



Type of the Paper (Article, Review, Communication, etc.)

Studi Keselamatan Radiasi Ruang Panoramik Berdasarkan Pengukuran Laju Dosis di Rumah Sakit X

Nicholas Austrin Theos^{1*}, Josua Timotius Manik²

^{1,2}Program Studi Fisika, Matana University, Tangerang, Indonesia

*Corresponding author email: nicholas.theos@student.matanauniversity.ac.id

Abstract: Radiografi panoramik merupakan modalitas pencitraan gigi dua dimensi yang banyak digunakan karena dosis radiasi yang relatif rendah, biaya terjangkau, serta kemampuannya dalam menampilkan struktur gigi dan mulut secara menyeluruh. Namun demikian, potensi kebocoran tetap dapat terjadi apa bila sistem perisai (shielding) ruangan tidak dirancang dengan baik atau mengalami degradasi, sehingga berisiko menimbulkan paparan radiasi bagi pekerja maupun masyarakat umum. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi adanya kebocoran radiasi di ruang radiografi panoramik Rumah Sakit X. Pengukuran dosis radiasi dilakukan menggunakan surveymeter Canberra pada sepuluh titik pengukuran yang telah ditentukan, baik di dalam maupun di luar ruang panoramik, termasuk area di balik dinding pelindung, dengan kondisi operasi normal. Nilai dosis radiasi yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan Nilai Batas Dosis (NBD) sesuai Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa seluruh nilai dosis radiasi berada di bawah NBD yang ditetapkan, yaitu 1 mSv/tahun atau 0,114 μ Sv/jam untuk masyarakat umum dan 20 mSv/tahun atau 2,28 μ Sv/jam untuk pekerja radiasi. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem shielding ruang radiografi panoramik berfungsi secara efektif dalam mereduksi paparan radiasi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat kebocoran radiasi yang melebihi batas yang diizinkan, dan ruang radiografi panoramik Rumah Sakit X telah memenuhi persyaratan keselamatan dan proteksi radiasi.

Citation: To be added by editorial staff during production.

Article Process:

Submitted: date

Accepted: date

Published: date



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords: Radiografi panoramik; proteksi radiasi; shielding; surveymeter.

1. Introduction

Sinar-X termasuk radiasi elektromagnetik berenergi tinggi dengan panjang gelombang pendek. Dalam praktik medis sinar-X dimanfaatkan secara luas pada instalasi radiologi untuk mendukung proses diagnosis noninvasif (Souisa et al., 2014). Salah satu penerapan sinar-X adalah radiografi panoramik yang digunakan secara luas dalam kedokteran gigi. Teknik ini memberikan gambaran

menyeluruh struktur gigi dan rahang dengan dosis radiasi yang relatif rendah (Dasril et al., 2020). Paparan radiasi sinar-X tetap berpotensi menimbulkan efek biologis yang merugikan apabila melebihi batas yang diizinkan. Penerapan prinsip proteksi radiasi melalui pengendalian waktu paparan, penggunaan perisai radiasi (shielding), serta desain ruangan yang memenuhi standar keselamatan radiasi menjadi hal yang sangat penting. Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 telah menetapkan Nilai Batas Dosis (NBD) bagi pekerja radiasi dan masyarakat umum, sementara Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 24 Tahun 2020 mengatur persyaratan rancang bangun serta material pelindung ruang radiologi guna meminimalkan risiko paparan radiasi.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa efektivitas proteksi radiasi sangat dipengaruhi oleh desain ruangan dan kualitas material perisai radiasi. Penelitian pada ruang radiologi konvensional yang dilakukan oleh Za'im et al. (2024) menunjukkan adanya titik pengukuran yang melebihi NBD akibat ketidaksesuaian rancang bangun ruangan. Studi internasional oleh Dehaghi et al. (2017) dan Joseph et al. (2020) juga melaporkan bahwa meskipun sebagian besar ruang radiologi memenuhi batas aman, potensi kebocoran radiasi tetap dapat terjadi pada titik-titik tertentu apabila sistem proteksi radiasi tidak dievaluasi secara berkala.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi kebocoran radiasi pada ruang radiografi panoramik di Rumah Sakit X menggunakan surveimeter, serta menilai kesesuaiannya terhadap Nilai Batas Dosis (NBD) sesuai Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 dan standar rancang bangun ruang radiologi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 24 Tahun 2020.

