

Pengujian Efektivitas Perisai Radiasi dan Evaluasi Penerapan Proteksi Radiasi di Instalasi Radiologi RSUD Prof. Dr. MA Hanafiah SM Batusangkar

Maya Putri Sahfira¹, 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: 21 Juli 2023
Direvisi: 8 November 2023
Diterima: 24 Januari 2024

Kata kunci:

instalasi radiologi
laju dosis radiasi
pekerja radiasi
perisai radiasi
proteksi radiasi

Keywords:

radiology installation
radiation dose rate
radiation worker
radiation shielding
radiation protection

Penulis Korespondensi:

Dian Milvita
Email: dianmilvita@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengujian efektivitas perisai radiasi dan evaluasi penerapan proteksi radiasi di Instalasi Radiologi RSUD Prof. Dr. MA Hanafiah SM Batusangkar. Instalasi radiologi terdiri atas 3 ruangan yaitu ruangan CT-Scan, dental panoramic, dan sinar-X konvensional. Penelitian bertujuan untuk menguji efektivitas perisai radiasi, mengevaluasi fasilitas proteksi radiasi, dan mengevaluasi laju dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi. Pengujian efektivitas perisai radiasi dilakukan dengan cara mengukur dosis radiasi sebelum dan setelah melewati perisai radiasi menggunakan TLD-100. Evaluasi fasilitas proteksi radiasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung ruangan radiologi. Evaluasi laju dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi dilakukan dengan cara mendata laju dosis yang diterima pekerja radiasi yang terukur pada TLD badge selama bulan November 2022-Januari 2023, kemudian dilakukan wawancara terhadap pekerja radiasi terkait proteksi radiasi. Hasil pengujian efektivitas perisai radiasi menunjukkan persentase tertinggi terdapat pada ruangan CT-Scan, nilai persentase efektivitas diperoleh >80%. Nilai efektivitas perisai radiasi pada ruangan dental panoramic diperoleh >47% dan ruangan sinar-X konvensional diperoleh >74%. Hasil evaluasi fasilitas ruangan radiologi secara umum telah memenuhi ketentuan Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020. Nilai laju dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi sebesar (0-0,132) mSv/tahun, dan masih berada di bawah nilai yang ditetapkan oleh PERKA BAPETEN No. 4 Tahun 2013 sebesar 20 mSv/tahun.

The research has been conducted on the effectiveness testing of radiation shielding and evaluating the application of radiation protection in the Radiology Installation of Prof. Dr. MA Hanafiah SM Batusangkar Hospital. The radiology installation consists of 3 rooms, namely the CT-Scan, dental panoramic, and conventional X-ray rooms. The study aims to test the effectiveness of radiation shielding, evaluate radiation protection facilities, and evaluate the radiation dose rate received by radiation workers. The effectiveness testing of radiation shielding is done by measuring radiation dose before and after it passed through radiation shielding using TLD-100. Evaluation of radiation protection facilities was conducted by directly observing the radiology room. Evaluation of the radiation dose rate received by radiation workers was carried out by recording the dose rate received by radiation workers measured on the TLD badge from November 2022 to January 2023, then interviews were conducted with radiation workers related to radiation protection. The results of the effectiveness testing of radiation shielding show that the highest percentage is in the CT-Scan room, the percentage value of effectiveness is obtained > 80%. The effectiveness value of radiation shielding in the dental panoramic room was obtained >47% and in the conventional X-ray room was obtained >74%. The evaluation results of radiology room facilities in general have met the conditions of BAPETEN Regulation No. 4 of 2020. The value of the radiation dose rate received by radiation workers is (0-0.132) mSv/year, and it is below the value set by PERKA BAPETEN No. 4 of 2013 of 20 mSv/year.

