secara visual. Penting diketahui bahwa optimalisasi tidak lepas dari analisa dosis radiasi, dimana dapat dioptimalkan dengan kombinasi perubahan tegangan tabung (kVp) dan arus tabung (mAs) secara *linear* dan *non-linear* (Alves et al., 2016).

Prinsip optimasi wajib diperkenalkan kepada radiografer agar dapat meminimalkan paparan radiasi yang diterima pasien (Bolbol, Zaitoun, El-Magd, & Mohammed, 2021). Dalam pemeriksaan radiografi sering kali radiografer belum bisa memanfaatkan sistem CR untuk upaya optimasi. Peningkatan faktor eksposi masih sering dilakukan oleh radiografer dengan tujuan mengurangi *noise* agar kualitas citra tetap terjaga. Akan tetapi, secara bersamaan hal ini dapat meningkatkan dosis radiasi pada pasien. Sehingga perlu kesadaran dan pengetahuan tentang *exposure index* sebagai indikator dosis radiasi pasien (Alsleem et al., 2020) (Zheng, 2017). Oleh sebab itu, penelitian ini akan terfokus pada implementasi *exposure index* dalam upaya optimasi pemeriksaan radiografi dengan tujuan mengetahui tingkat kesadaran dan pengetahuan radiografer dalam penerapan sebagai parameter optimisasi.

Metode

Metode penelitian bersifat deskriptif dan analitik dengan memberikan kuisioner kepada radiografer tentang perilaku dan pengetahuan tentang prosedur optimisasi pada pemeriksaan radiografi menggunakan computer radiografi, kemudian melakukan analisis data EI yang digunakan pada pemeriksaan radiografi thoraks PA. Penelitian ini dilakukan pada 3 tempat di RS A, B dan C di wilayah Jakarta-bogor, serta waktu penelitian dilakukan antara bulan agustus – oktober 2023.

Pengumpulan data kuisioner menggunakan *google form* yang terdiri dari pada bagian pertama penginputan data demografi: jenis kelamin, usia, pendidikan, pengalaman kerja. Bagian kedua merupakan kuisioner perilaku dengan jumlah pertanyaan sebanyak 14 soal menggunakan skala likert 1: tidak pernah, 2: jarang, 3: kadang-kadang, 4: sering, semakin tinggi penilaiannya semakin baik perilaku optimisasi pada pemeriksaan radiografi. Nilai hasil akan diubah menjadi nilai persentase dengan membagi nilai total dengan nilai maksimum dikalikan seratus. Selanjutnya untuk bagian ketiga merupakan kuisioner pengetahuan dengan jumlah pertanyaan 12 menggunakan nilai: 1: jawaban yang benar, 0: jawaban yang salah. Semakin banyak jawaban yang benar semakin baik pengetahuan optimisasi pada pemeriksaan radiografi. Nilai hasil akan diubah menjadi nilai persentase dengan membagi nilai total dengan nilai maksimum dikalikan seratus. Jumlah radiografer yang terlibat pada penelitian ini adalah 17 orang. Hasil persentase kesadaran dan pemahaman tentang prosedur optimisasi pada pemeriksaan radiografi menggunakan CRi akan dikategori menjadi <60%: buruk, 60-75%: sedang, >75: baik (Abuzaid et al., 2019). Untuk pengumpulan data EI dilakukan dengan pada pemeriksaan radiografi thoraks PA yang terdiri dari data pasien: umur, jenis kelamin, berat badan, posisi pasien, proyeksi, kV, mAs, FFD, EI dan dosis radiasi.

Analisis statistik menggunakan SPSS 27 dengan sebelumnya melakukan koding data. Setelah itu, data diolah dengan statistic deskriptif mengetahui frekuensi, distribusi, persentase, rata-rata dan standar deviasi. Kemudian untuk penentuan nilai *p-value* menggunakan uji *chi-square* dengan *p-value* >0.05 maka tidak terdapat hubungan antara variable, sedangkan *p-value* <0.05 maka variable memiliki hubungan untuk mengetahui hubungan antara umur, pendidikan dan pengalaman terhadap pengetahuan proteksi radiasi menggunakan CR. Selanjutnya untuk mengetahui hubungan berat badan dengan EI maka dilakukan uji *pearson* dengan nilai koefisien korelasi untuk 0-0.1 hubungan antara variabel tidak ada, 0.1-0.29 hubungan antara variabel rendah, 0.3-0.49 hubungan antara variabel sedang, 0.5-0.69 hubungan antara variabel kuat, 0.7-0.89 hubungan antara variable sangat kuat.