2. Literature Review

Evaluasi paparan radiasi pada ruang radiografi panoramik di Instalasi Radiologi RSUD Kabupaten Tangerang telah dilakukan oleh Tunggadewi et al. (2021) menggunakan surveimeter. Pengukuran dilakukan pada beberapa titik di dalam dan di luar ruang panoramik dengan parameter eksposi 75 kV, 10 mA, dan waktu eksposi 12 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh nilai paparan radiasi masih berada di bawah Nilai Batas Dosis (NBD) sesuai Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013. Temuan tersebut menegaskan bahwa penggunaan surveimeter efektif dalam mengevaluasi tingkat paparan dan potensi kebocoran radiasi pada ruang panoramik, serta menekankan pentingnya pengujian proteksi radiasi secara berkala.

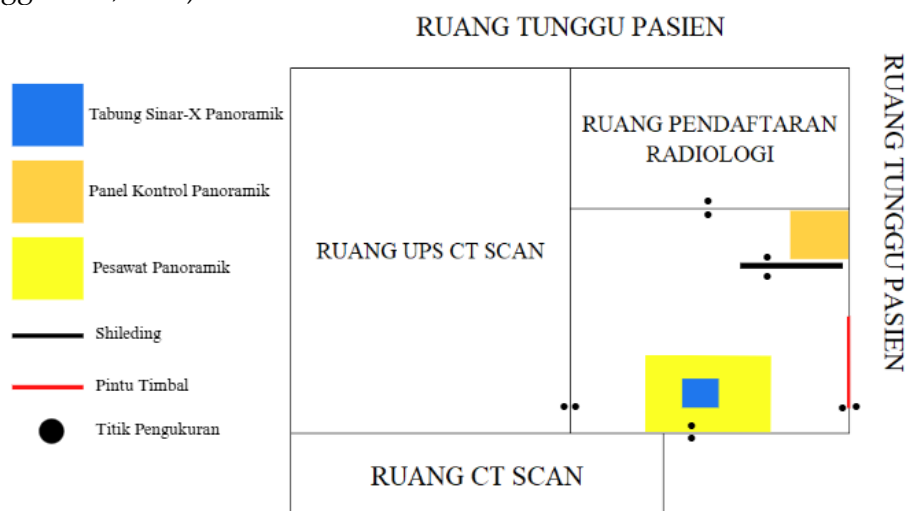
3. Materials and Methods

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif melalui pengukuran langsung di ruang radiografi panoramik. Pengambilan data dilakukan menggunakan pesawat radiografi panoramik Genoray Papaya 3D Premium Plus. Pengukuran laju dosis radiasi dilakukan menggunakan surveymeter gamma tipe RADIAGEM 2000 (Canberra), sedangkan pengukuran jarak serta penentuan posisi titik ukur dilakukan dengan menggunakan meteran merek Soligen.



Gambar 1. Surveymeter gamma Canberra tipe RADIAGEM 2000

Titik-titik pengukuran ditetapkan pada beberapa lokasi di dalam dan di luar ruang panoramik, termasuk area di balik perisai radiasi (shielding). Penentuan titik pengukuran mengacu pada penelitian terdahulu mengenai evaluasi paparan radiasi pada ruang radiografi panoramik untuk memastikan kesesuaian dan keterbandingan dengan metode evaluasi yang telah digunakan sebelumnya (Tunggadewi, 2021).



