

Uji Kesesuaian Alat Proteksi Radiasi Berdasarkan Nilai *Exposure Index (EI)* di Rumah Sakit Bali Mandara

Chasbas Putra Tamba^{1*}, Gusti Ngurah Sutapa², Ketut Putra³, Nengah Sandi⁴, I Wayan Gede Suharta⁵, I Gde Antha Kasmawan⁶

¹ Prodi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Bali, Indonesia.

Received: 22 July 2025

Revised: 30 January 2026

Accepted: 24 April 2026

Corresponding Author: Gusti Ngurah Sutapa

sutapafis97@unud.ac.id

© 2026 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v10i1.31760>

Abstract: A study has been conducted on the suitability test of radiation protection equipment based on the Exposure Index (EI) at Bali Mandara Hospital. The data used in this study are primary data obtained by conducting X-ray irradiation on PPE, namely Apron, Gonad Shield, thyroid Shield, gloves, and glasses using an X-ray machine. Then the irradiation results are processed using a CR system machine to obtain EI values using variations in tube voltage of 80 Kv, 100 Kv, 130 Kv, and a time current of 18 mAs. From the results of the analysis that has been carried out, the average EI value was obtained with a tube voltage of 80 kV for Apron 1004.60 ± 1.72 , gonad shield 1302.80 ± 1.94 , Thyroid shield 1444.60 ± 1.63 , glasses 1375.40 ± 1.72 , gloves 1478.60 ± 0.93 , for a tube voltage of 100 kV the EI value for the apron was 1511.20 ± 1.24 , gonad shield 1697.80 ± 1.65 , thyroid shield 1810.60 ± 1.57 , glasses 1598.60 ± 1.33 , gloves 1819.40 ± 0.75 , for a tube voltage of 130 kV 1831.00 ± 1.41 , gonad shield 2090.60 ± 1.21 , thyroid shield 2129.00 ± 2.00 , glasses 2980.20 ± 1.07 , gloves 2114.00 ± 1.41 . The EI value obtained using 80 kV tube voltage is still within the limits set by PERKA BAPETEN No.8 of 2011, namely 1300-1800.

Keywords: X-ray; CR system; EI; APD; Radiation Protection

Pendahuluan

Perkembangan rumah sakit sebagai penyedia fasilitas kesehatan mengalami perkembangan yang cukup pesat baik dari segi tenaga kerja dan juga pemanfaatan teknologi kedokteran, perkembangan tersebut berupa aspek penunjang yang salah satunya adalah penggunaan radiasi sinar-X pada alat kesehatan radiologi, alat ini akan membantu dokter dalam mendiagnosis suatu penyakit serta menentukan jenis penanganan pada pasien sesuai dengan prosedur. Pada bidang radiologi klinik terdapat beberapa alat kesehatan yang digunakan berdasarkan pelayanannya. Pelayanan Radiologi Klinik berupa pesawat *mobile X-ray*, *dental X-ray*, dan ultrasonografi (USG) (Permenkes RI, 2020). Pelayanan Radiologi Klinik madya berupa panoramic/cephalometri, mammografi, fluoroskopi, dan CT-Scan. Pelayanan Radiologi Klinik utama berupa *bone densitometry*, C-arm, dan *Magnetic Resonance*

Imaging (MRI). Pelayanan Radiologi Klinik paripurna berupa *Digital Subtraction Angiography* (DSA), gama kamera, dan modalitas energi pengion dan non pengion untuk diagnosis dan terapi lain (Permenkes RI, 2020). Radiasi pengion banyak dimanfaatkan untuk keperluan medik salah satunya radiodiagnostik. Radiodiagnostik merupakan salah satu cabang ilmu radiologi yang menggunakan pencitraan untuk mendiagnosis penyakit. Salah satu alat yang sering digunakan adalah pesawat sinar-X atau dikenal dengan sinar *rontgen* yang memungkinkan untuk menggambarkan bagian dalam struktur tubuh pasien. Pemanfaatan citra hasil sinar-X berguna dibidang diagnostik karena dokter dapat mengetahui keadaan tubuh pasien tanpa melakukan pembedahan (Ancila dan Hidayanto, 2016).