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada 3 RS di wilaya Jakarta-bogor dengan jumlah responden radiografi sebanyak 17 orang dengan karakteristik data responden di tunjukan pada tabel 1. Jumlah responden radiografer dengan data terbanyak untuk jenis kelamin laki-laki 53%, kemudian untuk umur data terbanyak pada rentang > 40 tahun 71%, selanjutnya untuk pendidikan data terbanyak 71%, dan untuk pendidikan data terbanyak pada D-III 71%.

Tabel 1. Karakteristik data responden kuisioner

Karakteristik data	Jumlah	Persentase (%)
Jenis kelamin		
Laki-laki	9	53
Perempuan	8	47
Umur		
< 40 tahun	12	71
> 40 tahun	5	29
Pendidikan		
D-III	12	71
D-IV	5	29
Pengalaman kerja		
1-4 Tahun	8	47
5-10 Tahun (> 10 tahun)	9	53

Pada pemberian kuisioner kesadaran tentang prosedur optimisasi menggunakan CR hasil kuisioner kesadaran di tunjukan pada tabel 2. dengan hasil perhitungan nilai persentase tertinggi pada katagerik sering terdapat pada soal no.1 sebesar 90%, soal no.9 sebesar 100% dan soal no.10 sebesar 93%. Kemudian untuk perhitungan persentase rata-rata pada tingkat kesadaran tentang prosedur optimisasi menggunakan CR dengan nilai persentase kategorik tidak pernah 13%, jarang 11%, kadang-kadang 23%, sering 53%. Hal ini menunjuka bahwa rata-rata kesadaran radiografer pada prosedur optmisasi menggunakan CR tergolong masih sangat rendah >60 %.

Selanjutnya pemberian kuisioner pengetahuan tentang prosedur optimisasi menggunakan CR hasil kuisioner pengetahuan di tunjukan pada tabel 3. dengan hasil perhitungan nilai persentase tertinggi pada katagorik soal dengan jawaban yang paling banyak benar pada no.3 sebsar 83% Kemudian untuk perhitungan persentase rata-rata pada tingkat pengetahuan tentang prosedur optimisasi menggunakan CR dengan nilai 24,95%. Selain itu,

Tabel 2. Persentase kuisisioner kesadaran prosedur optimisasi menggunakan CR

No	Soal	Tidak perna	Jarang	Kadang-kadang	Sering
1	Apakah anda mengetahui informasi bahwa peralatan sinar-X di rs anda telah memiliki izin legal dari BAPETEN?	5	0	5	90*
2	Apakah anda mengetahui informasi bahwa peralatan sinar-X di rs anda secara berkalah telah kalibrasi/ UKES?	0	11	22	67
3	Apakah anda mengetahui tentang prosedur optimisasi dosis pemeriksaan radiografi?	0	6	40	54
4	Apakah anda menentukan nilai tipikal dosis/ DRL-Lokal untuk beberapa pemeriksaan radiografi?	6	6	53	35
5	Apakah anda selalu membandingkan nilai DRL-Nasional dengan nilai dosis DRL-Lokal hasil pemeriksaan radiografi yang anda lakukan?	11	24	47	18
6	Apakah anda mencatat data pasien kedalam <i>log book</i> dokumen parameter eksposi (seperti: jenis pemeriksaan, posisi pasien umur, jenis kelamin, berat badan, jarak sumber ke image receptor, faktor eksposi, luas kolimasi)?	18	11	7	64
7	Apakah anda mencatat nilai exposure index (EI) setelah melakukan pemeriksaan radiografi?	45	13	0	41
8	Apakah anda membandingkan nilai EI hasil pemeriksaan radiografi yang telah anda lakukan dengan EI optimal?	53	11	31	6
9	Apakah anda mempertimbangkan berat badan pasien saat pemilihan faktor eksposi?	0	0	0	100*
10	Apakah anda mempertimbangkan luas lapangan kolimasi sebelum melakukan eksposi?	0	7	0	93*
11	Apakah anda menggunakan EI sebagai panduan dalam pemilihan faktor eksposi?	11	23	38	28
12	Apakah anda menggunakan Teknik kV tinggi atau high kV technique pada pemeriksaan radiografi thoraks PA?	17	11	40	32
13	Apakah anda mengetahui penggunaan data DICOM untuk prosedur optimisasi pemeriksaan radiografi?	6	0	27	67
14	Apakah anda pernah mengikuti pelatihan atau seminar tentang proteksi radiasi kepada pasien?	13	35	17	35
Rata-rata ± standar deviasi		13 ± 16.4	11 ± 10	23 ± 18.7	52 ± 29
Minimum-maksimum		0-53	0-35	0-53	0-100

