

Evaluasi Penerapan Proteksi Radiasi pada Ruangan dan Pekerja Radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas

Indy Rahmawati¹, Dian Milvita^{1*}, Eri Hiswara²

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

²PRTKMMN BRIN, Pasar Jumat, Lebak Bulus, Jakarta Selatan

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 3 Maret 2025

Direvisi: 20 Mei 2025

Diterima: 12 Juli 2025

Kata kunci:

Dinding Ruangan
Instalasi Radiologi
Laju Dosis Radiasi
Pekerja Radiasi
Proteksi Radiasi

ABSTRAK

Telah dilakukan evaluasi penerapan proteksi radiasi pada ruangan dan pekerja radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas. Evaluasi laju dosis radiasi dilakukan pada bagian dalam dan luar ruangan menggunakan TLD-100 dengan nilai laju dosis radiasi mengacu kepada Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2013 di ruangan CT-Scan, sinar-X konvensional, dan dental. Evaluasi laju dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi dilakukan menggunakan TLD badge yang digunakan pekerja radiasi. Evaluasi kelengkapan daerah kerja mengacu kepada Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020. Hasil penelitian menunjukkan laju dosis radiasi yang didapatkan di ruangan CT-Scan sebesar (0,000059-0,003973) mGy/jam. Ruangan sinar-X konvensional sebesar (0,000134-0,001286) mGy/jam. Ruangan dental sebesar (0,000053-0,000338) mGy/jam. Kemampuan penahan radiasi memiliki efektivitas mencapai (49-97)% pada dinding ruangan, (9-96)% pada pintu ruangan, dan (33-90)% pada kaca Pb. Secara keseluruhan ruangan CT-Scan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menahan radiasi dengan nilai mencapai 97%. Nilai laju dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi sebesar (0,68-1,64) mSv/tahun masih berada di bawah NBD yang ditetapkan Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2013. Hasil evaluasi kelengkapan daerah kerja dan proteksi radiasi secara umum telah memenuhi ketentuan Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020 kecuali untuk tanda bahaya radiasi pada ruangan sinar-X konvensional dan CT-Scan.

Keywords:

Room Walls
Radiology Installations
Radiation Dose Rates
Radiation Workers
Radiation Protection

Penulis Korespondensi:

Dian Milvita

Email: dianmilvita@sci.unand.ac.id

An evaluation of the implementation of radiation protection in rooms and radiation workers at the Radiology Installation of Andalas University Hospital has been conducted. The evaluation of the radiation dose rate was carried out on the inside and outside of the room using TLD-100 with the radiation dose rate value referring to BAPETEN Regulation No. 4 of 2013 in the CT-Scan, conventional X-ray, and dental rooms. The evaluation of the radiation dose rate received by radiation workers was carried out using the TLD badge used by radiation workers. The evaluation of the completeness of the work area refers to BAPETEN Regulation No. 4 of 2020. The results of the study showed that the radiation dose rate obtained in the CT-Scan room was (0.000059-0.003973) mGy/hour. The conventional X-ray room was (0.000134-0.001286) mGy/hour. The dental room was (0.000053-0.000338) mGy/hour. The radiation barrier capability has an effectiveness of (49-97)% on the room walls, (9-96)% on the room doors, and (33-90)% on Pb glass. Overall, the CT-Scan room has a better ability to withstand radiation with a value of 97%. The radiation dose rate value received by radiation workers of (0.68-1.64) mSv/year is still below the NBD stipulated in BAPETEN Regulation No. 4 of 2013. The results of the evaluation of the completeness of the work area and radiation protection in general have met the provisions of BAPETEN Regulation No. 4 of 2020 except for radiation hazard signs in conventional X-ray and CT-Scan rooms.