Meski memiliki manfaat yang positif, sinar-X juga memberikan dampak negatif bagi para pekerja, pasien dan masyarakat yang berada di sekitarnya (Septiyanti,

How to Cite:

Tamba, C. P., Sutapa, G. N., Putra, K., Sandi, N., Suharta, I. W. G., & Kasmawan, I. G. A. (2026). Uji Kesesuaian Alat Proteksi Radiasi Berdasarkan Nilai *Exposure Index (EI)* di Rumah Sakit Bali Mandara. *Kappa Journal*, 10(1), 42-46. <https://doi.org/10.29408/kpj.v10i1.31760>

dkk, 2020). Jika radiasi mengenai tubuh manusia, terdapat dua kemungkinan yang akan terjadi yaitu radiasi berinteraksi dengan tubuh manusia atau hanya melewati tubuh saja. Jika terjadi interaksi didalam tubuh, radiasi dapat mengionisasi atom dalam tubuh manusia. Setiap terjadi proses ionisasi, radiasi akan kehilangan energinya dan berubah menjadi panas (Romli. 2016). Dengan kata lain, energi yang terserap di jaringan biologis akan muncul sebagai panas melalui peningkatan getaran atom dan juga struktur molekul. Proses ini merupakan perubahan kimiawi yang kemudian dapat menimbulkan efek biologis yang merugikan (Romli. 2016). Untuk mengendalikan efek tersebut perlu adanya proteksi radiasi, baik untuk keselamatan individu, pasien dan lingkungan sekitar. Adapun peralatan proteksi radiasi menurut PERKA BAPETEN No. 8 tahun 2011 yang dapat digunakan seperti apron, tabir yang dilapisi Pb dan dilengkapi kaca Pb, kaca mata Pb, sarung tangan Pb, pelindung tiroid (*thyroid shield*) Pb, pelindung ovarium dan pelindung gonad (*gonad shield*). Peralatan proteksi radiasi tersebut perlu dilakukan pengujian secara rutin untuk mengetahui apakah peralatan proteksi radiasi yang digunakan sudah sesuai dengan standar yang ditentukan oleh BAPETEN. Pengujian yang dilakukan oleh Kartikasari dkk., (2018) terhadap APD secara visualisasi pada citra radiografi, lebih menunjukkan kualitas citra saja, dan juga SOP penyimpanan dan perawatan terhadap APD.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui nilai EI yang dihasilkan pada citra APD di Rumah Sakit Bali Mandara dan untuk mengetahui apakah kondisi APD yang ada di rumah sakit tersebut berdasarkan kuantitas citra masih pada batas toleransi sesuai dengan PERKA BAPETEN No.8 Tahun 2011.

Metode

Penelitian ini dilakukan di RSUD Bali Mandara pada instalasi radiologi. Proses pengambilan data berupa nilai EI yang terdapat pada citra APD yang teraer radiasi sinar-X. Adapun alat-alat yang digunakan antara lain Pesawat sinar-X, *CR System*, alat pelindung diri (*gonad shield*, *thyroid shield*, apron, kacamata dan sarung tangan), dan kamera. Pengambilan data yan dilakukan adalah penyinaran APD dengan menggunakan pesawat sinar-X, kemudian kaset yang digunakan pada saat penyinaran dibaca menggunakan pesawat *CR System*. Data yang diambil berupa data nilai EI yang merupakan nilai yang tampak pada citra yang dihasilkan dari penyinaran pada APD yang diuji. Diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Analisis data dilakukan dengan membandingkan nilai EI yang terdapat pada citra masing-masing APD yang disinari sinar-X dengan nilai EI yang menjadi acuan. Kemudian dilakukan analisis normalitas dengan analisis statistik uji T searah dengan menggunakan software SPSS dengan Tingkat kepercayaan 95% atau taraf signifikan 0.05 dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 = Jika nilai T hitung lebih kecil dari nilai T tabel maka nilai EI yang didapat kan masih dalam rentang yang di tentukan.

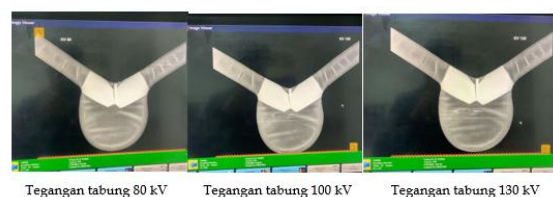
H_1 = Jika nilai T hitung lebih besar dari nilai T tabel maka nilai EI yang di dapat berada diluar nilai yang di tentukan.