*kategorik kesadaran baik terhadap prosedur optimisasi

dari hasil Uji *chi-square* karakteristik data responden terhadap pengetahuan yang ditunjukkan pada tabel 4. Dapatkan hasil bahwa berdasarkan hasil uji terdapat hubungan antara variable pendidikan terhadap pengetahuan radiografer pada

prosedur optimisasi menggunakan CR. Akan tetapi, tidak terdapat hubungan antara variable jenis kelamin, umur dan pengalaman kerja terhadap pengetahuan radiografer pada prosedur optimisasi menggunakan CR.

Tabel 3. Kuisisioner pengetahuan prosedur optimisasi menggunakan CR

No	Soal	Jawaban	Persentase jawaban benar
1	Fenomena peningkatan dosis radiasi pada pasien dari waktu ke waktu pada penggunaan teknologi digital radiografi disebut?	<i>Dose creeps</i>	12
2	Besaran dosis radiasi yang digunakan untuk penentuan prosedur optimisasi radiografi apabila tidak memberikan KAP (<i>Kerma Area Product</i>)?	ESAK (<i>entrance surface air kerma</i>)	12
3	Respon detektor digital/ IP terhadap paparan radiasi pada teknologi <i>computer radiography</i> ?	Linear	82
4	Exposure index atau EI adalah?	Menunjukkan nilai ideal respon detektor	12
5	Apabila nilai SNR meningkat, maka <i>nilai nosie</i> citra?	Rendah	41
6	Hubungan nilai <i>exposure index</i> sebelum di standarisasi atau berlaku sama untuk semua alat CR adalah?	Linear dan logaritmik	59
7	Nilai yang menunjukkan indikator ketika detektor penerimaan paparan ideal disebut?	EI _r	12
8	Hubungan antara kV dengan paparan radiasi?	Quadratic	6
9	Hubungan antara mAs dengan paparan radiasi?	Linear	35
10	Hubungan antara jarak dengan paparan radiasi?	Invers	47
11	Nilai tipikal dosis nasional untuk pemeriksaan radiografi thoraks PA?	0.4 mGy	18
12	Analisis statistik deskriptif untuk nilai tipikal dosis lokal?	Persentil-75	0
Rata-rata ± standar deviasi			28 ± 24.95
Minimum-maksimum			0-82

Tabel 5. Menunjukkan parameter prosedur pemeriksaan radiografi thoraks PA dengan data tersebut memperlihatkan variasi penggunaan parameter yang berbeda pada ketiga RS. Untuk *focus film disatance* (FFD) bervariasi RS-A menggunakan 120cm, RS-B 130cm dan RS-C 150 cm, kemudian untuk faktor eksposi RS-A dengan rentang 76-82 kV, 8-10 mAs, RS-B tetap 60 kV, 10 mAs dan RS-C dengan rentang 70-75 kV, 3.2-4 mAs. Pada nilai EI untuk ketiga RS bervariasi karena masing-masing menggunakan merk CR yang berbeda-beda, selanjutnya untuk dosis radiasi pada RS-A tidak terdapat informasi dosis, untuk RS-B dosis radiasi sebesar 0.19 mGy, dan RS-C dosis radiasi sebesar 0.03-0.04 mGy. karena data parameter pemeriksaan radiografi bervariasi pada umur, berat badan pasien dan EI, maka akan dilakukan uji *pearson* untuk hubungan antara umur dan berat badan terhadap EI.