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Proteksi radiasi merupakan tindakan untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak akibat paparan radiasi. Upaya proteksi radiasi dilakukan terhadap pengaturan waktu, jarak, dan penggunaan perisai radiasi. Pengaturan terhadap waktu selama berada di sekitar sumber radiasi akan diupayakan serendah mungkin untuk mengurangi dosis dan bahaya radiasi. Semakin lama berinteraksi dengan sumber radiasi maka semakin besar dosis radiasi yang diterima. Pengaturan terhadap jarak dilakukan untuk mengurangi paparan radiasi yang mana semakin dekat jarak tubuh dengan sumber radiasi mengakibatkan semakin besar pula paparan yang diterima. Selain itu untuk melemahkan intensitas radiasi dapat digunakan penahan radiasi (Hiswara, 2023).

Penahan radiasi terpasang pada dinding, pintu, dan jendela (BAPETEN, 2020). Penahan radiasi pada dinding ruangan memiliki konstruksi yang terbuat dari bahan beton ketebalan 20 cm dilapisi 2 mm Pb, pintu ruangan dari bahan besi ketebalan 10 cm dilapisi 2 mm Pb, dan kaca Pb ketebalan 5 cm setara 2 mm Pb diperkirakan akan menekan tingkat radiasi di sekitar ruangan agar tidak melampaui NBD yang ditetapkan Peraturan BAPETEN. RS UNAND telah menggunakan ketentuan pada Peraturan BAPETEN ini ke semua fasilitas ruangan yang ada sumber radiasinya. Terutama pada ruangan dengan pesawat CT-Scan, sinar-X konvensional, dan *dental intraoral* yang telah digunakan sejak tahun 2017 dan pesawat *dental panoramic* sejak tahun 2022. Pada ruangan CT-Scan dengan pesawat sinar-X memiliki rata-rata 50 pasien/minggu. Ruangan pesawat sinar-X konvensional memiliki rata-rata 200 pasien/minggu. Ruangan pesawat *dental intraoral* rata-rata 5 pasien/minggu dan pesawat *dental panoramic* dengan rata-rata 60 pasien/minggu.

Pelayanan radiologi diagnostik di RS UNAND menggunakan pesawat sinar-X terus berkembang seiring kemajuan teknologi. Radiologi memanfaatkan sinar-X untuk mendiagnosis penyakit dengan mengupayakan dosis radiasi yang diterima serendah mungkin untuk melindungi pekerja radiasi, pasien, dan masyarakat dari bahaya radiasi. Pekerja radiasi tidak boleh menerima dosis radiasi rata-rata melebihi 20 mSv/tahun, sedangkan masyarakat umum tidak boleh menerima lebih dari 1 mSv/tahun (BAPETEN, 2013). Pembatasan dosis ini dinyatakan dengan dosis total pada setiap individu dari sumber radiasi pada saat paparan radiasi tidak boleh melebihi Nilai Batas Dosis (NBD) (Hiswara & Darmawati, 2024).

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai proteksi radiasi di instalasi radiologi. Dehaghi et al., (2017) melakukan penelitian mengenai evaluasi proteksi radiasi di instalasi radiologi pada dua rumah sakit di Ahvaz, Iran. Pengukuran dilakukan menggunakan alat Geiger-Muller digital pada 6 titik pengukuran. Hasil penelitian menunjukkan tingkat radiasi berada dalam batas aman di semua lokasi kecuali pada titik belakang jendela observasi dan belakang pintu ruangan sinar-X. Hal itu disebabkan karena pintu tidak tertutup rapat pada ruangan sehingga menyebabkan tingkat paparan lebih tinggi.