Hasil dan Pembahasan

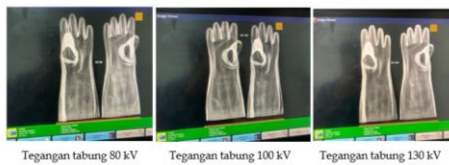
Setelah dilakukan penyinaran pada masing-masing APD dengan tegangan 80 kV, 100 kV dan 130 kV, maka didapatkan hasil berupa citra sebagai berikut.



Gambar 2. Hasil penyinaran gonad shield



Gambar 3. Hasil penyinaran thyroid shield



Gambar 4. Hasil penyinaran sarung tangan



Gambar 5. Hasil penyinaranacamata

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, nilai EI pada tegangan tabung 80 kV, 100 kV, dan 130 kV seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data EI hasil scanning

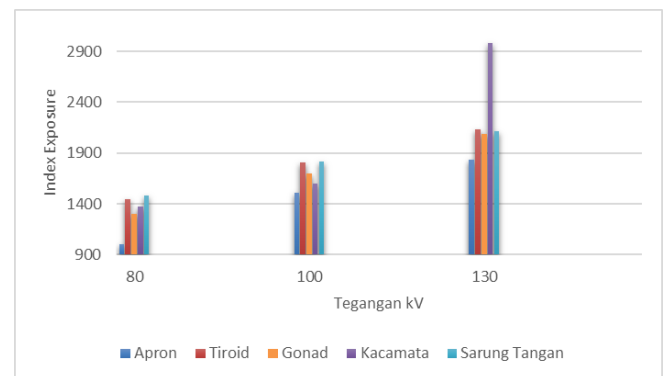
Tegangan Tabung (kV)	Arus Waktu (mAs)	APD	EI				
			1	2	3	4	5
80	18	Apron Shield	1003	1005	999	1007	1009
		Thyroid shield	1445	1449	1442	1440	1447
		Gonad Shield	1300	1305	1308	1297	1304
		Kacamata	1375	1370	1374	1378	1380
		Sarung tangan	1477	1480	1476	1479	1481
100	18	Apron Shield	1513	1510	1514	1507	1512
		Thyroid shield	1810	1806	1815	1809	1813
		Gonad Shield	1699	1700	1695	1693	1702
		Kacamata	1600	1599	1602	1594	1598
		Sarung tangan	1817	1819	1821	1821	1819
130	18	Apron Shield	1831	1829	1827	1835	1833
		Thyroid shield	2131	2135	2129	2127	2123
		Gonad Shield	2087	2091	2089	2094	2092
		Kacamata	2980	2977	2983	2979	2982
		Sarung tangan	2115	2117	2109	2113	2116

Kemudian nilai EI dirata-ratakan dan ditentukan standar deviasinya. Hasil rata-rata EI dan standar deviasi ditunjukkan pada Table 2.

Tabel 2. Data rata-rata EI dan standar deviasi

Tegangan (kV)	mAs	APD	$\bar{EI} \pm \Delta EI$
80	18	Apron shield	1004,60 ± 1,72
		Thyroid shield	1444,60 ± 1,63
		Gonad shield	1302,80 ± 1,94
		Kacamata	1375,40 ± 1,72
		Sarung tangan	1478,60 ± 0,93
100	18	Apron shield	1511,20 ± 1,24
		Thyroid shield	1810,60 ± 1,57
		Gonad shield	1697,80 ± 1,65
		Kacamata	1598,60 ± 1,33
		Sarung tangan	1819,40 ± 0,75
130	18	Apron shield	1831,00 ± 1,41
		Thyroid shield	2129,00 ± 2,00
		Gonad shield	2090,60 ± 1,21
		Kacamata	2980,20 ± 1,07
		Sarung tangan	2114,00 ± 1,41

Dari Tabel 2 diatas data dibuat grafik antara EI terhadap vareasi tegangan tabung sinar-X, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik fungsi Exposure Indeks sebagai variasi tegangan

Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan yang digunakan maka nilai EI akan semakin besar. Variasi rentang terminologi EI pada berbagai Vendo ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Variasi rentang terminologi Exposure Index pada berbagai Vendor (Seeram, 2014).