Tabel 4. Uji *chi-square* pengetahuan terhadap karakteristik data

Uji <i>chi-square</i>	<i>p-value</i>
Umur	0.309
Jenis kelamin	0.772
Pendidikan	0.036*
Pengalaman	0.201

*terdapat hubungan antara variabel

Dari hasil uji yang ditunjukkan pada tabel 6. Menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara variabel berat badan terhadap EI. Akan tetapi, pada variabel umur terhadap EI tidak terdapat hubungan. Pada tabel 7. Menunjukkan persentase rentang EI pada pemeriksaan radiografi thoraks PA dengan RS-A persentase EI konsisten 100% *underexposure*, untuk RS-B persentase EI 60% optimal, 37,5% *underexposure*, 2,5% *overexposure*,

Tabel 5. Parameter pemeriksaan radiografi thoraks PA

Instalasi radiologi	Nilai	Umur	Berat badan	FFD	kV	mAs	EI	Dosis (mGy)
RS-A	Rata-rata	32.27	66.27	120	78.21	8.01	283.8	-
	Standar deviasi	10.74	13.09	-	0.91	0.36	99.27	-
	Min	22	48	-	76	8	109.94	-
	maks	69	99	-	82	10	497.32	-
RS-B	Rata-rata	33.17	57.07	130	60	10	80.8	0.19
	Standar deviasi	10.12	3.74	-	-	-	81.66	-
	Min	19	47.90	-	-	-	26	-
	maks	55	62.90	-	-	-	563	-
RS-C	Rata-rata	44.92	71.48	150	72.02	3.5	1122.5	0.035
	Standar deviasi	18.34	19.81	-	1.94	0.39	636.45	0.005
	Min	18	38	-	70	3.2	196	0.03
	maks	89	113	-	75	4	2583	0.04

Tabel 6. uji *pearson* umur dan berat badan terhadap EI

Instalasi radiologi	Uji Pearson	Koefisien korelasi	p-value
RS-A**	Umur-EI	0.09	0.573
	Berat badan- EI	-0.49	0.002*
RS-B***	Umur- EI	-0.21	0.181
	Berat badan- EI	0.06	0.715
RS-C****	Umur- EI	-0.37	0.01*
	Berat badan- EI	0.56	<0.001*

*terdapat hubungan antar variable

**Alat vendor EI terhadap paparan = *linear*

***Alat vendor EI terhadap paparan = logaritma

****Alat vendor EI terhadap paparan = *invers*

Tabel 7. Persentase rentang EI pada pemeriksaan radiografi thoraks PA

Instalasi radiologi	Rentang optimal	Persentase (%)		
		Underexposure	Optimal	Overexposure
RS-A*	1300-1800	100	-	-
RS-B**	60-250	37.5	60	2.5
RS-C***	200-800	2.5	35.5	65

*Alat vendor EI terhadap paparan = *linear*

**Alat vendor EI terhadap paparan = logaritma

***Alat vendor EI terhadap paparan = *invers*

untuk RS-C persentase 65% *overexposure*, 35.5 optimal, 2.5 *underexposure*.

Computer radiography atau disingkat dengan CR merupakan teknologi pencitraan radiografi menggunakan *photostimulation phosphor* (PSP) dalam menghasilkan proyeksi citra radiografi digital. Dalam aplikasinya PSP akan digabungkan dengan material *barium flourohalide* yang berfungsi untuk membentuk citra laten saat plat kaset CR terpapar oleh sinar-X. kemudian pada proses akuisis citra saat kaset diinput ke dalam *reader* CR, selanjutnya PSP dipindai dengan laser sehingga PSP akan menghasilkan Cahaya yang sebanding dengan citra laten CR saat plat kaset CR. Setelah itu, PSP akan dihapus menggunakan Cahaya dengan intensitas tinggi untuk

menghilangkan citra laten yang masih tersisa. Untuk Cahaya yang dihasilkan setelah proses *reader* CR akan dikirimkan ke *photomultiplier* dan *analog to digital converter* (ADC) sehingga menjadi sinyal elektrik dan selanjutnya sinyal tersebut di ubah menjadi data digital yang akan diproses menjadi citra radiografi (Seeram, 2019).

