

Implementasi Penggunaan Alat Pelindung Diri Terhadap Sinar-X Sesuai Standar Operasional Prosedur Instalasi Radiologi

Herlinda Mahdania Harun, Rati Dwi Novita, Zulkifli Tri Darmawan, Zulkifli Arman,
Indah Musdalifah, Sitti Normawati

Radiologi, Politeknik Muhammadiyah Makassar, Indonesia

Email: herlindamahdania@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Received; 29-09-2024

Revised; 09-01-2025

Accepted; 09-01-2025

Keyword:

Standard Operating
Procedure, Personal
Protective Equipment,
Radiographer, X-Ray

Abstract. *The use of X-rays as a tool that is utilized can cause health problems for radiation workers and the community. Various impacts can occur if the body is exposed to radiation continuously on workers, it can cause illness and even death. The need for Implementation of the use of Personal Protective Equipment (PPE) for X-rays must be adjusted to the Standard Operating Procedure (SOP) in the Hospital Radiology Installation because it has a very important role in preventing the risk of work accidents and radiation hazards that affect radiographers and patients during radiological examinations. This study aims to determine the implementation of the use of personal protective equipment for X-rays according to the Standard Operating Procedure (SOP) of the Radiology Installation of Ibnu Sina Hospital YW-UMI. This study uses quantitative research with data collection methods carried out, namely direct observation and interviews using questionnaires given to 8 Radiographers. The sampling technique used is total sampling to all Radiographers at Ibnu Sina Hospital YW-UMI. The results of the study showed that only aprons were used by radiology workers while working, then thyroid protectors, gonad protectors, PB glasses, gloves, and TLDs were not used. This shows that the use of Personal Protective Equipment (PPE) against X-rays is not optimal according to the Standard Operating Procedure at Ibnu Sina Hospital YW-UMI. This can increase the risk of radiation exposure for radiographers. Monitoring of radiographers in using Personal Protective Equipment when using X-ray equipment is needed.*

Abstrak. *Penggunaan Sinar-X sebagai alat yang dimanfaatkan dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi pekerja radiasi maupun masyarakat. Berbagai dampak dapat terjadi jika tubuh terpapar radiasi secara terus menerus mengenai pekerja maka dapat menimbulkan penyakit bahkan kematian. Perlunya Implementasi penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) terhadap Sinar-X harus disesuaikan dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) di Instalasi Radiologi Rumah Sakit karena memiliki peran yang sangat penting untuk mencegah resiko kecelakaan kerja dan bahaya akibat radiasi yang berdampak kepada radiografer maupun pasien pada saat pemeriksaan radiologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui implementasi penggunaan alat pelindung diri terhadap Sinar-X sesuai Standar Operasional*

Prosedur (SOP) Instalasi radiologi Rumah Sakit Ibnu Sina YW-UMI. Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif dengan metode pengumpulan data yang dilakukan yaitu observasi dan wawancara langsung menggunakan kuesioner yang diberikan kepada 8 Radiografer. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah total sampling kepada seluruh Radiografer di Rumah Sakit Ibnu Sina YW-UMI. Hasil penelitian diperoleh bahwa hanya apron yang digunakan pekerja radiologi saat bekerja, kemudian pelindung tiroid, pelindung gonad, kacamata PB, sarung tangan, dan TLD tidak digunakan. Hal ini menunjukkan belum optimalnya dalam penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) terhadap Sinar-X sesuai dengan Standar Operasional Prosedur di Rumah Sakit Ibnu Sina YW-UMI. Hal tersebut dapat meningkatkan resiko paparan radiasi petugas radiografer. Diperlukan monitoring terhadap radiografer dalam menggunakan Alat Pelindung Diri saat menggunakan peralatan Sinar-X.

