

## Efektivitas Kacamata Pb pada Pemeriksaan Gigi Menggunakan Pesawat *Dental Panoramic* Berdasarkan Laju Dosis Radiasi

Latifah Aulia Rasyada<sup>1</sup>, Dian Milvita<sup>1,\*</sup>, Nunung Nuraeni<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>PRTKMMN BRIN, Pasar Jum'at, Lebak Bulus, Jakarta Selatan

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 22 Mei 2023

Direvisi: 09 Juli 2023

Diterima: 20 Agustus 2023

#### Kata kunci:

*Dental panoramic*

Faktor eksposi

Kacamata Pb

Proteksi radiasi

#### Keywords:

*Dental panoramic*

*Exposure factor*

*Pb glasses*

*Radiation protection.*

#### Penulis Korespondensi:

Dian Milvita

Email: [dianmilvita@sci.unand.ac.id](mailto:dianmilvita@sci.unand.ac.id)

### ABSTRAK

Mata merupakan salah satu organ sensitif yang dapat rusak jika terkena radiasi. Kacamata Pb merupakan salah satu alat proteksi radiasi. Penggunaan kacamata Pb dalam pemeriksaan rontgen gigi yang minim dapat menyebabkan katarak pada mata pasien, sehingga telah dilakukan penelitian tentang efektivitas kacamata Pb pada pemeriksaan gigi menggunakan pesawat *dental panoramic* berdasarkan laju dosis radiasi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui dosis radiasi yang diterima setelah dan sebelum melewati kacamata Pb, menentukan efektivitas kacamata Pb pada saat pemeriksaan rontgen gigi, dan mengevaluasi pengaruh penggunaan kacamata Pb terhadap hasil citra pasien. Pengambilan data dilakukan menggunakan tiga buah kacamata Pb pada penyinaran pesawat *dental panoramic*. Kacamata Pb di pasang kepada pasien dengan kategori kurus, normal dan kelebihan berat badan, hal ini dikarenakan pasien memiliki bentuk dan ukuran wajah yang berbeda. Penentuan nilai dosis radiasi dan efektivitas dilakukan dengan menempelkan TLD-100 pada bagian luar dan dalam lensa kacamata Pb. Pengaruh penggunaan kacamata Pb dievaluasi bersama dokter spesialis radiologi melalui wawancara. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu tidak ada dosis radiasi yang diterima mata setelah melewati kacamata Pb, efektivitas semua kacamata Pb bernilai 100%, dan penggunaan kacamata Pb tidak memengaruhi hasil citra rontgen gigi pada saat pemeriksaan menggunakan pesawat *dental panoramic*.

*The eyes is one of the sensitive organs that can be damaged if exposed to radiation. Pb glasses are one of the radiation protection tools. The use of Pb glasses in minimal dental X-ray examinations will cause cataracts in the patient's eyes, so research has been conducted on the effectiveness of Pb glasses in dental examinations using dental panoramic plane based on radiation dose rates. The study aims to determine the radiation dose received after and before passing through Pb glasses, determine the effectiveness of Pb glasses during dental X-ray examinations, and evaluate the effect of using Pb glasses on patient image results. Data were collected using three Pb glasses on a dental panoramic plane irradiation. Pb glasses are fitted to patients with thin, normal and overweight categories, this is because patients have different facial shapes and sizes. Determination of radiation dose value and effectiveness was done by attaching TLD-100 to the outside and inside of the Pb glasses lens. The effect of using Pb glasses was evaluated with a radiology specialist through interviews. The results obtained were that there was no radiation dose received by the eyes after passing through Pb glasses, the effectiveness of all Pb glasses was 100%, and the use of Pb glasses did not affect the results of dental X-ray images during examinations using dental panoramic plane.*