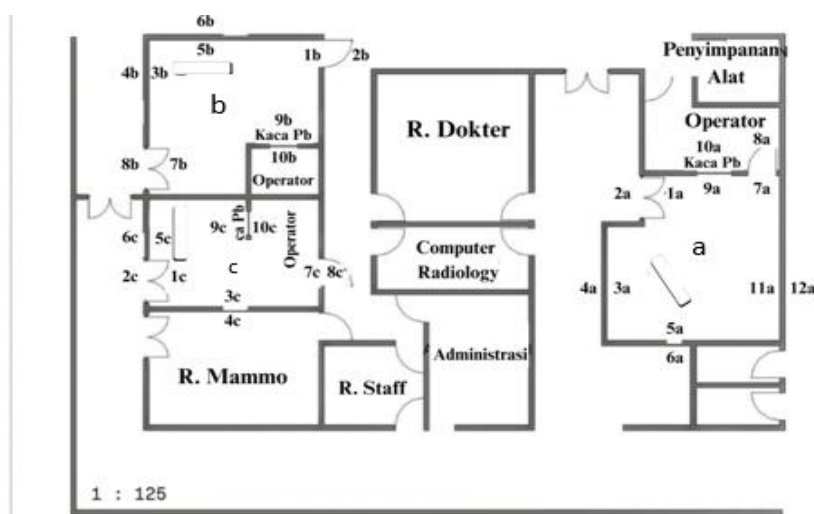
Sahfira et al., (2024) melakukan pengujian efektivitas perisai radiasi dan evaluasi penerapan proteksi radiasi di Instalasi Radiologi RSUD Prof. Dr. MA Hanafiah SM Batusangkar menggunakan TLD-100. Hasil penelitian menunjukkan nilai efektivitas tertinggi pada ruangan CT-Scan > 80%, ruangan *dental panoramic* > 47%, ruangan sinar-X konvensional > 74%. Hasil evaluasi fasilitas ruangan radiologi untuk ke-3 ruangan tersebut secara umum telah memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020. Nilai laju dosis radiasi pada pekerja radiasi menggunakan TLD badge masih berada di bawah nilai batas yang ditetapkan oleh Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2013 yaitu 20 mSv/tahun.

Berdasarkan penelitian Dehaghi et al., (2017) dan Sahfira et al., (2024), maka telah dilakukan penelitian lebih lanjut di Instalasi Radiologi RS UNAND yang diresmikan pada tahun 2017. Penelitian ini dilakukan kembali untuk melihat nilai laju dosis radiasi yang terdapat pada ruangan dan pekerja radiasi di Instalasi Radiologi pada tahun 2025 masih sesuai dengan ketentuan pada Peraturan BAPETEN. Evaluasi laju dosis radiasi pada dinding ruangan dilakukan di bagian dalam maupun luar ruangan menggunakan TLD-100 selama 1 bulan yang ditempatkan pada ruangan CT-Scan, sinar-X konvensional, dan *dental*. Evaluasi laju dosis pada pekerja radiasi dilakukan selama 3 bulan pemakaian TLD badge dengan menggunakan data yang dimiliki oleh pihak rumah sakit, dan kemudian dilakukan evaluasi terhadap kelengkapan daerah kerja serta proteksi radiasi pada pekerja radiasi. Evaluasi kelengkapan daerah kerja dilakukan pada daerah pengendalian dan daerah supervisi.

II. METODE

2.1 Evaluasi Laju Dosis Radiasi pada Dinding Ruangan Radiologi

Evaluasi laju dosis radiasi pada dinding ruangan dimulai dengan menentukan titik pengukuran pada ke 3 ruangan radiologi yaitu ruangan a, b, c (*CT-Scan*, sinar-X konvensional, dan *dental*). Pengukuran dosis radiasi dilakukan menggunakan TLD-100. TLD-100 sebelum digunakan telah melalui proses pemanasan untuk membersihkan TLD dari elektron yang masih terperangkap (Attix, 1986). TLD-100 ditempatkan pada 12 titik pengukuran untuk ruangan *CT-Scan*, 10 titik pengukuran untuk ruangan sinar-X konvensional, dan 10 titik pengukuran untuk *dental*. TLD-100 akan diletakkan selama 1 bulan yaitu bulan November 2024 di bagian dalam dan bagian luar ruangan radiologi. Penempatan TLD-100 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Titik pengukuran ruangan radiologi (a ruangan CT-Scan, b ruangan sinar-X konvensional, c ruangan dental)