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Pesawat sinar-X memiliki peranan penting di instalasi radiologi, baik di radiologi diagnostik maupun di radiologi intervensional (Dianasari & Koesyanto, 2017). Pemanfaatan sinar-X di ruangan radiologi diikuti dengan permasalahan kesehatan dan bahaya radiasi yang perlu diwaspadai (Martem dkk., 2015). Pemanfaatan sinar-X akan lebih baik jika kerugian yang timbul dapat ditekan serendah mungkin dengan memperhatikan aspek-aspek keselamatan radiasi. Hal ini dilakukan untuk melindungi pekerja radiasi, pasien, dan masyarakat dari bahaya radiasi. Pekerja radiasi tidak boleh menerima dosis radiasi rata-rata pertahun lebih dari 20 mSv, sedangkan untuk masyarakat umum tidak boleh menerima lebih dari 1 mSv per tahun (PERKA BAPETEN No. 4, 2013). Berdasarkan Peraturan BAPETEN No. 4 (2020) salah satu aspek dari keselamatan radiasi dapat ditentukan oleh perisai radiasi dan desain ruangan radiologi. Perisai radiasi diperlukan untuk menyerap radiasi sehingga dapat mengurangi intensitas radiasi yang dipancarkan dan mengurangi penerimaan dosis radiasi oleh tubuh manusia (Ancila & Hidayanto, 2016). Perisai radiasi terpasang pada pintu, dinding, dan jendela ruangan radiologi. Perisai radiasi yang baik untuk menahan radiasi yaitu timah hitam (PERMENKES No. 24, 2020). Hal ini dikarenakan timah hitam memiliki nomor atom tinggi, menyebabkan koefisien serap dari bahan juga tinggi sehingga baik untuk menyerap radiasi (Akhadi, 2000).

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian tentang proteksi radiasi di instalasi radiologi. Skam dkk. (2017) telah melakukan penelitian mengenai desain dan tata letak ruangan radiologi di Negara Bagian Katsina, Nigeria. Penelitian dilakukan menggunakan *surveymeter* RADOS RDS 120. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis radiasi yang terukur di sekitar ruangan radiologi masih aman bagi pekerja radiasi. Fasilitas radiologi sudah sesuai dengan ketentuan *Nigerian Nuclear Regulatory Agency* (NNRA). Dehaghi dkk. (2017) melakukan evaluasi tingkat radiasi sinar-X di instalasi radiologi pada dua rumah sakit di Ahvaz, Iran. Tingkat radiasi diukur pada enam titik pengukuran di masing-masing instalasi radiologi menggunakan alat penghitung Geiger-Muller digital yang telah dikalibrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat radiasi berada dalam batas aman di semua lokasi kecuali pada dua titik. Hal ini disebabkan karena pintu ruangan tidak dapat ditutup rapat.

Syahda dkk. (2020) melakukan penelitian tentang evaluasi penerapan proteksi radiasi menggunakan *surveymeter fluke* dan TLD *badge* di RS Naili DBS, RS Selaguri dan RS UNAND. Hasil penelitian menunjukkan dosis radiasi perorangan yang diterima pekerja radiasi berada di bawah Nilai Batas Dosis (NBD) yang ditentukan oleh PERKA BAPETEN No. 4 Tahun 2013. Harwin dkk. (2023) melakukan pengukuran laju dosis radiasi menggunakan *surveymeter fluke* di ruangan CT-Scan Rumah Sakit Otak DR. Drs. M. Hatta Bukittinggi. Hasil penelitian menunjukkan laju dosis radiasi di sekitar ruangan CT-Scan masih berada di bawah nilai yang ditentukan oleh PERKA BAPETEN No. 8 Tahun 2011. Fasilitas proteksi radiasi di sekitar ruangan CT-Scan telah sesuai dengan *Safety Report Series* (SRS) No. 39 *International Atomic Energy Agency* (IAEA). Tunggadewi dkk. (2021) melakukan uji paparan radiasi pada ruangan panoramik menggunakan *surveymeter* di Instalasi Radiologi RSUD Kabupaten Tangerang. Hasil penelitian menunjukkan paparan dosis radiasi di sekitar ruangan panoramik masih tergolong aman untuk pekerja radiasi dan masyarakat.