CR memiliki keunggulan dibandingkan dengan radiografi konvensional menggunakan kaset dan film dengan rentang *exposure* yang lebih luas atau disebut *dynamic exposure* yaitu kemampuan dalam merespon paparan radiasi 5-20 μ Gy. Selain itu, pada sistem CR juga dilengkapi dengan indikator eksposi yang muncul pada monitor CR dengan memberikan informasi tentang tingkat paparan yang diterima detektor yang disebut *exposure index* (EI).

Seringkali EI dianggap sebagai dosis pasien, padahal secara teoritis definisi EI yaitu sinyal yang dihasilkan oleh detektor saat paparan radiasi melewati tubuh pasien yang sebanding dengan SNR² dan berhubungan dengan kualitas citra. Dalam kondisi klinis radiografer dapat mengetahui tingkat paparan yang diterima detektor dengan kriteria *underexposure*, optimal dan *overexposure*. Penelitian tentang EI sebagai prosedur optimisasi telah banyak dilakukan, akan tetapi hasil yang didapatkan bahwa masih banyak radiografer yang belum menerapkan secara klinis (Seeram et al., 2016).

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kuisioner kesadaran dan pengetahuan radiografer pada prosedur optimisasi menggunakan EI dengan nilai rata-rata tingkat kesadaran pada kriteria tidak pernah 13%, jarang 11, kadang-kadang 23% dan sering 52%, sedangkan untuk tingkat pengetahuan dengan nilai rata-rata radiografer yang dapat menjawab pertanyaan dengan benar sebesar 24%. Hal ini, menunjukkan bahwa masih rendah tingkat kesadaran dan pengetahuan radiografer terhadap prosedur optimisasi menggunakan CR yang berdampak pada menurunnya pengendalian resiko paparan radiasi kepada pasien (Zekioğlu & Parlar, 2021). Permasalahan yang sama juga dilaporkan pada beberapa hasil penelitian bahwa para radiografer belum menjalankan prosedur optimisasi walaupun memiliki kesadaran dan pengetahuan akan resiko akibat paparan radiasi. Selain itu, penyebab masih rendahnya kesadaran dan pengetahuan radiografer pada prosedur optimisasi adalah kurangnya partisipasi radiografer dalam mengikuti pelatihan maupun seminar tentang proteksi radiasi kepada pasien (Hobbs et al., 2018; Lynskey et al., 2013).

Hasil uji *chi-square* menunjukkan bahwa ada hubungan antara variable tingkat pendidikan terhadap pengetahuan prosedur optimisasi menggunakan EI, Akan tetapi, untuk variable jenis kelamin, umur dan pengalaman kerja tidak terdapat hubungan tingkat pengetahuan radiografer. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan beberapa penelitian yang melaporkan bahwa umur, jenis kelamin, dan pengalaman kerja tidak berhubungan dengan tingkat pengetahuan pekerja radiasi (Macía-Suárez & Sánchez-Rodríguez, 2018; Maina et al., 2020). Sedangkan tingkat pendidikan mempunyai hubungan terhadap pengetahuan prosedur optimisasi pada pasien. Akan tetapi, dalam praktiknya masih terdapat kendala dalam penerapan kepada pasien (Jafri et al., 2022; Lewis et al., 2022)

Pada hasil analisis parameter pemeriksaan radiografi menunjukkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi EI dan dosis radiasi yang diterima

pasien yaitu umur, berat badan dan faktor eksposi. Hal ini terlihat bahwa nilai parameter untuk ke tiga faktor ini sangat bervariasi. Faktor eksposi yang digunakan di RS-A dan RS-B masih menggunakan faktor eksposi antara 60-82 kV 8-10 mAs. Hal ini, masih tergolong faktor eksposi standar. berbeda dengan RS-C yang telah menggunakan faktor eksposi teknik kV tinggi. Berdasarkan beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknik kV tinggi atau *high kV technique* mampu menurunkan dosis yang lebih rendah dibandingkan menggunakan faktor eksposi standar (Doherty et al., 2003; Grewal et al., 2012; Irsal et al., 2023; Jang et al., 2018) Kemudian dari hasil pengukuran dosis radiasi didapatkan bahwa pada RS-A, RS-B dan RS-C masih lebih kecil dari dosis rekomendasi nilai tipikal dosis nasional (*diagnostic reference level*) yaitu 0.4 mGy (Amalia et al., 2022).