Gambar 2. Skema atau denah titik pengukuran di ruang panoramik

Pada saat pengambilan data, surveymeter diposisikan pada setiap titik pengukuran dengan ketinggian sejajar dengan tabung sinar-X pesawat panoramik. Pengukuran dilakukan pada kondisi operasi maksimum pesawat, yaitu dengan tegangan tabung sebesar 90 kV, arus tabung 12 mA, dan waktu eksposi 12 s. Setiap pengukuran dilakukan dengan melakukan satu kali eksposi, kemudian nilai laju dosis tertinggi yang ditampilkan pada surveymeter dicatat. Untuk meningkatkan keandalan data, pengukuran di setiap titik dilakukan sebanyak tiga kali pada kondisi eksposi yang sama, kemudian dihitung nilai rata-ratanya.

Nilai laju dosis rata-rata yang pada setiap titik pengukuran diperoleh dengan persamaan (1) dan dibandingkan dengan Nilai Batas Dosis (NBD) per jam yang ditetapkan dalam Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 untuk masyarakat umum dan pekerja radiasi. Perhitungan konversi batas dosis tahunan ke batas dosis per jam dilakukan menggunakan persamaan (2) dan (3).

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} \quad (1)$$

Masyarakat umum

$$1 \text{ mSv/tahun} = 0,114 \text{ } \mu\text{Sv/jam} \quad (2)$$

Pekerja radiasi

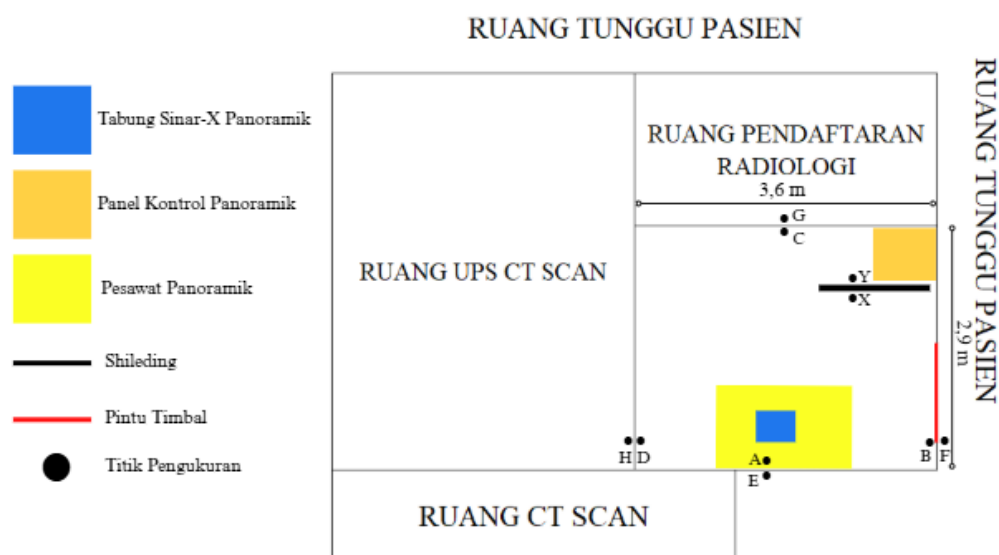
$$20 \text{ mSv/tahun} = 2,28 \text{ } \mu\text{Sv/jam} \quad (3)$$

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan hasil pengukuran laju dosis kebocoran radiasi terhadap nilai batas dosis yang berlaku. Seluruh proses pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel.

4. Results

Pengukuran kebocoran radiasi dilakukan di ruang radiografi panoramik Rumah Sakit X pada beberapa titik yang telah ditentukan di dalam dan di luar ruangan menggunakan surveymeter. Evaluasi hasil pengukuran mengacu pada Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 sebagai standar Nilai Batas Dosis (NBD) untuk masyarakat umum dan pekerja radiasi, serta Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 24 Tahun 2020 sebagai acuan kesesuaian desain dan material ruang radiologi.