Dasril & Dewilza (2020) melakukan uji efektivitas dinding pada ruangan *dental panoramic* dengan 10 titik pengukuran menggunakan TLD-100 di RSUD Prof. Dr. MA Hanafiah SM Batusangkar. Penelitian dilakukan selama satu hari dengan 15 kali penyinaran dari hasil kalkulasi pasien selama satu bulan. Hasil penelitian menunjukkan nilai persentase efektivitas berada pada rentang (0-86,9)%. Nilai persentase 0 menunjukkan perisai radiasi tidak dapat mengurangi intensitas saat radiasi melewati perisai. Penelitian hanya dilakukan pada ruangan *dental panoramic* dan tidak melakukan evaluasi fasilitas proteksi radiasi pada ruangan serta evaluasi laju dosis radiasi pada pekerja radiasi.

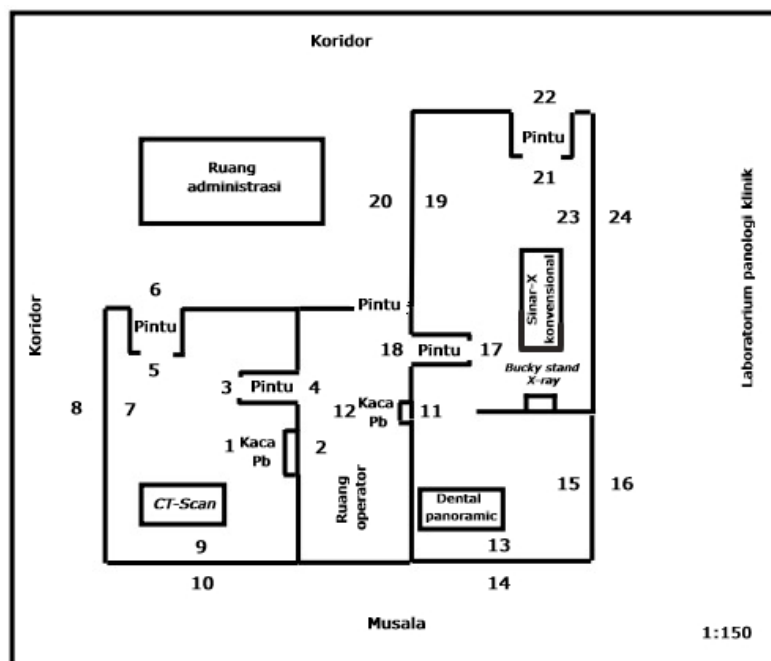
Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka telah dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengujian efektivitas perisai radiasi, evaluasi fasilitas proteksi radiasi pada ruangan, dan evaluasi laju dosis radiasi pada pekerja radiasi di Instalasi Radiologi RSUD Prof. Dr. MA Hanafiah SM Batusangkar. Instalasi radiologi terdiri atas 3 ruangan yaitu ruangan CT-Scan, *dental panoramic*, dan sinar-X konvensional. Pengujian efektivitas perisai radiasi dilakukan dengan meletakkan TLD-100 selama 1 bulan di ruangan radiologi. TLD-100 merupakan detektor yang cocok digunakan pada penelitian karena dapat menyimpan data laju dosis radiasi dalam waktu lama dan stabil terhadap

kondisi lingkungan dibandingkan *surveymeter*. Evaluasi fasilitas proteksi radiasi ruangan dan evaluasi laju dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi dilakukan untuk meningkatkan proteksi radiasi dalam meminimalisir efek negatif yang ditimbulkan radiasi pengion.