Selanjutnya dari uji *pearson* untuk mengetahui hubungan umur dan berat badan terhadap EI didapatkan bahwa terdapat hubungan antara berat badan terhadap EI, sedangkan umur tidak berhubungan terhadap EI. Hal ini memberikan informasi penting bahwa untuk menghindari paparan radiasi yang tidak diperlukan. Maka pemilihan parameter faktor eksposi harus disesuaikan dengan berat badan pasien agar mendapatkan kualitas citra yang optimal (Mothiram et al., 2014). Oleh karena itu, diperlukan penentuan EI target dan mencatat berat badan pasien sebagai pertimbangan dalam pemilihan faktor eksposi agar dosis radiasi pasien dalam diturunkan se-optimal mungkin (Hoerner et al., 2022; Seeram, 2014).

Perlu diperhatikan dalam penggunaan EI sebagai prosedur optimisasi wajib dikonfirmasi dengan pengukuran dosis radiasi kepada pasien. Diketahui bahwa dari hasil persentase pada tabel 7. Variasi indikator EI pada RS-A, RS-B dan RS-C, akan tetapi dari hasil dosis radiasi yang diterima pasien masih lebih rendah dari tipikal dosis nasional. Berdasarkan penelitian oleh foon S M, mendapatkan bahwa EI dapat digunakan sebagai indikator dosis, akan tetapi EI tidak dapat memberikan informasi paparan radiasi yang akurat (Moey & Naimah, 2019). Karena itu, penerapan EI dalam prosedur optimisasi perlu konfirmasi dengan pengukuran dosis radiasi dalam satuan dosis serap (mGy) agar tidak terjadi kesalahan dalam evaluasi prosedur optimisasi.

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah jumlah data responden radiografer dan pasien pemeriksaan radiografi thoraks PA sangat terbatas. kemudian penggunaan sistem CR yang berbeda pada setiap RS membuat penilaian respon indikator EI CR dapat berbeda tergantung dengan merk CR yang

digunakan. Selain itu, pada data dosis radiasi pasien pada salah satu RS tidak tersedia, sehingga analisis dosis radiasi menjadi sangat terbatas hanya 2 RS. Diharapkan selanjutnya dapat dikembangkan metode implementasi EI dengan mempertimbangkan pengukuran dosis radiasi pasien dalam satuan dosis serap (mGy) maupun *dose area product* (DAP) saat analisis penentuan prosedur optimisasi pada pemeriksaan radiografi, selain itu, dalam beberapa penelitian terakhir melaporkan terdapat pengaruh EI terhadap luas lapangan penyinaran.

Simpulan

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa tingkat kesadaran dan pengetahuan radiografer tentang prosedur optimisasi menggunakan EI masih rendah. Hasil uji *chi square* umur-pengetahuan *p-value* 0.309, jenis kelamin-pengetahuan *p-value* 0.772, pendidikan-pengetahuan *p-value* 0.036, pengalaman-pengetahuan *p-value* 0.201. selanjutnya hasil uji *pearson* RS-A: umur-EI $r=0.09$, berat badan-EI $r=-0.49$, RS-B: umur-EI $r=-0.21$, berat badan-EI $r=0.06$, RS-C: umur-EI $r=-0.37$, berat badan-EI $r=0.56$ Kemudian dalam implementasi EI pada prosedur optimisasi perlu dikonfirmasi dengan pengukuran dosis radiasi pasien agar tidak mengalami kesalahan dalam penerapan optimisasi.