Dosis radiasi akan terukur dengan menggunakan TLD-100 ketika pesawat sinar-X pada ruangan radiologi diaktifkan. TLD-100 kemudian dikirim ke PRTKMMN BRIN untuk dibaca menggunakan alat TLD reader, didapatkan intensitas TLbersih dari hasil pengukuran antara TLtotal (nC) dan TLlatar (nC), dengan intensitas TLtotal adalah bacaan pertama dan intensitas TLlatar adalah bacaan kedua. Nilai dosis radiasi dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$D = TL_{bersih} \times F_k \times F_{KE} \quad (1)$$

D merupakan dosis radiasi yang diterima (mGy), TL_{bersih} adalah bacaan intensitas TLD bersih (nC), F_k adalah faktor kalibrasi memiliki nilai 0,0866 (mGy/nC), F_{KE} adalah faktor koreksi energi. Nilai laju dosis radiasi diperoleh menggunakan Persamaan (2).

$$D = \dot{D} \times t \quad (2)$$

$\dot{D}$ adalah laju dosis serap dalam medan radiasi (mGy/jam), t adalah waktu berada di dalam medan radiasi (jam).

2.2 Evaluasi Laju Dosis Pekerja Radiasi

Evaluasi laju dosis radiasi dilakukan kepada 11 orang pekerja radiasi yang berada di Instalasi Radiologi. Data yang dievaluasi yaitu pemakaian Juni 2024-Agustus 2024 dengan memperhitungkan akumulasi laju dosis radiasi selama 1 tahun diterima pekerja radiasi menggunakan TLD *badge*. TLD *badge* yang dipakai pekerja radiasi kemudian dikirimkan pihak rumah sakit kepada PRTKMMN BRIN. Hasil yang diperoleh dicatat untuk dianalisis berdasarkan Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2013.

2.3 Evaluasi Kelengkapan Daerah Kerja dan Proteksi Radiasi pada Pekerja Radiasi

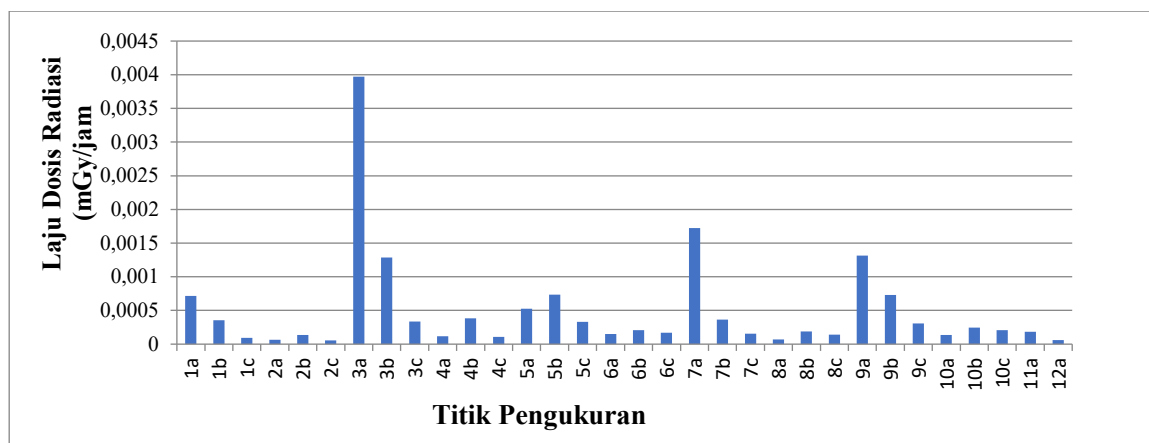
Evaluasi kelengkapan daerah kerja dilakukan pada daerah pengendalian dan daerah supervisi dengan mengamati secara langsung ruangan di instalasi radiologi. Evaluasi proteksi radiasi pada pekerja

radiasi dilakukan dengan wawancara bersama pekerja radiasi. Data yang didapatkan kemudian dikumpulkan dan dicatat untuk dianalisis berdasarkan Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Evaluasi Laju Dosis Radiasi pada Dinding Ruangan Radiologi