II. METODE

2.1 Pengujian Efektivitas Perisai Radiasi

Pengujian efektivitas perisai radiasi diawali dengan penentuan titik pengukuran dosis radiasi untuk ketiga ruangan radiologi yaitu ruangan *CT-Scan*, *dental panoramic*, dan sinar-X konvensional. Pengukuran dosis radiasi dilakukan menggunakan TLD-100, TLD-100 diletakkan pada 10 titik pengukuran di ruangan *CT-Scan* dan 8 titik pengukuran di ruangan *dental panoramic* dan 6 titik pengukuran di ruangan sinar-X konvensional. TLD-100 diletakkan di bagian dalam serta luar ruangan radiologi selama 1 bulan. Peletakan TLD-100 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Titik pengukuran ruangan radiologi

Dosis radiasi terukur menggunakan TLD-100 saat alat diaktifkan pada ketiga ruangan radiologi, selanjutnya TLD-100 dikirim ke PRTKMMN BRIN untuk dibaca menggunakan TLD reader. Bacaan pertama merupakan intensitas TL_{total} (nC) dan bacaan kedua merupakan intensitas TL_{latar} (nC). Nilai TL_{bersih} dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$TL_{bersih} = TL_{total} - TL_{latar} \quad (1)$$

Hasil bacaan yang diperoleh pada TLD-100 dalam satuan nC, sehingga untuk mendapatkan nilai dosis radiasi dapat dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$D = TL_{bersih} \times F_k \times F_{KE} \quad (2)$$

F_k adalah faktor kalibrasi (mGy/nC), F_{KE} adalah faktor koreksi energi, dan D adalah dosis radiasi (mGy). Nilai laju dosis radiasi \dot{D} dapat diperoleh menggunakan Persamaan (3).

$$D = \dot{D} \times t \quad (3)$$

Nilai persentase efektivitas perisai radiasi pada ruangan dapat diperoleh menggunakan Persamaan (4).

$$Efektivitas = \frac{\dot{D}_0 - \dot{D}}{\dot{D}_0} \times 100\% \quad (4)$$

\dot{D}_0 dan \dot{D} adalah laju dosis radiasi sebelum dan setelah melewati perisai radiasi (mGy/jam). t adalah waktu (jam).

2.2 Evaluasi Fasilitas Proteksi Radiasi pada Ruang Radiologi

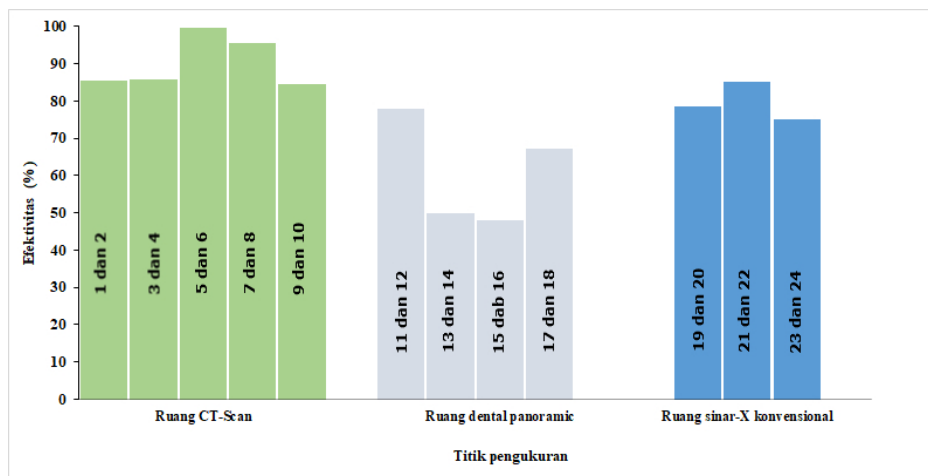
Evaluasi fasilitas proteksi radiasi pada ruangan radiologi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung ketiga ruangan radiologi. Kelengkapan fasilitas proteksi yang ada di ketiga ruangan dicatat dan dikumpulkan. Data tersebut dianalisis berdasarkan Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020.