Vendor	Terminologi EI	Simbol	Nilai Rekomendasi
Fuji CR System	Sensitivity number	S	200-800
Agfa CR System	Logarithmic median	LgM	1.6-2.5
Carestream CR System	Exposure Index	EI	1300-1800
Philips FPDR System	Exposure Index	EI	200-800
Siemens FPDR System	Exposure Index	EI	200-800

Hasil nilai EI yang diperoleh dari pesawat CR ditunjukkan pada Tabel 1. kemudian data tersebut di analisis dengan aplikasi software spss versi 26. Langkah pertama yang dilakukan dalam analisis adalah mencari nilai rata-rata dari nilai EI yang ditunjukkan pada Tabel 2. Selanjutnya setelah diketahui rata-rata setiap APD, maka dapat dibuat grafik fungsi EI sebagai variasi tegangan seperti pada Gambar 6. Pada Gambar 6. dapat dilihat bahwa nilai EI berbanding lurus dengan tegangan, dimana semakin tinggi tegangan yang digunakan maka nilai EI juga semakin meningkat. Pada tegangan 80 kV didapatkan nilai EI untuk apron sebesar 1004,60±1,72, pada thyroid shield sebesar 1444,60±1,63, pada gonad sheild sebesar 1302,80±1,94, pada kacamata sebesar 1375,40±1,72, dan pada sarung tangan sebesar 1478,60±0,93. Pada tegangan 100 kV didapatkan nilai EI untuk apron sebesar 1511,20±1,24, pada thyroid shield sebesar 1810,60±1,57, pada gonad sheild sebesar 1697,80±1,65, pada kacamata sebesar 1598,60±1,33, pada sarung tangan sebesar 1819,40±0,75. Pada tegangan 130 kV didapatkan nilai EI untuk apron sebesar 1831,00±1,41, pada thyroid shield sebesar 2129,00±2,00,

pada *gonad shield* sebesar $2090,60 \pm 1,21$, pada kacamata sebesar $2980,20 \pm 1,07$, dan pada sarung tangan sebesar $2114,00 \pm 1,41$. Pada Gambar 6, grafik menunjukkan nilai EI yang sangat tinggi terjadi pada kacamata dengan tegangan tabung 130 kV berbeda dari nilai EI yang lainnya hal ini menunjukkan terjadi *over exposure*, sehingga menghasilkan nilai EI yang sangat tinggi.

Selanjutnya dilakukan uji normalitas untuk nilai EI, didapatkan nilai p-value *shapiro wilk* pada tegangan 80 kV sebesar 0,194, pada tegangan 100 kV sebesar 0,497, dan pada tegangan 130 kV sebesar 0,056. Nilai tersebut membuktikan bahwa data sudah terdistribusi normal dikarenakan p-value $> 0,05$. Setelah data terdistribusi normal, dilakukan uji *one sample t-test*. Uji *one sample t-test* menghasilkan nilai Sig (2-tailed) sebesar 0,661, sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Kemudian dapat dibandingkan juga antara t hitung dengan t tabel, dimana nilai t hitung adalah 0,448 dan t tabel adalah 1,761. Sehingga nilai t hitung $<$ t tabel, yang berarti H_0 diterima dan H_1 ditolak. Berdasarkan hipotesis yang telah ditetapkan, nilai EI yang didapatkan masih dalam rentang yang ditentukan oleh BAPETEN.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa nilai EI dari lima jenis alat pelindung diri (APD) yaitu apron, *gonad shield*, *thyroid shield*, kacamata, dan sarung tangan pada tegangan tabung 80 kV masih berada dalam rentang standar yang ditetapkan oleh PERKA BAPETEN No. 8 Tahun 2011, yaitu antara 1300–1800 untuk sistem CR *Carestream*. Nilai EI meningkat secara linier seiring dengan peningkatan tegangan tabung sinar-X, di mana nilai tertinggi diperoleh pada tegangan 130 kV. Namun, pada tegangan ini, beberapa APD seperti kacamata menunjukkan nilai EI yang melebihi batas atas standar, menandakan potensi *over-exposure*. Berdasarkan hasil penelitian dan uji *one sample t-test*, alat pelindung diri masih layak digunakan dan memenuhi standar perlindungan terhadap radiasi pengion di instalasi radiologi RSUD Bali Mandara.