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Radiodiagnostik adalah penggunaan radiasi pengion melalui sinar-X untuk tujuan diagnostik. Salah satu sumber radiasi pengion dalam bidang diagnostik adalah sinar-X yang memiliki permeabilitas yang sangat tinggi sehingga dapat menembus material yang dilaluinya (Akhadi, 2000; Fadhila, 2011). Alat radiodiagnostik meliputi pesawat sinar-X, CT *Scan*, mamografi, fluoroskop, dan *dental* gigi. Pesawat *dental* terdiri dari empat jenis yaitu intraoral, *panoramic*, sefalometri dan *cone beam computed tomography* (CBCT). Pesawat *dental panoramic* merupakan suatu teknik foto yang digunakan untuk memberikan gambaran lengkap pada mandibula, maksila, dan struktur pendukung termasuk temporomandibular sendi (Rahman dkk., 2020).

Menurut BAPETEN (2020) setiap instalasi radiologi harus menerapkan keselamatan radiasi sebagai proteksi radiasi. Proteksi radiasi merupakan prosedur penting yang harus dilakukan sebelum penyinaran pada radiografi (Yani dkk., 2021). Dasar perlindungan radiasi dari prinsip *As Low As Reasonable Achievable* (ALARA) menyebutkan bahwa sekecil apapun dosis yang diberikan, efek yang ditimbulkan tetap ada (Bayu, 2019). Radiasi yang digunakan di radiologi bermanfaat untuk membantu menegakkan diagnosis, namun dapat menimbulkan bahaya bagi organ tubuh manusia (Dianasari & Koesyanto, 2017). Mata merupakan salah satu organ yang sensitif terhadap radiasi karena terdapat kumpulan-kumpulan sel yang aktif membelah diri dan dapat rusak jika terkena radiasi (Valentin, 2007). Bahaya radiasi eksternal dapat dikurangi dengan menerapkan proteksi radiasi yaitu penentuan besarnya radiasi yang digunakan, pengaturan jarak dari sumber radiasi, dan ada tidaknya pelindung radiasi. Pelindung radiasi untuk pemeriksaan gigi menggunakan pesawat *dental panoramic* terdiri dari kacamata Pb, pelindung tiroid, dan baju apron (Anggrainingsih dkk., 2021).

Penelitian tentang evaluasi kemampuan perisai radiasi kaca Pb (Tsuda dkk., 2010) diperoleh hasil yaitu kaca timbal yang mengandung material timbal yang tipis dan ringan dengan ekuivalen timbal yang tinggi memiliki pengaruh efek perlindungan yang memadai. Penelitian tentang analisis dosis paparan radiasi pada instalasi radiologi *dental panoramic* telah dilakukan oleh (Ancila & Hidayanto, 2016). Hasil penelitian menyatakan bahwa ruang tunggu memiliki nilai yang mendekati nilai batas dosis. Endo dkk. (2021) telah melakukan penelitian evaluasi kacamata pelindung (XR-700) sinar-X dalam mengurangi dosis mata untuk dokter radiologi intervensi. Hasil penelitian didapatkan kacamata pelindung (XR-700) dengan kandungan lensa Pb akrilik 0,07 mmPb memiliki kemampuan 61,4% dalam menahan radiasi. Goren dkk. (2013) telah melakukan penelitian tentang efektivitas kacamata Pb pada fantom menggunakan *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT). Nilai dosis radiasi yang diterima mata tanpa kacamata Pb dan pelindung tiroid lebih tinggi dibandingkan dengan nilai dosis yang diterima mata dengan menggunakan kacamata Pb dan pelindung tiroid.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian efektivitas kacamata Pb pada pemeriksaan gigi menggunakan pesawat *dental panoramic* dilakukan untuk mengetahui nilai dosis radiasi sebelum dan setelah melewati kacamata Pb dan efektivitas kacamata Pb. Selain itu berdasarkan survei lapangan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas, pemeriksaan rontgen gigi tidak menggunakan kacamata Pb. Menurut radiografer penggunaan kacamata Pb pada saat pemeriksaan rontgen gigi mengganggu hasil citra pasien. Hal ini menjadi menarik oleh peneliti untuk melakukan evaluasi pengaruh penggunaan kacamata Pb terhadap hasil citra rontgen gigi pasien karena di satu sisi pemakaian kacamata Pb saat pemeriksaan rontgen gigi dapat mengurangi dosis radiasi yang diterima organ mata dan di sisi yang lain penggunaan kacamata Pb tidak diterapkan oleh radiografer karena dapat mengganggu hasil citra rontgen gigi pasien.

