

PENERAPAN MANAJEMEN RADIASI DALAM ASPEK PERALATAN RADIASI DI RS TK III dr. SOETARTO

Satrio Sukma Wijaya¹, Amril Mukmin^{2*}, Ilds Maulidya Mar'atus Nasokha³

Universitas Aisyiyah Yogyakarta^{1,2,3}

*Corresponding Author : amrilmukminanis@unisayogya.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan radiasi di bidang medis, khususnya di unit radiologi, sangat bermanfaat untuk diagnosis dan terapi, namun juga menimbulkan risiko paparan bagi tenaga medis dan pasien. Karena manajemen keselamatan radiasi sangat penting untuk perlindungan optimal, sesuai regulasi pemerintah dan BAPETEN yang mewajibkan sistem manajemen keselamatan serta penggunaan APD standar. Namun, hasil observasi di Unit Radiologi RS TK III dr. Soetarto menunjukkan masih ada keterbatasan ketersediaan dan pengelolaan APD seperti apron dan thyroid shield, serta belum tersedia APD lain seperti kacamata Pb, gonad shield, dan sarung tangan. Penyimpanan APD juga belum memenuhi standar, sehingga dapat mengurangi efektivitas perlindungan radiasi bagi tenaga medis. Metode penelitian ini kualitatif dengan pendekatan observasional deskriptif di RS TK III dr. Soetarto pada Agustus 2024 Februari 2025. Subjek penelitian terdiri dari tiga radiografer, satu petugas proteksi radiasi, dan satu fisikawan medis. Objek penelitian adalah alat pelindung diri (APD). Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi, kemudian dianalisis dengan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Ketersediaan APD di unit radiologi masih terbatas, hanya ada dua apron dan satu thyroid shield, sementara APD lain seperti kacamata Pb, gonad shield, dan sarung tangan belum tersedia. Penyimpanan APD juga belum standar karena masih memakai meja pemeriksaan yang tidak terpakai. Kondisi ini dapat menurunkan efektivitas perlindungan radiasi bagi tenaga medis dan pasien. Diperlukan peningkatan ketersediaan dan manajemen APD sesuai standar keselamatan radiasi untuk memastikan perlindungan optimal. Evaluasi berkala dan pemenuhan standar penyimpanan APD juga harus menjadi perhatian utama dalam implementasi manajemen radiasi di unit radiologi rumah sakit.

Kata kunci : alat pelindung diri (APD) radiasi, manajemen radiasi, proteksi radiasi, sinar X

ABSTRACT

The use of radiation in medical radiology offers significant diagnostic and therapeutic benefits but also poses exposure risks to medical staff and patients. Regulations, including Government Regulations and BAPETEN, require implementing safety management systems and using standard PPE. However, observations at RS TK III dr. Soetarto's Radiology Unit reveal limited availability and management of PPE like aprons and thyroid shields, with other PPE such as Pb glasses, gonad shields, and gloves absent. PPE storage also fails to meet standards, which may reduce protection effectiveness for medical personnel. This study uses a qualitative method with a descriptive observational approach conducted at RS TK III dr. Soetarto. The time for the research was carried out in August 2024 – February 2025. The subjects of this study were three radiographers, one radiation protection officer and one medical physicist. The object of this research is Personal Protective Equipment (PPE). Data collection in this study is observation, interviews, and documentation. The analysis in this study is data reduction, data display and conclusion drawing. Increased availability and management of PPE according to radiation safety standards is needed to ensure optimal protection for medical personnel and patients. Periodic evaluation and fulfillment of PPE storage standards must also be a major concern in efforts to implement effective radiation management in hospital radiology units.

Keywords : X-ray radiation management, radiation personal protective equipment (PPE), x-ray radiation

PENDAHULUAN

Manajemen radiologi merupakan komponen dari manajemen kesehatan yang berfokus pada pengelolaan dan administrasi layanan radiologi di fasilitas medis. Dalam perkembangan

teknologis yang pesat, penggunaan radiasi untuk diagnosis dan terapi semakin luas dalam perkembangannya. Unit radiologi memiliki peranan krusial untuk diagnosis dan terapi dalam memberikan pelayanan kesehatan yang berkualitas. Namun, penggunaan radiasi juga membawa potensi resiko yang perlu dikelola dengan cermat untuk melindungi pasien, tenaga medis, dan lingkungan. Oleh karena itu, penerapan manajemen keselamatan radiasi sangat krusial dalam hal perlindungan radiasi (Meilin, 2021). Keselamatan radiasi meliputi berbagai fase, mulai dari perencanaan dan pelaksanaan hingga evaluasi penggunaan radiasi pengelolaan yang efektif akan membantu meminimalkan paparan radiasi dan dampak negatifnya, sambil memastikan bahwa manfaat diagnostik dari prosedur radiologi dapat dicapai secara optimal. RS TK III dr. Soetarto Yogyakarta sebagai lembaga pelayanan kesehatan terkemuka perlu menerapkan standar keselamatan radiasi yang sesuai untuk menjamin keamanan bagi semua pihak yang terlibat.