Kata Kunci:

SOP, Alat Pelindung Diri, Radiografer, Sinar-X

Corresponden author:

Email: herlindamahdania@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja petugas kesehatan sangat penting dalam memproteksi pekerja dari bahaya akibat kecelakaan kerja. Penerapan K3 dapat mencegah, mengurangi bahkan meniadakan risiko kecelakaan kerja. Hingga karena itu petugas rumah sakit dituntut mampu untuk melayani pasien dengan profesional dan bertanggung jawab di bidang pelayanan kesehatan serta keselamatan pasien. Instalasi Radiologi merupakan penunjang awal dalam mendeteksi dini penyakit salah satunya menggunakan peralatan sinar-X. Selain bermanfaat Sinar-X dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi pekerja radiasi maupun masyarakat sekitar termasuk pasien (Utami, 2019) .

Keselamatan pasien merupakan suatu sistem dapat membuat pasien lebih nyaman meliputi asesmen risiko, sebuah identifikasi serta pengolahan hal yang berkaitan dengan kebutuhan pasien, pelaporan serta analisis insiden, dan keahlian belajar dari suatu insiden dan tindak lanjutnya serta implementasi solusi untuk meminimalkan timbulnya bahaya dan mencegah terjadinya cedera yang disebabkan sebuah kesalahan akibat melakukan suatu tindakan atau tidak mengambil tindakan yang seharusnya tidak perlu untuk diambil (Permenkes, 2017).

Radiologi merupakan suatu ilmu medis yang mempelajari tentang hubungan dengan ilmu yang menggunakan radiasi untuk diagnosa dan asas terapi yang menggunakan acuan di bidang radiologi, tercatat dalam teknik pencitraan dan menggunakan sinar-X dan zat radioaktif (Bapeten, 2011). Radiasi

adalah gelombang elektromagnetik dan partikel yang dapat mengionisasi sumber yang dilaluinya (Bapeten, 2011). Radiasi merupakan sebuah sorotan energi dalam bentuk gelombang atau partikel yang dipancarkan oleh sumber radiasi atau zat radioaktif (Batan, 2012)

Sebuah paparan radiasi kesehatan dapat terjadi pada bermacam berbagai kegiatan manusia antara lain aktivitas saat pemakaian bahan zat radioaktif di medis, riset, pertanian, maupun industri. kendala kesehatan bisa terjadi akibat paparan radiasi dosis rendah. Paparan radiasi yang terjalin sebab terdapatnya suatu jarak antara sumber terhadap orang yang terpapar yaitu suatu paparan radiasi eksternal. Sedangkan paparan radiasi internal terjalin apabila tidak terdapatnya jarak dari sumber radiasi dengan orang yang terpapar, maka disebut sebagai kontaminasi. Perbandingan dari kedua tipe paparan harus dipertimbangkan dengan dampak yang telah diterima pada badan dari pola radiasi yang berbeda (Utami, 2010).

Tingkat kerusakan akibat paparan radiasi pada kesehatan badan ditetapkan oleh tipe ataupun mutu radiasi. Mutu radiasi ditentukan oleh daya tembus serta tingkatan ionisasi yang berbeda pada materi biologi. Kisaran lintasan partikel alfa sebanyak (4-7 MeV) di udara sekitar 1-10 cm dengan massa yang besar serta bermuatan positif, sehingga hanya dapat menembus susunan sel kulit sehat. (Mustofa, Ahmad Andriza, Nur Hadziqoh, 2024). Partikel beta (0-7 MeV) bisa menembus susunan kulit lebih dalam serta jaringan kutaneus karena mempunyai kemampuan melintas di udara sampai 10 m dan pada jaringan hingga 2 cm. Sedangkan lintasan udara mencapai 100 m dan pada jaringan tubuh sampai 30 cm dimiliki oleh sinar X (0 – 10 MeV) dan sinar y (0-5 MeV).

Standar Operasional Prosedur adalah sebuah prosedur yang dilakukan dan berisi tentang uraian kegiatan yang harus dilakukan dan peringatan yang harus diperhatikan. baik secara langsung maupun tidak langsung (Fairusiyyah et al., 2016). Suatu usaha agar mengurangi atau meminimalkan sekecil mungkin pajanan radiasi yang diterima. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui gambaran implementasi penggunaan Alat Pelindung Diri terhadap Sinar-X sesuai dengan Standar Operasional Prosedur di Instalasi Radiologi Rumah Sakit IBNU SINA YW-UMI Makassar.