Laju dosis radiasi pada dinding ruangan radiologi dilakukan pada ruangan CT-Scan, sinar-X konvensional, dan dental dapat dilihat pada Gambar 2 dan efektivitas ruangan radiologi dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2 Laju dosis radiasi pada ruangan radiologi (a ruangan CT-Scan, b ruangan sinar-X konvensional, c ruangan dental)

Hasil laju dosis radiasi pada dinding ruangan CT-Scan, sinar-X konvensional, dan *dental* dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 laju dosis radiasi berada pada rentang (0,000053-0,003973) mGy/jam selama 1 bulan. Hasil laju dosis radiasi dilihat terhadap dinding ruangan, pintu ruangan, dan kaca Pb di ruangan. Nilai laju dosis radiasi pada dinding ruangan tertinggi didapatkan pada titik pengukuran 3a sebesar 0,003973 mGy/jam yaitu ruangan CT-Scan yang terdapat di dalam ruangan. Tingginya laju dosis radiasi disebabkan perputaran arah keluar sumber radiasi sehingga hasilnya lebih tinggi dibandingkan titik pengukuran lain dan juga dipengaruhi oleh jarak antara titik pengukuran dengan sumber radiasi. Semakin dekat jarak titik pengukuran dengan sumber radiasi maka semakin besar dosis radiasi yang diterima (Akhadi, 2000). Sebaliknya nilai laju dosis radiasi pada dinding ruangan terendah didapatkan pada titik pengukuran 4c sebesar 0,000108 mGy/jam yaitu ruangan *dental* yang terdapat di luar ruangan. Rendahnya laju dosis radiasi pada dinding ruangan disebabkan oleh terpasangnya penahan radiasi yang mampu mengurangi paparan radiasi berlebih ketika dipancarkan sumber radiasi. Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa terdapat pengurangan intensitas paparan radiasi antara bagian dalam dan luar ruangan. Laju dosis radiasi akan lebih tinggi didapatkan di ruangan CT-Scan dengan tegangan yang digunakan sebesar 120 kV dibandingkan ruangan sinar-X konvensional dengan tegangan 90 kV maupun *dental* dengan tegangan 73 kV. Hasil ini sesuai dengan laju dosis radiasi yang digunakan pada ruangan CT-Scan lebih tinggi (Sahfira et al., 2024 dan Anita dan Indrianti., 2021).

Nilai laju dosis radiasi pada pintu ruangan tertinggi didapatkan pada titik pengukuran 7a sebesar 0,001723 mGy/jam yaitu pintu ruangan CT-Scan pada bagian dalam. Sebaliknya nilai laju dosis radiasi pada pintu ruangan terendah didapatkan pada titik pengukuran 2c sebesar 0,000053 mGy/jam yaitu pintu ruangan *dental* pada bagian luar. Dapat dilihat bahwa laju dosis radiasi pada pintu ruangan akan lebih tinggi didapatkan di bagian dalam dibandingkan luar ruangan. Pintu pada ruangan CT-Scan, sinar-X konvensional, dan *dental* selalu tertutup dengan rapat dan juga pintu ruangan terbuat dari bahan besi ketebalan 10 cm dilapisi 2 mm Pb menyebabkan radiasi yang terhambur keluar menjadi sangat rendah. Hasil yang didapatkan berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dimana pintu ruangan tidak tertutup rapat karena ada celah pada pintu sehingga tingkat paparan radiasi lebih tinggi (Dehaghi et al., 2017 dan Sahfira et al., 2024).