Daftar Pustaka

- Ababneh, Zaid Q., Moayed Almusallam, Ibrahim Alfajri, Anas M. Ababneh, Khaled M. Aljarrah, Mark A. Tries, and Nawaf Al Anazi. 2021. "ESTIMATION OF THE ORGAN AND EFFECTIVE DOSE TO PATIENTS UNDERGOING MEDICAL DIAGNOSTIC X-RAY EXAMINATIONS IN SAUDI ARABIA." *Radiation Protection Dosimetry* 194(1):1–8. doi: 10.1093/rpd/ncab062.
- Abuzaid, M. M., W. Elshami, M. Shawki, and D. Salama. 2019. "Assessment of Compliance to Radiation Safety and Protection at the Radiology Department." *International Journal of Radiation Research* 17(3):439–46.
- Alsleem, Haney, Hussain Al-Mohiy, Mousa Alsleem, Mohammed Alqahtani, Mohammad Rawashdeh, Rob Davidson, Nadiayah Almohiy, Khalid Hussein, Mohamed Saad, and Elhussaien Elshiekh. 2020. "Evaluation of Radiographers' Practices with Paediatric Digital Radiography Based on PACS'Data." *Integrative Journal of Medical Sciences* 7.
- Alves, A. F. F., M. Alvarez, S. M. Ribeiro, S. B. Duarte, J. R. A. Miranda, and D. R. Pina. 2016. "Association between Subjective Evaluation and Physical Parameters for Radiographic Images Optimization." *Physica Medica* 32(1):123–32.
- Amalia, T., B. Zulkarnaien, C. Anam, K. Nurcahyo, H. Tussyadiah, and D. E. Pradana. 2022. "The Establishment of Institutional Diagnostic Reference Levels (DRLs) in the Cipto Mangunkusumo Hospital." *Atom Indonesia* 48(2):159–67. doi: 10.17146/aj.2022.1131.
- Benfield, Stephanie, J. D. Hewis, and Chris Maverick Hayre. 2021. "Investigating Perceptions of 'Dose Creep' amongst Student Radiographers: A Grounded Theory Study." *Radiography* 27(2):605–10.
- Bolbol, Sarah A., Mona F. Zaitoun, Sahar A. Abou El-Magd, and Noha A. Mohammed. 2021. "Healthcare Workers Exposure to Ionizing Radiation: Oxidative Stress and Antioxidant Response." *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine* 25(2):72.
- Creeden, A., and M. Curtis. 2020. "Optimising Default Radiographic Exposure Factors Using Deviation Index." *Radiography* 26(4):308–13.
- Doherty, P., D. O'Leary, and Patrick C. Brennan. 2003. "Do CEC Guidelines Under-Utilise the Full Potential of Increasing KVp as a Dose-Reducing Tool?" *European Radiology* 13(8):1992–99. doi: 10.1007/S00330-002-1810-7/METRICS.
- Grewal, R. K., N. Young, L. Collins, N. Karunaratne, and R. Sabharwal. 2012. "Digital Chest Radiography Image Quality Assessment with Dose Reduction." *Australasian Physical and Engineering Sciences in Medicine* 35(1):71–80. doi: 10.1007/S13246-012-0125-5/METRICS.