BAHAN DAN METODE

Metode penelitian yang dilakukan bersifat kuantitatif yaitu menggambarkan penggunaan Alat Pelindung Diri terhadap sinar-X sesuai dengan Standar Operasional Prosedur Instalasi Radiologi RS IBNU SINA YW-UMI Makassar. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semua petugas Radiologi yang ada di Instalasi Radiologi RS IBNU SINA YW-UMI Makassar. Sampel dalam penelitian yaitu 8 petugas radiologi yang ada di Instalasi Radiologi RS IBNU SINA YW-UMI Makassar. Adapun pengumpulan data diperoleh dari data primer yaitu : a) Observasi dengan melakukan sebuah pengamatan secara langsung terhadap objek yang hendak dijadikan bahan penelitian. b) Wawancara menggunakan kuesioner dilakukan terhadap pihak responden dengan metode diskusi atau tanya jawab kepada Radiografer yang berada di Rumah sakit IBNU SINA YW-UMI Makassar. Selanjutnya sumber data sekunder diperoleh dari studi kepustakaan, data-data yang di miliki RS IBNU SINA YW UMI

Makassar. Instrumen dalam penelitian ini adalah bahan dan alat yang digunakan berupa lembar kuesioner untuk mencatat hasil penelitian dan kamera untuk mengambil gambar untuk lampiran dokumentasi dan teknik pengolahan dan analisa data yang diperoleh diolah menggunakan tabel dan selanjutnya di analisa secara deskriptif.

HASIL

Berdasarkan hasil pengamatan Alat Pelindung Diri (APD) yang tersedia di Instalasi Radiologi RS IBNU SINA YW-UMI adalah hanya Apron, sementara pelindung tiroid, pelindung Gonad, Kacamata Pb, dan Sarung Tangan tidak tersedia di RS IBNU SINA YW-UMI Makassar. Di Instalasi Radiologi juga tersedia TLD (Thermoluminisence Dosimeter).

Tabel 1. Fasilitas Alat Pelindung Diri (APD) yang terdapat di Instalasi Radiologi RS IBNU SINA YW-UMI

No	Alat Pelindung Diri (APD)	Ya	Tidak
1.	Tersedia Apron dalam kondisi baik	√	
2.	Tersedia Pelindung Tirod pada kondisi yang baik		√
3.	Tersedia Pelindung Gonad dalam kondisi baik		√
4.	Tersedia kacamata Pb dalam kondisi baik		√
5.	Tersedia Sarung Tangan dalam kondisi baik		√
6.	Tersedia TLD (<i>Thermolumini Sence Dosemeter</i>) dalam kondisi baik	√	

Dari hasil penelitian menggunakan lembar kuesioner dan wawancara, maka diperoleh gambaran tentang implementasi penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Radiografer Di Instalasi Radiologi RS IBNU SINAYW-UMI Makassar dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Kriteria Penggunaan Alat pelindung Diri Radiografer di Instalasi Radiologi RS IBNU SINA YW-UMI Makassar

No	Kriteria Penggunaan APD	Ya	Tidak
1	Menggunakan Apron Pb pada saat menjalankan tugas	√	
2	Menggunakan Sarung Tangan Pb pada saat menjalankan Tugas		√
3	Menggunakan Kacamata Pb pada saat menjalankan tugas		√
4	Menggunakan Pelindung Tiroid pada saat menjalankan tugas		√
5	Menggunakan pelindung gonad Pb pada saat menjalankan tugas		√
6	Menggunakan TLD pada saat menjalankan tugas		√



Gambar 1 Spesifikasi Apron RS IBNU SINA YW-UMI (2021)

Keterangan gambar 1. Spesifikasi Apron

Product : X-Ray Apron
 Size : 1 mm
 Content of lead : 0,35 mmpb
 X-ray Tube vontage : 100 KV
 Made : Made in China

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Berdasarkan Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Saat Menjalankan Tugas Bagi Radiografer Di RS IBNU SINA YW UMI Makassar

Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Radiografer	Frekuensi	Persentase (%)
1. Penggunaan Apron		
Ya	6	75
Tidak	2	50
Total	8	100
2. Penggunaan sarung tangan Pb		
Ya	0	0
Tidak	8	100
Total	8	100
3. Penggunaan Kacamata Pb		
Ya	0	0
Tidak	8	100
Total	8	100
4. Penggunaan Pelindung Thyroid		
Ya	0	0
Tidak	8	100
Total	8	100
5. Penggunaan Pelindung Gonad		
Ya	0	0
Tidak	8	100
Total	8	100
6. Penggunaan TLD		
Ya	0	0
Tidak	8	100
Total	8	100

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa penggunaan alat pelindung diri (APD) saat menjalankan tugas radiografer RS IBNU SINA YW UMI Makassar yaitu hanya sebanyak 6 radiografer (75%) menggunakan apron dan 2 radiografer (50%) tidak menggunakan apron. Dan semua radiografer tidak menggunakan sarung tangan Pb, kacamata Pb, Pelindung Tyroid, Pelindung Gonad, dan TLD.

Tabel 4. Gambaran kadar kolesterol berdasarkan lama penggunaan

Yang Memakai APD	Frekuensi	Presentase (%)
Ya	6	12,5
Tidak	42	87,5
Total	48	100

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan dengan wawancara dan lembar kuesioner di Instalasi Radiologi RS IBNU SINA YW-UMI Makassar, menunjukkan bahwa yang memakai Alat Pelindung Diri (APD) saat menjalankan tugas sebanyak 12,5% sedangkan yang tidak memakai Alat Pelindung Diri (APD) sebanyak 87,5% maka petugas Radiologi yang berada di RS tersebut rata-rata tidak menggunakan Alat Pelindung Diri saat bekerja. Hal ini tidak sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang ada di Instalasi Radiologi RS IBNU SINA YW-UMI. Alat Pelindung Diri yang digunakan hanya Apron.

Sumber Daya Manusia di Instalasi Radiologi RS IBNU SINA YW-UMI 2021 berjumlah 12 orang yang terdiri dari 3 Dokter spesialis Radiologi, 8 orang Radiografer, 1 orang Administrasi. Dari hasil penelitian dapat diketahui petugas Radiologi yang berumur sekitar 25 tahun ke atas dengan jenis kelamin laki-laki dan perempuan, latar belakang pendidikan radiografer ialah D3 Radiologi.

PEMBAHASAN

Alat Pelindung Diri sebagai Alat yang berfungsi untuk melindungi sebagian atau seluruh tubuh dari bahaya Radiasi. Adapun Alat Pelindung Diri (APD) yang dimaksud beserta fungsinya sebagai berikut: (a) Apron, berfungsi sebagai baju pelindung seluruh tubuh dari bahu sampai kaki yang dilapisi Pb untuk mengurangi dosis yang diterima oleh pekerja radiasi, pasien atau keluarga pasien yang menemani pasien dalam pemeriksaan. (b) Pelindung Tyroid, berfungsi sebagai pelindung leher yang dilapisi Pb untuk mengurangi dosis yang diterima pekerja Radiasi. (c) Pelindung Gonad, berfungsi sebagai alat pelindung bagian kelamin dari bahaya radiasi. (d) Kacamata Pb, berfungsi sebagai alat pelindung untuk melindungi mata dari paparan radiasi. (e) Sarung tangan Pb, Sarung tangan Pb berfungsi sebagai pelindung tangan sampai jari-jari dari paparan radiasi. Adapun Alat pengukur Dosis yang digunakan oleh petugas di Instalasi Radiologi RS IBNU SINA YW-UMI Makassar yaitu TLD (Thermoluminisence Dosimeter). TLD adalah alat pengukur dosis radiasi yang mempunyai respons terhadap radiasi yang sebanding dengan jumlah pasang ion yang dihasilkan selama perjalanannya pada elemen pendeteksi.