Nilai laju dosis radiasi pada kaca Pb tertinggi didapatkan pada titik pengukuran 9a sebesar 0,001317 mGy/jam yaitu kaca Pb ruangan CT-Scan pada bagian dalam. Sebaliknya nilai laju dosis radiasi pada kaca Pb terendah didapatkan pada titik pengukuran 10a sebesar 0,000135 mGy/jam yaitu

kaca Pb ruangan CT-Scan pada bagian luar. Laju dosis radiasi akan lebih besar didapatkan di bagian dalam ruangan dibandingkan luar ruangan, hal ini disebabkan kaca Pb memiliki ketebalan 5 cm setara 2 mm Pb yang dapat menyerap radiasi dan mengurangi intensitas paparan radiasi sehingga paparan radiasi yang terhambur keluar menjadi sangat rendah. Perbandingan nilai laju dosis radiasi pada ke 3 ruangan dapat dilihat pada Gambar 2, yang mana terdapat pengurangan laju dosis radiasi yang sangat besar pada ruangan CT-Scan dibandingkan ruangan sinar-X konvensional dan *dental* pada bagian dalam maupun luar ruangan. Berdasarkan prinsip proteksi radiasi eksternal terhadap pengaturan waktu, jarak, dan penggunaan perisai radiasi, akumulasi laju dosis radiasi selama 1 tahun sebesar 0,0477 mSv. Walaupun laju dosis radiasi masih terdeteksi di luar ruangan, tetapi tidak melampaui NBD yang ditetapkan oleh Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2013 sebesar 20 mSv/tahun untuk pekerja radiasi dan 1 mSv/tahun untuk masyarakat umum.

Tabel 1 Efektivitas ruangan radiologi

No	Titik pengukuran	$\dot{D}_0$ (mGy/jam)	$\dot{D}$ (mGy/jam)	Efektivitas (%)
1	1a-2a	0,000718	0,000067	91
	1b-2b	0,000353	0,000134	62
	1c-2c	0,000093	0,000053	42
2	3a-4a	0,003973	0,000119	97
	3b-4b	0,001286	0,000383	70
	3c-4c	0,000338	0,000108	68
3	5a-6a	0,000524	0,000149	71
	5b-6b	0,000734	0,000207	72
	5c-6c	0,000332	0,000171	49
4	7a-8a	0,001723	0,000072	96
	7b-8b	0,000366	0,000189	48
	7c-8c	0,000157	0,000143	9
5	9a-10a	0,001317	0,000135	90
	9b-10b	0,000729	0,000245	66
	9c-10c	0,000309	0,000208	33
6	11a-12a	0,000184	0,000059	68

$\dot{D}_0$ merupakan laju dosis radiasi sebelum melewati bahan perisai dan $\dot{D}$ merupakan laju dosis radiasi sesudah melewati bahan perisai.

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan nilai persentase efektivitas pada dinding ruangan radiologi berada pada rentang (9-97) %. Dapat dilihat pada Tabel 2 nilai persentase efektivitas tertinggi didapatkan pada ruangan CT-Scan dikarenakan memiliki dosis radiasi yang lebih besar dengan jam operasional yang lebih lama dan penggunaan tegangan serta arus yang paling besar dibandingkan ruangan sinar-X konvensional dan *dental*. Hal tersebut diperkirakan karena kualitas dari bahan penyusun perisai radiasi yang tergantung pada faktor lingkungan di sekitar ruangan. Berdasarkan hal tersebut diperlukan untuk menjaga temperatur dan kelembaban di sekitar ruangan yang mana di ruangan CT-Scan berada pada kisaran (20-24) °C. Nilai persentase efektivitas tersebut menunjukkan bahwa kemampuan perisai radiasi dalam mengurangi paparan radiasi yang melewati bahan perisai pada ruangan dalam keadaan yang cukup baik kecuali pada titik 7c-8c. Titik tersebut terdapat pada ruangan *dental* yaitu pintu masuk ruangan untuk pekerja radiasi. Persentase efektivitas perisai radiasi pada pintu ruangan tidak cukup baik dalam menahan radiasi hal itu diperkirakan pada pintu terdapat celah menyebabkan radiasi terhambur keluar, tetapi untuk ruang panel kendali yang dilengkapi kaca Pb dan dinding sudah cukup baik dengan hasil >33 %. Walaupun nilai efektivitas pada pintu ruangan sangat rendah tetapi masih aman karena jauh dari jangkauan masyarakat maupun pekerja radiasi.