## II. METODE

Penelitian menggunakan tiga kacamata Pb pada sembilan orang pasien dewasa. Pemeriksaan rontgen gigi dilakukan menggunakan pesawat *dental panoramic*. Pemilihan kategori faktor eksposi berdasarkan indeks massa tubuh pasien. Kategori faktor eksposi yang digunakan dalam pemeriksaan rontgen gigi menggunakan pesawat *dental panoramic* terdiri dari kurus, normal, dan kelebihan berat badan.

Penentuan nilai dosis radiasi dan efektivitas dilakukan menggunakan TLD-100 yang ditempelkan pada bagian luar dan dalam lensa kacamata Pb. Kacamata Pb yang diberikan kepada pasien dibedakan berdasarkan panjang lensa kacamata Pb. Kacamata Pb nomor 1 memiliki panjang lensa 4,8 cm,

kacamata Pb nomor 2 memiliki panjang lensa 5 cm, dan kacamata Pb no 3 memiliki panjang lensa 6,6 cm. Pemberian kacamata Pb kepada pasien digolongkan berdasarkan panjang wajah pasien. Posisi TLD-100 pada lensa bagian luar dan dalam kacamata Pb dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Posisi TLD-100 Pada Lensa Kacamata Pb

Setelah pengukuran dosis radiasi menggunakan TLD-100, dilakukan proses pembacaan TLD-100 di PRTKMMN BRIN menggunakan TLD reader (Harshaw 3500) sebanyak dua kali pada setiap chip TLD-100. Bacaan pertama merupakan intensitas  $TL_{Total}$  (nC) dan bacaan kedua merupakan intensitas  $TL_{Latar}$  (nC). Nilai  $TL_{Bersih}$  dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$TL_{Bersih} = TL_{Total} - TL_{Latar} \quad (1)$$

Pada TLD-100, hasil bacaan yang diperoleh dalam satuan nC dikalikan dengan faktor kalibrasi ( $F_k$ ) dengan satuan mGy/nC dari TLD-100 tersebut sehingga diperoleh hasil dalam satuan mGy. Nilai dosis radiasi dapat dihitung menggunakan Persamaan (2).

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

$F_{KE}$  merupakan nilai dari faktor koreksi energi.  $D$  adalah nilai dosis radiasi (mGy). Nilai laju dosis radiasi ( $\dot{D}$ ) dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (3) (Balber, 1949).

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

Nilai efektivitas kacamata Pb yang digunakan pada pemeriksaan rontgen gigi menggunakan pesawat *dental panoramic* dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (4) (Balber, 1949).

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

$\dot{D}_0$  dan  $\dot{D}$  merupakan laju dosis radiasi sebelum dan setelah melewati kacamata Pb (mSv/jam).  $t$  adalah waktu (s). Nilai faktor bobot radiasi sinar-X adalah 1, sehingga pada penelitian ini nilai mGy = mSv. Evaluasi pengaruh penggunaan kacamata Pb terhadap hasil citra rontgen gigi pasien dilaksanakan melalui wawancara bersama dokter spesialis radiologi. Wawancara dilaksanakan dengan memperlihatkan hasil rontgen pasien kepada spesialis radiologi.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Nilai Dosis Radiasi yang Diterima Mata Sebelum dan Sesudah Melewati Kacamata Pb