2.3 Evaluasi Laju Dosis Radiasi pada Pekerja Radiasi

Evaluasi laju dosis yang diterima pekerja radiasi diawali dengan pendataan jumlah pekerja radiasi yang ada di ruangan radiologi. Penelitian dilakukan terhadap 8 pekerja radiasi. Data laju dosis pada pekerja radiasi dikumpulkan selama 3 bulan yaitu dari bulan November 2022-Januari 2023 yang terukur pada TLD *badge*. Pihak rumah sakit mengirimkan TLD *badge* yang dipakai pekerja ke Nuklindo Lab. Selanjutnya melakukan wawancara dengan pekerja radiasi mengenai proteksi radiasi. Data pekerja radiasi yang didapatkan kemudian dianalisis berdasarkan PERKA BAPETEN No. 4 Tahun 2013.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengujian Efektivitas Perisai Radiasi



Gambar 2 Persentase efektivitas perisai radiasi pada ruangan radiologi

Hasil persentase efektivitas perisai radiasi pada ruangan radiologi dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat nilai persentase efektivitas tertinggi diperoleh pada ruangan CT-Scan. Persentase efektivitas yang diperoleh berada pada rentang (84,6-99,5)%. Nilai persentase efektivitas tertinggi didapatkan pada titik 5-6, titik tersebut merupakan pintu masuk ruangan. Hal ini disebabkan karena pintu dilapisi oleh timah hitam. Penggunaan timah hitam mampu menyerap energi radiasi atau melemahkan intensitas radiasi setelah melewati perisai radiasi. Hal tersebut sesuai dengan prinsip proteksi radiasi sumber eksternal, di mana penggunaan *shielding* dapat mengurangi laju dosis radiasi (Akhadi, 2000).

Pada ruangan *dental panoramic* didapatkan nilai persentase efektivitas pada rentang (47,9-77,8)%, terdapat 2 titik bernilai <50% yaitu pada titik 13-14 dan titik 15-16. Hal ini dapat disebabkan karena material penyusun dinding tidak efektif menyerap radiasi, dinding hanya dilapisi beton seharusnya dinding dilapisi beton dan timah hitam. Menurut Mulyati dkk. (2018) bahwa perisai radiasi dari bahan beton yang dilapisi timah hitam memiliki efektivitas yang bagus. Titik 15-16 berada dekat dengan ventilasi, sehingga laju dosis radiasi setelah melewati perisai radiasi bernilai besar. Meskipun nilai persentase efektivitas pada titik tersebut rendah, tetapi masih aman karena jauh dari jangkauan

masyarakat maupun pekerja radiasi. Pintu ruangan *dental panoramic* memiliki nilai persentase efektivitas sebesar 67,2%, nilai ini lebih kecil dibandingkan pintu ruangan CT-Scan dan sinar-X konvensional. Hal ini dikarenakan pintu ruangan *dental panoramic* tidak dapat tertutup rapat sehingga laju dosis radiasi dapat keluar melalui celah pintu. Celah pada pintu dapat menyebabkan tingkat paparan yang lebih tinggi (Ilmi & Rochmayanti, 2018).

Pada ruangan sinar-X konvensional didapatkan nilai persentase efektivitas pada rentang (54,5-85,0)%. Persentase efektivitas tertinggi diperoleh pada titik 21-22 yaitu 85,0%, titik tersebut merupakan pintu masuk ruangan. Hal ini dikarenakan pintu ruangan dilapisi timah hitam sehingga laju dosis radiasi dapat diserap oleh perisai radiasi.