3.2 Evaluasi Laju Dosis Pekerja Radiasi

Tabel 2 menunjukkan laju dosis yang diterima pekerja radiasi menggunakan TLD *badge* yang telah dibaca oleh pihak PRTKMMN BRIN. Nilai laju dosis pekerja radiasi yang didapatkan berada dalam rentang (0,17-0,41) mSv/3bulan dengan akumulasi sebesar (0,68-1,64) mSv/tahun, nilai tersebut masih berada di bawah NBD yang ditetapkan Peraturan BAPETEN No. 4 tahun 2013 sebesar 20 mSv/tahun. Berdasarkan laju dosis radiasi yang didapatkan pada ruangan untuk pekerja radiasi yang

berada di dalam ruang panel kendali seharusnya nilai yang diperoleh berkisar (0,10-0,18) mSv/3bulan. Hal ini menunjukkan hasil yang mendekati dan sama dengan yang telah dibaca oleh pihak PRTKMMN BRIN menandakan bahwa pekerja radiasi di Instalasi Radiologi telah menggunakan TLD *badge* sesuai dengan prosedur ketika berada di ruangan. Hasil ini berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Syahda et al., (2020) dan Sahfira et al., (2024) memperoleh laju dosis radiasi sebesar 0 mSv/tahun. Mengacu pada laju dosis radiasi yang didapatkan sebesar (0,000053-0,003973) mGy/jam kemungkinan dosis yang terbaca jika pekerja radiasi menggunakan TLD *badge* tidak mendapatkan nilai sebesar 0. Seharusnya nilai laju dosis radiasi sebesar 0 mSv/tahun tidak dimasukkan ke dalam perhitungan. Hal tersebut menunjukkan bahwa pekerja radiasi tidak mematuhi prosedur penggunaan TLD yang telah ditetapkan.

Tabel 2 Data laju dosis pekerja radiasi

No	Inisial pekerja radiasi	Laju dosis radiasi yang diterima (mSv/3 bulan)	Estimasi laju dosis radiasi yang diterima 1 tahun (mSv/ tahun)
1	FH	0,20	0,80
2	DK	0,25	1,00
3	EK	0,17	0,68
4	DS	0,24	0,96
5	NH	0,22	0,88
6	IM	0,27	1,08
7	DR	0,19	0,76
8	AO	0,27	1,08
9	DI	0,41	1,64
10	AW	0,20	0,80
11	RO	0,19	0,76

3.3 Evaluasi Kelengkapan Daerah Kerja dan Proteksi Radiasi pada Pekerja Radiasi

Kelengkapan daerah kerja dievaluasi berdasarkan daerah pengendalian dan daerah supervisi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Evaluasi kelengkapan daerah kerja

No	Komponen	Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020	Hasil Pengamatan		
			CT-Scan	Sinar-X konvensional	Dental
1	Daerah Pengendalian	Penahan radiasi terpasang pada dinding, pintu, dan jendela	v	v	v
		Pekerja radiasi dapat dengan jelas mengobservasi atau berkomunikasi dengan pasien dari ruang panel kendali	v	v	v
		Pintu akses ruangan harus selalu tertutup rapat pada saat penyinaran berlangsung	v	v	v
		Tanda bahaya radiasi harus dipasang pada pintu masuk daerah yang dikontrol	x	x	v
		Lampu peringatan ditempatkan di pintu masuk ruang radiologi, saat penyinaran lampu harus dihidupkan	v	v	v
		Ruangan radiologi memiliki sistem pendingin yang memadai	v	v	v
2	Daerah Supervisi	Pemberian tanda peringatan dan batas yang jelas		v	
		Tanda dipasang pada titik akses keluar masuk		v	

v merupakan tanda memenuhi Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020 dan x merupakan tanda memenuhi Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020.