Hasil bacaan TLD-reader untuk kacamata Pb nomor 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada Tabel 1, 2, dan 3.  $R_0$  adalah nilai bacaan TLD-reader (nC) pada TLD-100 yang berada di bagian luar lensa

kacamata Pb dan  $R$  merupakan nilai bacaan TLD-reader (nC) pada TLD-100 yang berada di bagian dalam lensa kacamata Pb. Nilai bacaan TLD-reader setelah melewati kacamata Pb nomor 1, 2, dan 3 bernilai minus. Nilai minus diperoleh dari nilai bacaan TL latar yang lebih tinggi dari nilai bacaan TL total. Nilai bacaan TL latar yang tinggi ini diakibatkan karena tidak ada pintu pembatas antara ruang operator dengan ruang penyinaran, sehingga paparan radiasi berhasil masuk ke ruang operator. Penelitian terkait penggunaan perisai radiasi di ruangan *dental panoramic* telah dilakukan oleh (Ancila & Hidayanto, 2016) akibat tidak efektifnya perisai radiasi berupa pintu ruangan dan kaca timbal dalam menyerap radiasi menyebabkan paparan radiasi berhasil masuk ke ruang tunggu sehingga diperoleh nilai TL latar yang tinggi.

**Tabel 1** Hasil Bacaan TLD-Reader pada Kacamata Pb Nomor 1

No	Inisial Pasien	Kategori Pasien	Tegangan (kV)	Arus (mA)	Waktu (s)	Hasil Bacaan Nilai Muatan TLD-Reader (nC)			
						Kacamata Kiri		Kacamata Kanan	
						$R_0$	$R$	$R_0$	$R$
1	AD	Kurus	72	8	10,2	0,1981	-0,1240	0,1367	-0,0971
2	MO	Normal	73	10	10,8	0,2981	-0,1045	0,0443	-0,3621
3	HF	Kelebihan Berat Badan	76	10	11,5	0,1285	-0,0191	0,5612	-0,4345

**Tabel 2** Hasil Bacaan TLD-Reader pada Kacamata Pb Nomor 2

No	Inisial Pasien	Kategori Pasien	Tegangan (kV)	Arus (mA)	Waktu (s)	Hasil Bacaan Nilai Muatan TLD-Reader (nC)			
						Kacamata Kiri		Kacamata Kanan	
						$R_0$	$R$	$R_0$	$R$
1	DH	Kurus	72	8	10,2	0,1835	-0,1736	0,2955	-0,6077
2	WR	Normal	73	10	10,8	0,0219	-0,2890	0,3213	-0,0754
3	FI	Kelebihan Berat Badan	76	10	11,5	0,3778	-0,2150	0,0670	-0,0955

**Tabel 3** Hasil Bacaan TLD-Reader pada Kacamata Pb Nomor 3

No	Inisial Pasien	Kategori Pasien	Tegangan (kV)	Arus (mA)	Waktu (s)	Hasil Bacaan Nilai Muatan TLD-Reader (nC)			
						Kacamata Kiri		Kacamata Kanan	
						$R_0$	$R$	$R_0$	$R$
1	FM	Kurus	72	8	10,2	0,0108	-0,5633	0,0034	-0,1391
2	EM	Normal	73	10	10,8	0,4243	-0,4790	0,3197	-0,4427
3	NAP	Kelebihan Berat Badan	76	10	11,5	0,1962	-0,6643	0,1383	-0,0013

Tegangan yang diatur pada pesawat *dental panoramic* dalam penelitian ini sebesar 72 kV, 73 kV, dan 76 kV. Pemberian variasi tegangan pada penelitian ini tidak memengaruhi nilai dosis radiasi, akan tetapi memengaruhi kualitas citra sinar-X, sedangkan kuat arus dan waktu memengaruhi kuantitas sinar-X atau banyaknya sinar-X yang dikeluarkan (Akhadi, 2000). Hal ini dikarenakan pemilihan tegangan, arus, dan waktu sudah diatur pada pesawat *dental panoramic*, sehingga tegangan yang

diberikan oleh radiografer untuk setiap kategori faktor eksposi kurus, normal dan kelebihan berat badan tidak jauh berbeda.