Titik pengukuran ditetapkan pada sisi kiri, kanan, depan, dan belakang ruang panoramik. Pengukuran tidak dilakukan pada sisi atas dan bawah ruangan karena ruang panoramik berada di lantai satu dan tidak terdapat ruangan di atasnya. Denah ruang dan lokasi titik pengukuran ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 3. Denah ruang panoramik dan titik pengukuran

Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap titik, kemudian dihitung nilai rata-ratanya setelah dikoreksi dengan nilai background sebesar 0,01 $\mu\text{Sv/jam}$ dan faktor kalibrasi surveymeter sebesar 0,99. Nilai rata-rata laju dosis pada setiap titik pengukuran disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata laju dosis radiasi pada setiap titik pengukuran

Titik pengukuran	Hasil bacaan laju dosis ($\mu\text{Sv/h}$)
Titik A	$3.775,19 \pm 104,93$
Titik B	$112,85 \pm 12$
Titik C	$267,29 \pm 13,61$
Titik D	$1.125,29 \pm 123,78$
Titik E	$0,04 \pm 0,01$
Titik F	$0,02 \pm 0,01$
Titik G	$0,03 \pm 0,01$
Titik H	$0,04 \pm 0,02$
Titik X	$736,88 \pm 38,24$
Titik Y	$2,09 \pm 0,14$

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa laju dosis radiasi pada titik-titik di luar ruang panoramik dan di balik shielding seluruhnya berada di bawah NBD yang ditetapkan, yaitu $0,114 \mu\text{Sv/jam}$ untuk masyarakat umum dan $2,28 \mu\text{Sv/jam}$ untuk pekerja radiasi. Perbandingan antara laju dosis terukur dengan NBD ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan laju dosis dengan NBD Perka BAPETEN No. 4 Tahun 2013

Titik pengukuran	Hasil pengukuran ($\mu\text{Sv/jam}$)	NBD ($\mu\text{Sv/jam}$)	Keterangan
E	$0,04 \pm 0,01$	0,114	Aman
F	$0,012 \pm 0,01$		Aman
G	$0,03 \pm 0,01$		Aman
H	$0,04 \pm 0,02$		Aman
Y	$2,09 \pm 0,14$	2,28	Aman

Ruang panoramik Rumah Sakit X memiliki dimensi $3,6 \text{ m} \times 2,9 \text{ m} \times 2,8 \text{ m}$ dan menggunakan material dinding berupa bata merah setebal 25 cm dengan lapisan timbal setara 2 mm pada sisi kiri, kanan, dan belakang, serta timbal 2 mm pada dinding depan, pintu, dan shielding. Persentase efektivitas dinding dan shielding dihitung menggunakan persamaan efektivitas peredaman radiasi dan disajikan pada Tabel 3, dengan nilai efektivitas berkisar antara 99,72% hingga 99,99%.

Tabel 3. Efektivitas dinding dan shielding ruang panoramik

Lokasi	Bahan	D_0 ($\mu\text{Sv/jam}$)	D_1 ($\mu\text{Sv/jam}$)	efektivitas (%)
Belakang	Bata 25 cm + 2 mmPb	$3.775,19 \pm 104,93$	$0,04 \pm 0,01$	99,99
Kanan (Pintu)	2 mmPb	$112,85 \pm 12$	$0,02 \pm 0,01$	99,99
Depan	2 mmPb	$267,29 \pm 13,61$	$0,03 \pm 0,01$	99,98
Kiri	Bata 25 cm + 2 mmPb	$1.125,29 \pm 123,78$	$0,04 \pm 0,02$	99,99
Shielding	2 mmPb	$736,88 \pm 38,24$	$2,09 \pm 0,14$	99,72

5. Discussion

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh nilai laju dosis radiasi yang terukur di luar ruang panoramik dan di balik shielding berada di bawah Nilai Batas Dosis yang ditetapkan oleh Perka BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013. Hal ini menunjukkan bahwa sistem proteksi radiasi pada ruang panoramik Rumah Sakit X berfungsi secara efektif dalam menahan radiasi hambur dan meminimalkan potensi kebocoran radiasi ke lingkungan sekitar. Rendahnya laju dosis radiasi di area masyarakat umum mencerminkan efektivitas material pelindung yang digunakan. Penggunaan bata merah setebal 25 cm yang dikombinasikan dengan lapisan timbal setara 2 mm telah memenuhi persyaratan proteksi radiasi sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 24 Tahun 2020. Nilai efektivitas dinding dan shielding yang mencapai lebih dari 99% menunjukkan bahwa rancangan ruang panoramik telah sesuai dengan standar keselamatan radiasi yang berlaku.