Tabel 3 menunjukkan data kelengkapan daerah kerja meliputi penahan radiasi, kaca Pb, pintu akses, tanda bahaya radiasi, lampu peringatan, sistem pendingin, dan pemberian tanda peringatan yang

jelas. Hasil evaluasi kelengkapan daerah kerja pada ruangan di instalasi radiologi secara umum telah memenuhi Peraturan BAPETEN No. 4 tahun 2020, meskipun ada beberapa kelengkapan yang belum memenuhi ketentuan. Ruangan sinar-X konvensional tidak memiliki tanda bahaya radiasi pada pintu akses. Tanda bahaya radiasi tidak terpasang karena ada renovasi pada bagian pintu akses dan pada ruangan CT-Scan tanda bahaya radiasi belum memenuhi peraturan.

IV. KESIMPULAN

Nilai laju dosis radiasi yang didapatkan di ruangan CT-Scan sebesar (0,000059-0,003973) mGy/jam. Ruangan sinar-X konvensional sebesar (0,000134-0,001286) mGy/jam. Ruangan *dental* sebesar (0,000053-0,000338) mGy/jam. Kemampuan penahan radiasi memiliki efektivitas mencapai (49-97)% pada dinding ruangan, (9-96)% pada pintu ruangan, dan (33-90)% pada kaca Pb. Secara keseluruhan ruangan CT-Scan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menahan radiasi dengan nilai mencapai 97%. Nilai laju dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi sebesar (0,68-1,64) mSv/tahun masih berada di bawah NBD yang ditetapkan Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2013. Hasil evaluasi kelengkapan daerah kerja dan proteksi radiasi secara umum telah memenuhi ketentuan Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020 kecuali untuk tanda bahaya radiasi pada ruangan sinar-X konvensional dan CT-Scan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Instalasi Rumah Sakit Universitas Andalas pada ruang radiologi dan PRMKMMN BRIN telah menyediakan sarana dan prasarana sehingga penelitian dapat terlaksana, serta semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, M. (2000). Dasar-Dasar Proteksi Radiasi. In PT. Rineka Cipta.
- Anita, F., & Indrianti, R. (2021). Pengukuran Sebaran Paparan Hambur dan Efektifitas Perisai Radiasi di Laboratorium TRO Jakarta II. *Jurnal Ilmiah GIGA*, 24(November), 44–54.
- Attix, F. H. (1986). *Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry*. John Wiley & Sons, Inc.
- BAPETEN. (2013). *Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir*. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013. <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-no-4-tahun-2013-tentang-keselamatan-radiasi-dalam-pemanfaatan-tenaga-nuklir>
- BAPETEN. (2020). *Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional*. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2020. <https://jdih.bapeten.go.id/unggah/dokumen/peraturan/1028-full.pdf>,
- Dehaghi, B. F., Ghavamabadi, L. I., Bozar, M., Mohamadi, A., & Angali, K. A. (2017). Evaluation of X-Ray Radiation Levels in Radiology Departments of Two Educational Hospitals in Ahvaz , Iran. *Iranian Journal of Medical Physics*, 14(2), 87–91.
- Hiswara, E. (2023). *Proteksi dan Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit. BRIN*.
- Hiswara, E., & Darmawati, S. (2024). *Pengantar Sistem Proteksi Radiasi. BRIN*.
- Sahfira, M. P., Milvita, D., & Hiswara, E. (2024). Pengujian Efektivitas Perisai Radiasi dan Evaluasi Penerapan Proteksi Radiasi di Instalasi Radiologi RSUD Prof. Dr. MA Hanafiah SM Batusangkar. *Jurnal Fisika Unand*, 13(2), 190–196.
- Syahda, A.S., Milvita, D., Prasetio, H., (2020), Evaluasi Penerapan Proteksi Radiasi pada Pekerja Radiasi di Instalasi Radiologi RS Naili DBS , RS Selaguri , dan RS UNAND. *Jurnal Fisika Unand*, 9(2), 517–523.