Standar Operasional Prosedur pada Instalasi Radiologi RS IBNU SINA YW-UMI, Alat Pelindung Diri yaitu suatu perlengkapan yang bisa dipakai buat melindungi diri ataupun tubuh terhadap bahaya-bahaya kecelakaan kerja, terdiri dari: 1. Apron timbal, 2. Penutup kepala, 3. Sepatu Boot. Menurut (Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013 Tentang Dosis Radiasi Yang Diperkirakan) adalah: (a) Dosis Efisien rata-rata sebesar 20 mSv (20 miliseivert) per tahun dalam periode 5 tahun sehingga dosis yang di akumulasi dalam 5 tahun tidak boleh melebihi 100 mSv. (b) Dosis Efektif sebesar 50 msV dalam 1 tahun tertentu. (c) Dosis ekivalen untuk kulit sebesar 500 mSv/tahun. (d) Dosis ekivalen untuk lensa mata rata-rata 20 mSv/ tahun. (e) Dosis ekivalen untuk tangan dan kaki sebesar 500 mSv/tahun

Menurut BATAN, hubungan radiasi pengion pada badan manusia akan menyebabkan terbentuknya efek kesehatan. Ialah dengan kejadian terbentuknya pada tingkatan molekuler serta tumbuh menjadi indikasi klinik, sifat dan keparahan gejala, juga pada waktu kemunculannya, sangat tergantung pada jumlah dosis radiasi yang diserap serta laju penerimanya (Maleachi, R., & Tjakraatmadja, 2018).

Ketika petugas Radiologi tidak memakai Alat Pelindung Diri saat bertugas maka akan menerima banyak radiasi dan mengakibatkan terjadinya efek kesehatan. Efek kesehatan, yang dimulai dengan peristiwa yang terjadi pada tingkat molekuler, akan berkembang menjadi gejala klinis. Efek pada tubuh saat terkena Radiasi sebagai berikut (Sari, 2016), (Pratiwi, A. D., & Yunawati, 2021):

(1) Efek Deterministik terjadi akibat terdapatnya kematian sel. Terjadi jika dosis radiasi yang diserap badan telah melebihi nilai dosis ambang untuk terjadinya efek ini. Dapat terjadi pula pada orang yang terpajan dalam waktu yang tidak lama setelah pajanan terbentuk, dan tingkatan keparahannya akan bertambah bila dosis yang diterimanya pula kian besar. Berikut beberapa organ yang dapat mengalami efek Deterministik: (a) Kulit, Efek pada kulit bermacam-macam dengan besar dosis. Seperti kemerahan rentang dosis (Gy) 2-3 dalam waktu 6-24 jam, Kerontokan dan pengelupasan kulit rentang dosis (Gy) 3-8 dalam waktu 3-6 minggu, pelepasan dan bernanah rentang dosis (Gy) 12-20 dalam waktu 4-6 minggu, dan Kematian jaringan rentang dosis (Gy) >20 dalam waktu 10 minggu. (b) Mata, Lensa mata bagian mata yang sangat sensitif terhadap radiasi. Terbentuknya kekaburan ataupun menghilangnya sifat transparansi lensa mata sehabis terjadi pajanan radiasi rendah sekitar 0,5 Gy, bersifat kumulatif dan dapat berkembang hingga menjadi kebutaan. Katarak terjadi sehabis pada masa laten sekitar 6 bulan sampai 35 tahun, dengan rata-rata sekitar 3 tahun. (c) Paru-paru, yaitu sebuah organ yang sangat sensitif terhadap terindikasinya pajanan radiasi eksternal. ini menyebabkan (radang paru) biasanya mulai timbul setelah beberapa minggu atau bulan. Efek utamanya yaitu mengakibatkan pneumonitis. sel yang terbentuknya peradangan paru akut biasanya terjadi pada dosis 5-15 Gy. Dosis ambang tunggal 6-7 Gy dianggap sebagai dosis ambang terjadinya pneumonitis akut. (d) Organ Reproduksi, Efek deterministik pada gonad ataupun organ reproduksi pria adalah kemandulan. Apabila terjadi pajanan radiasi pada testis akan mengganggu proses pembuatan sel sperma, yang akhirnya akan mempengaruhi jumlah sel sperma yang dihasilkan. Dosis radiasi sebesar 0,15 Gy merupakan dosis ambang kemandulan sementara