### 3.2 Persentase Efektivitas Kacamata Pb

Dapat dilihat pada Tabel 4, 5, dan 6. Persentase efektivitas untuk kacamata Pb nomor 1, 2, dan 3 menunjukkan bahwa kacamata Pb dengan ketebalan 0,5 mmPb sudah mampu dan baik dalam penyerapan radiasi serta mengurangi dosis radiasi yang diterima mata dengan besar tegangan maksimum yang diberikan sebesar 76 kV. Nilai persentase efektivitas pada bagian kiri dan kanan kacamata Pb nomor 1, 2, dan 3 bernilai 100%. Kacamata Pb yang digunakan pada penelitian memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengurangi intensitas radiasi. Besarnya persentase efektivitas kacamata Pb juga dipengaruhi oleh kandungan material dan ketebalan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Endo dkk., 2021; Tsuda dkk., 2010) yaitu kandungan material Pb yang tipis dan ringan dengan ekuivalen timbal yang tinggi memiliki efek perlindungan yang memadai. Kemampuan perisai radiasi dalam menekan radiasi lolos juga dipengaruhi oleh ketebalan Pb yang digunakan dan penerapan penggunaannya dalam bidang radiologi ataupun radioterapi.

**Tabel 4** Efektivitas Kacamata Pb Nomor 1

No	Inisial Pasien	Laju Dosis Radiasi ( $\mu\text{Sv/jam}$ )					
		Kacamata Kiri			Kacamata Kanan		
		$\dot{D}_0$	$\dot{D}$	Efektivitas (%)	$\dot{D}_0$	$\dot{D}$	Efektivitas (%)
1	AD	1,803	0	100	1,244	0	100
2	MO	2,567	0	100	0,382	0	100
3	HF	1,046	0	100	4,567	0	100

**Tabel 5** Efektivitas Kacamata Pb Nomor 2

No	Inisial Pasien	Laju Dosis Radiasi ( $\mu\text{Sv/jam}$ )					
		Kacamata Kiri			Kacamata Kanan		
		$\dot{D}_0$	$\dot{D}$	Efektivitas (%)	$\dot{D}_0$	$\dot{D}$	Efektivitas (%)
1	DH	1,670	0	100	2,689	0	100
2	WR	0,189	0	100	2,768	0	100
3	FI	3,075	0	100	0,545	0	100

**Tabel 6** Efektivitas Kacamata Pb Nomor 3

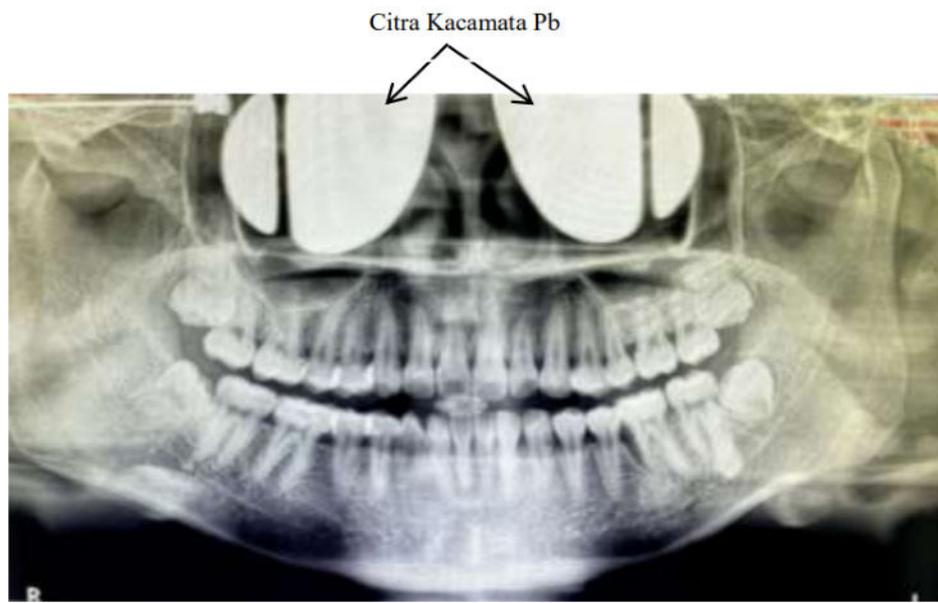
No	Inisial Pasien	Laju Dosis Radiasi ( $\mu\text{Sv/jam}$ )					
		Kacamata Kiri			Kacamata Kanan		
		$\dot{D}_0$	$\dot{D}$	Efektivitas (%)	$\dot{D}_0$	$\dot{D}$	Efektivitas (%)
1	FM	0,098	0	100	0,030	0	100
2	EM	3,655	0	100	2,754	0	100
3	NAP	1,597	0	100	1,126	0	100