3.2 Evaluasi Fasilitas Proteksi Radiasi pada Ruangan Radiologi

Fasilitas proteksi radiasi di instalasi radiologi diperlukan untuk menjaga keselamatan pekerja radiasi dan masyarakat yang berada di sekitar ruangan. Fasilitas proteksi radiasi pada ruangan radiologi meliputi kaca Pb, pintu akses, tanda bahaya radiasi, lampu peringatan, dan sistem pendingin. Hasil evaluasi fasilitas proteksi radiasi berdasarkan Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa fasilitas proteksi radiasi pada ruangan radiologi secara umum telah memenuhi ketentuan, namun masih ada beberapa fasilitas yang belum memenuhi.

Tabel 1 Evaluasi fasilitas proteksi radiasi ruangan berdasarkan Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020

No	Fasilitas proteksi radiasi	Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020	Ruangan		
			CT-Scan	Dental Panoramic	Sinar-X konvensional
1	Kaca Pb	Pekerja radiasi dapat dengan jelas mengamati pasien dari ruang kontrol melalui kaca Pb	✓	×	×
2	Pintu akses	Pintu ruangan harus selalu tertutup rapat pada saat penyinaran berlangsung	✓	✓	✓
3	Tanda bahaya radiasi	Tanda harus dipasang pada pintu masuk daerah yang dikontrol	×	×	×
4	Lampu peringatan	Lampu ditempatkan di pintu masuk ruang radiologi	✓	✓	✓
		Lampu harus dihidupkan saat penyinaran berlangsung	×	×	×
5	Sistem pendingin	Ruangan radiologi memiliki sistem pendingin yang memadai	✓	✓	✓

✓ : memenuhi Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020

× : tidak memenuhi Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020

3.3 Evaluasi Laju Dosis Radiasi pada Pekerja Radiasi

Data perorangan yang diterima pekerja radiasi selama 3 bulan diambil berdasarkan TLD *badge* yang digunakan masing-masing pekerja radiasi. TLD *badge* merupakan alat ukur radiasi perorangan yang digunakan untuk mencatat dosis radiasi yang terakumulasi selama periode tertentu (Meredith & Massey, 1972). Data laju dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi diambil mulai bulan November 2022-Januari 2023. Data tersebut merupakan data terbaru yang dimiliki pihak rumah sakit. Data laju dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 laju dosis radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi masih di bawah NBD yang ditetapkan oleh

PERKA BAPETEN No. 4 Tahun 2013. Nilai laju dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi berada pada rentang (0-0,132) mSv/tahun. Nilai laju dosis radiasi pada pekerja radiasi rata-rata didapatkan 0 mSv/tahun. Hal ini dikarenakan pekerja radiasi pada umumnya tidak menggunakan TLD *badge* saat berada di sekitar ruangan radiologi. Limit deteksi TLD *badge* merupakan kemampuan pengukuran dari nilai laju dosis radiasi terkecil. TLD *badge* jarang dipakai oleh pekerja radiasi sehingga laju dosis radiasi yang terukur di bawah limit deteksi sebesar 0 mSv/tahun. Hasil penelitian Syahda dkk. (2020) juga mendapatkan nilai laju dosis radiasi 0 mSv/tahun dikarenakan pekerja radiasi jarang memakai TLD *badge*.

Tabel 2 Data laju dosis radiasi untuk pekerja radiasi periode November 2022-Januari 2023

No	Inisial pekerja radiasi	Laju dosis radiasi yang diterima (mSv/3 bulan)	Estimasi laju dosis radiasi yang diterima 1 tahun (mSv/ tahun)	NBD PERKA BAPETEN No. 4 Tahun 2013
1	AP	0	0	20 mSv/tahun
2	S	0	0	
3	DA	0	0	
4	FW	0	0	
5	AR	0	0	
6	NB	0	0	
7	RG	0,033	0,132	
8	VM	0	0	