- Hobbs, Jason B., Noah Goldstein, Kimberly E. Lind, Deirdre Elder, Gerald D. Dodd III, and James P. Borgstede. 2018. "Physician Knowledge of Radiation Exposure and Risk in Medical Imaging." *Journal of the American College of Radiology* 15(1):34–43.
- Hoerner, Matthew, Kevin Grizzard, and Jennifer Moroz. 2022. "Method of Determining Technique from Weight and Height to Achieve Targeted Detector Exposures in Portable Chest and Abdominal Digital Radiography." *Journal of Applied Clinical Medical Physics* 23(7):e13582.
- Irsal, Muhammad, Shinta Gunawati Sutoro, Claricia Alamanda Karenina, Shofiyah Hasna Faradila, and Andri Yansyah. 2023. "Optimization of Exposure Factors on Radiographic Examination Chest AP Supine with 15% KV Rule Method." *AIP Conference Proceedings* 2751(1). doi: 10.1063/5.0143662/2896238.
- Jafri, Mishkat Ali, Salman Farrukh, Roohi Zafar, and Nasir Ilyas. 2022. "A Survey on Radiation Protection Awareness at Various Hospitals in Karachi, Pakistan." *Heliyon* 8(11):e11236. doi: 10.1016/J.HELIYON.2022.E11236.
- Jang, Ji Sung, Hyung Jin Yang, Hyun Jung Koo, Sung Ho Kim, Chan Rok Park, Suk Hwan Yoon, So Youn Shin, and Kyung Hyun Do. 2018. "Image Quality Assessment with Dose Reduction Using High KVp and Additional Filtration for Abdominal Digital Radiography." *Physica Medica : PM : An International Journal Devoted to the Applications of Physics to Medicine and Biology : Official Journal of the Italian Association of Biomedical Physics (AIFB)* 50:46–51. doi: 10.1016/J.EJMP.2018.05.007.
- Lewis, S., C. Downing, and C. M. Hayre. 2022. "South African Radiographers' Radiation Protection Practices, a Qualitative Study." *Radiography* 28(2):387–93. doi: 10.1016/J.RADI.2021.12.008.
- Lynskey III, G. Emmett, Daniel K. Powell, Robert G. Dixon, and James E. Silberzweig. 2013. "Radiation Protection in Interventional Radiology: Survey Results of Attitudes and Use." *Journal of Vascular and Interventional Radiology* 24(10):1547–51.
- Macía-Suárez, D., and E. Sánchez-Rodríguez. 2018. "Radiation Protection Knowledge among Radiologists in Northwest Spain." *Radiología (English Edition)* 60(4):318–23. doi: 10.1016/J.RXENG.2018.01.001.
- Maina, Patrick Muiga, Jennifer Anne Motto, and Lynne Janette Hazell. 2020. "Investigation of Radiation Protection and Safety Measures in Rwandan Public Hospitals: Readiness for the Implementation of the New Regulations." *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences* 51(4):629–38. doi: 10.1016/J.JMIR.2020.07.056.
- Moey, Soo-Foon, and Mohamad Asri Fatin Naimah. 2019. "Evaluation of the Influence of Exposure Index on Image Quality and Radiation Dose." *Iran J Med Phys* 16(4).
- Mothiram, Ursula, Patrick C. Brennan, Sarah J. Lewis, Bernadette Moran, and John Robinson. 2014. "Digital Radiography Exposure Indices: A Review." *Journal of Medical Radiation Sciences* 61(2):112–18.
- Naji, Abdullah Taher, and Gobran N. Ali. 2020. "Assessment of Backscattered Radiation Dose at Exposed Object's Level during X-Ray Examinations." *Journal of Modern Mechanical Engineering and Technology* 7:74–81.
- Notohamiprodjo, Susan, K. M. Roeper, F. G. Mueck, D. Maxien, F. Wanninger, B. Hoberg, L. Verstrepen, K. M. Treitl, F. Fischer, and O. Peschel. 2022. "Advances in Multiscale Image Processing and Its Effects on Image Quality in Skeletal Radiography." *Scientific Reports* 12(1):4726.
- Precht, Helle, J. Hansson, C. Outzen, P. Hogg, and A. Tingberg. 2019. "Radiographers'

- Perspectives' on Visual Grading Analysis as a Scientific Method to Evaluate Image Quality." *Radiography* 25:S14–18.
- Rehani, Madan M., and David Nacouzi. 2020. "Higher Patient Doses through X-Ray Imaging Procedures." *Physica Medica: European Journal of Medical Physics* 79:80–86. doi: 10.1016/j.ejmp.2020.10.017.
- Seeram, Euclid. 2014. "The New Exposure Indicator for Digital Radiography." *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences* 45(2):144–58.
- Seeram, Euclid. 2019. *Digital Radiography: Physical Principles and Quality Control*. Springer.
- Seeram, Euclid, Robert Davidson, Stewart Bushong, and Hans Swan. 2016. "Optimizing the Exposure Indicator as a Dose Management Strategy in Computed Radiography." *Radiologic Technology* 87(4):380–91.
- Zekioğlu, Aysu, and Şule Parlar. 2021. "Investigation of Awareness Level Concerning Radiation Safety among Healthcare Professionals Who Work in a Radiation Environment." *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* 14(1):1–8.
- Zheng, Xiaoming. 2017. "PATIENT SIZE BASED GUIDING EQUATIONS FOR AUTOMATIC MAs AND KVP SELECTIONS IN GENERAL MEDICAL X-RAY PROJECTION RADIOGRAPHY." *Radiation Protection Dosimetry* 174(4):545–50. doi: 10.1093/rpd/ncw246.