Nilai laju dosis radiasi yang diperoleh menggunakan Persamaan (3) dapat dilihat pada Tabel 4, 5, dan 6. Nilai laju dosis radiasi setelah melewati kacamata Pb di peroleh 0 mSv hal ini dikarenakan nilai dosis radiasi yang sampai ke organ mata setelah melewati kacamata Pb bernilai 0 mGy. Nilai dosis radiasi setelah melewati kacamata Pb diperoleh 0 mGy akibat Nilai TL latar yang tinggi menyebabkan dosis radiasi setelah melewati kacamata Pb secara matematis diperoleh dalam perhitungan adalah minus. Secara fisis berarti tidak ada dosis radiasi yang diterima setelah melewati kacamata Pb atau dapat dikatakan dosis radiasi setelah melewati kacamata Pb bernilai nol mGy. Nilai 0 mGy yang diperoleh pada penelitian ini juga diakibatkan karena nilai sebenarnya yang diperoleh tidak sesuai dengan

sensitivitas detektor yang digunakan. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Goren dkk. (2013) bahwa dosis radiasi setelah melewati kacamata Pb lebih kecil dari dosis radiasi sebelum melewati kacamata Pb. Berdasarkan nilai laju dosis radiasi yang diperoleh dapat digunakan Persamaan (4) untuk memperoleh nilai persentase efektivitas kacamata Pb.

### 3.3 Evaluasi Pengaruh Penggunaan Kacamata Pb Terhadap Hasil Citra Pasien

Pengaruh penggunaan kacamata Pb terhadap hasil citra rontgen gigi dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Hasil citra pasien rontgen gigi saat menggunakan kacamata Pb