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase efektivitas perisai radiasi tertinggi pada ruangan CT-Scan, nilai persentase efektivitas diperoleh >80%. Nilai efektivitas perisai radiasi pada ruangan *dental panoramic* diperoleh >47% dan ruangan sinar-X konvensional diperoleh >74%. Fasilitas ruangan radiologi secara umum telah memenuhi Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020, namun ada beberapa fasilitas pada ruangan yang belum memenuhi ketentuan. Laju dosis radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi berada di bawah NBD yang telah ditentukan pada PERKA BAPETEN No. 4 Tahun 2013.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada RSUD Prof. Dr. MA Hanafiah SM Batusangkar khususnya pada instalasi radiologi dan PR TKMMN BRIN yang 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. *Rineka Cipta, Jakarta*.
- Ancila, C., & Hidayanto, E. (2016). Radiologi Dental Panoramik. *Youngster Physics Journal*, 5(4), 441–450.
- BAPETEN. (2013). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir*. <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/unduh?id=229&type=full>

- BAPETEN. (2020). *Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2020 Tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional*. <https://jdih.bapeten.go.id/unggah/dokumen/peraturan/1028-full.pdf>
- Dasril, D. N., & Dewilza, N. (2020). Uji Efektifitas Dinding Ruangan Panoramik Instalasi Radiologi RSUD Prof. Dr. MA Hanafiah SM Batusangkar Menggunakan TLD-100. *Physics Education Research Journal*, 2(2), 95–104.
- 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.
- Dianasari, T., & Koesyanto, H. (2017). Penerapan Manajemen Keselamatan Radiasi Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit. *Unnes Journal of Public Health*, 6(3), 174–183.
- Harwin, C. W., Milvita, D., Nuraeni, N., & Manzil, E. (2023). Evaluasi Proteksi Radiasi di Ruang CT-Scan Instalasi Radiologi Rumah Sakit Otak (RSO) DR. Drs. M Hatta Bukittinggi. *Jurnal Fisika Unand*, 12(1), 77–81.
- Ilmi, H., & Rochmayanti, D. (2018). Pengukuran Laju Paparan Radiasi Dan Efektivitas Dinding Serta Perisai Radiasi Ruang Panoramik. *JRI (Jurnal Radiografer Indonesia)*, 1(2), 81–84.
- Martem, D. R., Milvita, D., Yuliati, H., & Kusumawati, D. D. (2015). Pengukuran Dosis Radiasi Ruangan Radiologi II Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM) Baiturrahmah Padang Menggunakan Surveymeter Unfors-Xi. *Jurnal Fisika Unand*, 4(4), 414–418.
- Meredith, J. W., & Massey, B. J. (1972). *Fundamental Physic Of Radiologic*. Bristol: Jhon Wright and Sons Ltd.
- Mulyati, S., Daryati, S., & Wibowo, A. S. (2018). Efektifitas Diversifikasi Bahan Dinding Perisai Radiasi Menggunakan Beton Ringan (Hebel) yang Dilapisi Timah Hitam (Pb). *Prosiding PPIPDN Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir*, 274–280.
- PERMENKES. (2020). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020 Tentang Pelayanan Radiologi Klinik*. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Download/144828/Perm>
- Skam, J. D., Gloria, I. I., Ibrahim, Z. Y., & Zira, J. D. (2017). Radiographic room design and layout for radiation protection in some radio-diagnostic facilities in Katsina State, Nigeria. *Radiographic Room Design and Layout for Radiation Protection in Some Radio-Diagnostic Facilities in Katsina State, Nigeria*, 31(1), 1–9.
- Syahda, A. S., Milvita, D., & Prasetyo, H. (2020). Evaluasi Penerapan Proteksi Radiasi pada Pekerja Radiasi di Instalasi Radiologi RS Naili DBS, RS Selaguri, dan RS UNAND. *Jurnal Fisika Unand*, 9(4), 517–523.
- Tungadewi, D. A., Anita, F., & Ahmad, F. (2021). Uji Paparan Radiasi Pada Ruangan Panoramik Dengan Menggunakan Surveymeter Di Instalasi Radiologi RSUD Kabupaten Tangerang. *Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 6(2), 83–89.