Laju dosis yang relatif lebih tinggi pada area pekerja radiasi dibandingkan area masyarakat umum masih berada dalam batas aman. Kondisi ini dipengaruhi oleh kedekatan titik pengukuran dengan sumber radiasi serta karakteristik operasi pesawat panoramik yang menggunakan tabung sinar-X berputar selama proses eksposi. Selain itu, ketidakpastian pengukuran juga dipengaruhi oleh keterbatasan sensitivitas surveymeter dan variasi posisi sumber radiasi selama pengukuran berlangsung. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa ruang radiografi panoramik dengan desain dan material shielding yang sesuai standar mampu menekan paparan radiasi hingga berada di bawah batas yang diizinkan. Meskipun demikian, pengujian kebocoran radiasi secara berkala tetap diperlukan untuk memastikan efektivitas sistem proteksi radiasi tetap terjaga seiring dengan penggunaan fasilitas dan kemungkinan degradasi material pelindung.

6. Conclusions

Berdasarkan hasil penelitian pengukuran kebocoran radiasi pada ruang radiografi panoramik di Rumah Sakit X, dapat disimpulkan bahwa sistem proteksi radiasi pada ruangan tersebut telah memenuhi standar keselamatan yang berlaku. Seluruh nilai laju dosis radiasi yang terukur pada titik-titik di luar ruang panoramik dan di balik shielding berada di bawah Nilai Batas Dosis yang ditetapkan oleh Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013, yaitu 0,114 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ untuk masyarakat umum dan 2,28 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ untuk pekerja radiasi. Hal ini menunjukkan bahwa paparan radiasi di sekitar ruang panoramik masih berada dalam batas aman dan tidak menimbulkan risiko bagi masyarakat umum maupun pekerja radiasi. Selain itu, ukuran dan material dinding ruang panoramik telah sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 24 Tahun 2020 tentang pelayanan radiologi klinik. Efektivitas perisai radiasi pada setiap sisi ruangan yang mencapai lebih dari 99,7% menunjukkan bahwa rancangan dan material dinding serta shielding yang digunakan mampu menahan radiasi secara efektif. Dengan demikian, ruang radiografi panoramik di Rumah Sakit X dinyatakan layak dan aman untuk digunakan sesuai dengan ketentuan proteksi dan keselamatan radiasi.

References

- BAPETEN. (2013). Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir. Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia. Jakarta
- Dasril, D.N. *et al.* (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. *et al.* (2017). Evaluation of X-Ray Radiation levels in Radiology Departments of Two Educational Hospitals in Ahvaz, Iran. *Iranian Journal of Medical Physics*, 14: 87-91.
- Joseph, D.Z. *et al.* (2020). Assessment of Radiation Leakage from Diagnostic Rooms of Radiology Department of a Teaching Hospital in Kano, Northwestern Nigeria. *Journal of Nuclear Technology in Applied Science*, 8: 136-143.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2020). "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020 Tentang pelayanan Radiologi Klinik". <https://peraturan.bpk.go.id/Details/152568/permenkes-no-24-tahun-2020> (Diakses 11 Maret 2025)
- Souisa, F. *et al.* (n.d.). Pengaruh Perubahan Jarak Obyek ke Film Terhadap Pembesaran Obyek pada Pemanfaatan Pesawat Sinar-X, Type CGR. *Buletin Fisika*, 15(2): 15-21
- Tunggadewi, D.A. *et al.* (2021). Uji Paparan Radiasi Pada Ruangan Panoramik Dengan Menggunakan Surveymeter Di Instalasi Radiologi RSUD Kabupaten Tangerang. *Wahana Fisika*, 6(2): 83-89
- Za'im, M. *et al.* (2024). Studi kasus kesesuaian rancangan bangun ruang radiologi konvensional di instalasi radiologi RSUD Salatiga (2078-2083). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*.