Hasil citra kacamata Pb tidak menutupi bagian maksila hingga mandibula pasien. Penggunaan kacamata Pb tidak memengaruhi hasil citra pasien pada pemeriksaan rontgen gigi dengan pesawat *dental panoramic*, hal ini terungkap dalam hasil wawancara bersama dokter spesialis radiologi yang menyatakan bahwa penggunaan kacamata Pb dalam pemeriksaan tidak mengganggu hasil citra rontgen gigi karena hasil citra yang dibaca oleh dokter lebih fokus pada bagian-bagian gigi dan struktur dari gigi. Prinsip dasar proteksi radiasi yang dapat diterapkan pada pemeriksaan rontgen gigi menggunakan pesawat *dental panoramic* yaitu optimasi. Optimasi merupakan upaya agar paparan radiasi yang diterima pekerja radiasi, pasien, dan anggota masyarakat serendah mungkin (BAPETEN, 2020). Salah satu penerapan asas optimalisasi dalam pemeriksaan rontgen gigi adalah penggunaan kacamata Pb. Penggunaan kacamata Pb dapat menguntungkan pasien karena mengurangi dosis radiasi yang diterima mata. Hal ini sesuai dengan (Hiswara, 2023) yang menyatakan bahwa pemberian proteksi radiasi kepada pasien, pekerja radiasi, dan masyarakat di sekitar ruang pesawat sinar-X adalah tanggung jawab radiografer dan operator pesawat sinar-X kedokteran gigi.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang efektivitas kacamata Pb sebagai proteksi radiasi bagi pasien rontgen gigi menggunakan pesawat *dental panoramic*, dapat disimpulkan bahwa tidak ada dosis radiasi yang diterima mata setelah melewati kacamata. Semua kacamata Pb yang digunakan pada pemeriksaan pesawat *dental panoramic* memiliki persentase efektivitas sebesar 100%. Penggunaan kacamata Pb tidak memengaruhi hasil citra rontgen gigi pada saat pemeriksaan menggunakan pesawat *dental panoramic*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas Padang dan kepada PRTKMMN BRIN yang telah menyediakan sarana dan prasarana sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik, dan terima kasih untuk semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, M. (2000). *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*, Jakarta, Penerbit PT. *Rineka Cipta*.
- Ancila, C., & Hidayanto, E. (2016). Analisis dosis paparan radiasi pada instalasi radiologi dental panoramik. *Youngster Physics Journal*, 5(4), 441–450.
- Anggrainingsih, F. F., Liscyaningsih, I. A. N., Rad, S. T., Utami, A. P., & KM, S. (2021). *Proteksi Radiasi Bagi Radiografer Dan Pasien Pada Pemeriksaan Panoramik*. Universitas' Aisyiyah Yogyakarta.
- BALBER, D. (1949). Health physics. In *Nucleonics* (Vol. 4, Nomor 5). <https://doi.org/10.2307/3976071>
- BAPETEN. (2020). Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2020 Tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional. *Nomor 4 TAHUN 2020 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional*, Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar. <https://jdih.bapeten.go.id/id/dokumen/peraturan/peraturan-kepala-badan-pengawas-tenaga-nuklir-nomor-8-tahun-2011-tentang-keselamatan-radiasi-dalam-penggunaan-pesawat-sinar-x-radiologi-diagnostik-dan-intervensional>
- Bayu, I. S. (2019). *Radiografi Bidang Kedokteran Gigi*. Phoniex Publisher.
- Dianasari, T., & Koesyanto, H. (2017). Penerapan manajemen keselamatan radiasi di instalasi radiologi rumah sakit. *Unnes Journal of Public Health*, 6(3), 174–183.
- Endo, M., Haga, Y., Sota, M., Tanaka, A., Otomo, K., Murabayashi, Y., Abe, M., Kaga, Y., Inaba, Y., & Suzuki, M. (2021). Evaluation of novel X-ray protective eyewear in reducing the eye dose to interventional radiology physicians. *Journal of radiation research*, 62(3), 414–419.
- Fadhila, S. N. (2011). *Proteksi radiasi di instalasi radiodiagnostik RSUD Dr. Moewardi Surakarta*.
- Goren, A. D., Prins, R. D., Dauer, L. T., Quinn, B., Al-Najjar, A., Faber, R. D., Patchell, G., Branets, I., & Colosi, D. C. (2013). Effect of leaded glasses and thyroid shielding on cone beam CT radiation dose in an adult female phantom. *Dentomaxillofacial Radiology*, 42(6), 20120260.
- Hiswara, E. (2023). *Buku Pintar Proteksi dan Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit*.
- Rahman, F. U. A., Nurrachman, A. S., Astuti, E. R., Epsilawati, L., & Azhari, A. (2020). Paradigma baru konsep proteksi radiasi dalam pemeriksaan radiologi kedokteran gigi: dari ALARA menjadi ALADAIP. *Jurnal Radiologi Dentomaksilofasial Indonesia (JRDI)*, 4(2), 27–34.
- Tsuda, K., Fukushi, M., Myojoyama, A., Hassan, N., Kitamura, H., Inoue, K., Nakaya, G., Kimura, J., Sawaguchi, M., & Kinase, S. (2010). *The evaluation of the radiation shielding ability of lead glass*.
- Valentin, J. (2007). *The 2007 recommendations of the international commission on radiological protection* (Vol. 37, Nomor 2–4). Elsevier Oxford.
- Yani, I., Pratiwi, A. D., & Yunawati, I. (2021). Studi Deskriptif Proteksi Radiasi dan Penerapannya di Instalasi Radiologi Rumah Sakit. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 5(3).