karena sudah mengakibatkan penyusutan jumlah sel sperma selama beberapa minggu. Selain kemandulan radiasi pula dapat mengakibatkan terjadinya menopause dini selaku akibat dari gangguan hormonal sistem reproduksi. Di samping itu juga diketahui bahwa pengaruh radiasi pada sel telur tergantung pada usia. Semakin tua usia, terus menjadi sensitif terhadap radiasi. (e) Tiroid ataupun kelenjar gondok yaitu sebuah organ yang berperan mengatur proses metabolisme tubuh melalui hormon tiroksin yang dihasilkannya.. Dosis ambang untuk tiroiditis akut sekitar 200 Gy. (f) Janin, Efek deterministik pada janin sangat tergantung pada usia kehamilan saat janin menerima paparan radiasi. Pada usia kehamilan 0-2 minggu dosis radiasi sekitar 0,05 Gy akan menyebabkan kematian. Dosis radiasi yang sama yang di terima pada usia kehamilan 2-7 minggu akan menimbulkan malformasi organ tubuh. Sedangkan pada usia kehamilan 8-25 minggu akan terjadi retardasi mental jika janin menerima dosis sekitar 0,1-0,6 Gy.

(2) Efek stokastik tidak memahami dosis ambang. Serendah apa pun dosis radiasi diserap, selalu ada peluang untuk terjadinya perubahan pada sistem biologis. Efek ini yang terjalin bukan terhadap kematian sel tetapi pergantian sel dengan guna yang berbeda yang biasa menyebabkan kanker. Jika sel mengalami pergantian yaitu sel somatik, hingga sel tersebut dalam jangka waktu yang lama, ditambah dengan pengaruh dari bahan toksik yang lain, hendak tumbuh dan berkembangnya menjadi suatu kanker. Oleh sebab itu, petugas proteksi mengharapkan kepada seluruh Radiografer memakai Alat Pelindung Diri (APD) ketika menjalankan tugas untuk menghindari paparan dosis radiasi yang berlebihan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Implementasi Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) di RS IBNU SINA YW-UMI Makassar belum maksimal dan tidak memenuhi ketentuan Standar Operasional Prosedur yang telah ditetapkan di Rumah Sakit tersebut. Oleh karena itu disarankan sebaiknya petugas Radiologi menggunakan Alat Pelindung Diri secara efektif dan efisien dalam melakukan pemeriksaan apa pun, patuh terhadap Standar Operasional Prosedur yang ada, serta melengkapi semua jenis alat pelindung diri di Instalasi Radiologi.

DAFTAR PUSTAKA

Bapeten. (2011). Perka Bapeten 8 Tahun 2011.

Batan. (2012). Proteksi Radiasi. Pusdiklat.

Fairusiyyah, N., Widjasena, B., & Ekawati, E. (2016). Analisis Implementasi Manajemen Keselamatan Radiasi Sinar-X Di Unit Kerja Radiologi Rumah Sakit Nasional Diponegoro Semarang Tahun 2016. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*, 4(3), 514–527. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>

- Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013 tentang Dosis Radiasi Yang Diperkirakan. (n.d.).
- Maleachi, R., & Tjakraatmadja, R. (2018). Pencegahan Efek Radiasi pada Pencitraan Radiologi. *Cermin Dunia Kedokteran*, 45(7), 537–539.
- Mustofa, Ahmad Andriza, Nur Hadziqoh, N. L. (2024). ANALISIS TINGKAT KESELAMATAN PERALATAN PROTEKSI RADIASI TERHADAP RADIOGRAPHER PADA RUMAH SAKIT B PEKANBARU. *Interdisciplinary Journal of MedTech and EcoEngineering (IJME)*, 1(1), 41–47.
- Permenkes, RI. (2017). Permenkes RI Nomor 11.
- Pratiwi, A. D., & Yunawati, I. (2021). Penerapan Proteksi Radiasi Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit. *Higeia Journal Of Public Health*, 5(3), 409–420.
- Sari, S. (2016). Pengembangan Sistem Manajemen Keselamatan Radiasi Sinar-X Di Unit Kerja Radiologi Rumah Sakit XYZ Tahun 2011. *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia*.
- Utami, A. P. (2019). Implementasi Manajemen Keselamatan Radiasi Sinar-X di Laboratorium Radiologi Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta. *Implementasi Manajemen Keselamatan*, 5(1), 11–19.