Daftar Pustaka

- Ancila C., dan Hidayanto E., 2016, Analisis Dosis Paparan Radiasi pada Instalasi Radiologi Dental Panoramik, *Youngster Physics Journal*, Vol.5 (4): 441-450.
- Aryawijayanti R., dan Susilom Sutikno, 2015, Analisis Dampak Radiasi Sinar-X pada Mencit Melalui Pemetaan Dosis Radiasi di Laboratorium Fisika Medik, *Jurnal MIPA*, Vol.38(1) : 25-30.
- Baker, M, 2012, Investigation into Factors Influencing Fuji S-Value Using an Extremity Phantom, *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, Vol.43(1): 34-37.
- Bontrager, K.L. dan Lampignano, J.P, 2010, *Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatom*, 7th Edition, Saint Louis: Mosby Elsevier.
- Dabukke, H, 2015, "Pengaruh Faktor Ekspose Terhadap Kontras Resolusi CT Scan", Skripsi, Departemen Fisika, Jurusan Fisika Medik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Dabukke, H, 2018, "Pengujian Iluminasi, Kolimasi, Ketegaklurusan dan Kualitas Berkas Pesawat Sinar-X Radiografi Umum dengan Radiografi Mobile", Tesis, Universitas Sumatetra Utara, Medan.
- Gibson, D.J. dan Davidson, R.A, 2012, Exposure Creep in Computed Radiography: A Longitudinal Study, *Academic Radiology*, Vol.19(4): 458-462.
- Hidayah, R., Hidayanto, E., dan Arifin, Z, 2015, Analisa Pengaruh pH terhadap Perubahan Nilai Densitas Optik (Optical Density) pada Film dengan Variasi Jenis Developer, *Youngster Physics Journal*, Vol.4(1): 73-78.
- Hiswara E., 2015, *Buku Pintar Proteksi Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit*, Jakarta: BATAN Press
- Jannah, N., Armynah, B., & Abdullah, B. (2019). Analisis Kurva Karakteristik Image Plate Computed Radiography (CR) Sebagai Indikator Sensitifitas Terhadap Sinar-X Analysis of the Characteristic Curve of the Image Plate Computed Radiography (CR) as an Indicator of X-Ray Sensitivity. *Physio*, 7(4265-4275), 7-15.
- Seibert, J. A. dan Morin, R. L, 2011, The standardized exposure index for digital radiography: an opportunity for optimization of radiation dose to the pediatric population, *Pediatric radiology*, Vol.41: 573-581.
- Kartikasari, Y., Fathoni, M. A. N., dan Indrati, R., 2018, Uji Fungsi Alat Pelindung Radiasi (Lead Apron) di Instalasi Radiologi Rumah Sakit, Seminar Nasional Sdm Teknologi Nuklir, Yogyakarta, Issn 1978-0176.
- Lampignano, J., & Kendrick, L. E. (2017). *Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy-E-Book: Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Mustofa, A. A., Hadziqoh, N., dan Lasiyah, N, 2024, Analisis Tingkat Keselamatan Peralatan Proteksi Radiasi Terhadap Radiographer Pada Rumah Sakit B Pekanbaru, *Interdisciplinary Journal of MedTech and EcoEngineering*, Vol.1(1): 41-47.
- Percuoco, R, 2014, Chapter 1 - Plain Radiographic Imaging, *Clinical Imaging 3rd Edition*, Saint Louis: Mosby, 12-14.
- Permenkes, 2020, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020 Tentang Pelayanan Radiologi Klinik, Jakarta: Permenkes.
- Romans, L.E, 2011, *Computed Tomography for Technologists: A Comprehensive Text*, New York: LWW.

- Romli M., 2016, Penilaian resiko Kesehatan Terhadap Radiasi Pengion, *Buletin Limbah*, Vol.13(2) : 27-33.
- Seeram, E, 2014, The New Exposure Indicator for Digital Radiography, *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, Vol.45(2): 144-158.
- Seeram, E. dan Brennan, P. C, 2017, *Radiation protection in diagnostic X- Ray imaging*, Jones & Bartlett Learning.
- Septiyanti, I., Khalif M.A., dan Anwar, E.D., 2020, Analisis Dosis Paparan Radiasi Pada General X-ray II di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Muhammadiyah Semarang, *Jurnal Imajing Diagnostik*, Vol.6 : 96-102.
- Shekti, S. A., 2022, *Perbandingan Kualitas Citra Pada Radiografi Abdomen Dengan Menggunakan Moving Grid, Stationary Grid Dan NonGrid*, Skripsi.
- Shepard, S. J., Wang, J., Flynn, M., Gingold, E., Goldman, L., Krugh, K., Leong, D. L., Mah, E., Ogden, K., Peck, D., Samei, E., Wang, J., dan Willis, C. E, 2009, An exposure indicator for digital radiography: AAPM Task Group 116 (executive summary). *Medical physics*, Vol.36(7): 2898-2914