Penerapan Sistem Manajemen Radiasi (SMKR) sangat penting untuk mengelola dan meminimalkan potensi resiko yang berkaitan dengan penggunaan radiasi. SMKR menjamin bahwa semua pihak yang terlibat dalam prosedur radiologi, baik tenaga medis maupun pasien, terlindung dengan baik. Salah satu penelitian menunjukkan bahwa sistem keselamatan yang dikelola dengan baik dapat mengurangi paparan radiasi pada tenaga medis dan pasien serta meningkatkan kepatuhan terhadap peraturan yang ada (Umboh, 2023). Menurut peraturan pemerintah (PP) No. 63 Tahun 2000, Sistem Manajemen Keselamatan Radiasi harus di aplikasikan dalam pemanfaatan zat radioaktif atau sumber radiasi lainnya meliputi tujuh komponen yaitu: (1) organisasi proteksi radiasi, (2) pemantauan dosis radiasi, (3) peralatan proteksi radiasi, (4) pemeriksaan Kesehatan, (5) penyimpanan dokumen, (6) jaminan kualitas, (7) Pendidikan dan pelatihan Menurut studi pendahuluan dari ketujuh komponen sistem manajemen keselamatan kerja radiasi, masih terdapat komponen yang belum diterapkan di Unit Radiologi RS TK III dr. Soetarto yaitu peralatan proteksi radiasi, bahwa ketujuh komponen komponen sistem manajemen keselamatan radiasi wajib di penuhi pada setiap instalasi yang memanfaatkan zat radioaktif atau sumber radiasi. Dalam implementasi manajemen radiasi di unit radiologi, aspek yang sangat krusial adalah proteksi radiasi, yang bertujuan untuk melindungi pasien, tenaga medis, serta lingkungan dari dampak buruk radiasi (Patria et al., 2024).

Oleh karena itu, sangat penting untuk mematuhi regulasi pemerintah yang mengatur standar keselamatan radiasi, salah satunya adalah peraturan Pemerintah no. 45 tahun 2023 secara Komprehensif mengatur Manajemen Keselamatan Radiasi pegion dan Keamanan Zat Radioaktif, untuk mendukung implementasi SMKR, telah di terbitkan Peraturan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Nomer 6 Tahun 2023, tentang Sistem Manajemen Fasilitas dan Kegiatan Pemanfaatan Tenaga Nuklir. Peraturan ini memberikan pedoman lebih lanjut mengenai penerapan sistem manajemen dalam pemanfaatan tenaga nuklir, tentang pengelolaan resiko radiasi, termasuk kewajiban untuk memastikan penerapan prosedur keselamatan yang tepat dan penggunaan alat pelindung yang sesuai (Hamzah, 2024).

Selain penerapan manajemen radiasi sesuai regulasi, penggunaan alat proteksi diri (APD) memiliki peranan yang sangat penting dalam melindungi individu dari paparan radiasi, seperti pelindung tyroid, kacamata pelindung, dan sarung tangan timbal juga digunakan untuk melindungi bagian tubuh yang lebih rentan terhadap radiasi (Emiza, 20220). Salah satu APD yang umum digunakan adalah apron timbal (EL-Matury et al., 2021). Menurut septinah & Agnizarridlo (2021), apron timbal bertindak sebagai pelindung fisik untuk mengurangi paparan radiasi pada bagian tubuh depan, terutama pada bagian tubuh vital seperti dada dan organ reproduksi. Penelitian oleh Husain et al (2020), menunjukkan bahwa penggunaan apron timbal secara rutin dapat menurunkan tingkat dosis radiasi yang diterima oleh tenaga medis selama prosedur radiologi. Namun, efektivitas APD dalam melindungi pengguna tidak hanya bergantung pada pemakaian yang tepat, tetapi juga pada cara penyimpanan dan perawatannya.

Taufiq et al. (2024), mengungkapkan bahwa penyimpanan dan penggunaan APD yang tidak sesuai standar dapat menurunkan kualitas bahan pelindung, seperti apron timbal yang dapat mengalami retak atau lipatan, sehingga mengurangi daya serapnya terhadap radiasi. Oleh karena itu, selain penggunaan yang sesuai dengan prosedur keselamatan, perhatian terhadap metode penyimpanan APD juga menjadi faktor penting dalam memastikan perlindungan maksimal bagi tenaga medis dan pasien (Frane dan Bitarne, 2023).

Penerapan manajemen radiasi yang efektif di unit radiologi RS TK III dr. Soetarto memerlukan integrasi antara kebijakan regulasi pemerintah, penerapan sistem manajemen keselamatan radiasi, serta penggunaan dan penyimpanan alat proteksi diri yang tepat seperti apron timbal. Dengan penerapan yang tepat, baik dalam prosedur maupun penggunaan alat, diharapkan dapat tercipta lingkungan yang aman dan terlindungi dari paparan radiasi yang berbahaya.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan obverasional deskriptif yang dilakukan di Rumah Sakit TK III dr. Soetarto. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2024 – Februari 2025. Subjek penelitian ini adalah tiga orang radiografer satu orang petugas proteksi radiasi dan satu orang fisikawan medis. Objek penelitian ini adalah Alat Pelindung Diri (APD). Pengumpulan data pada penelitian ini adalah observasi, wawancara, dan dokumentasi. Analisis pada penelitian ini reduksi data, display data dan penarikan kesimpulan.

HASIL

Penelitian ini mengacu pada manajemen proteksi radiasi yaitu ketersediaan dan manajemen pengelolaan perawatan alat proteksi radiasi diunit radiologi. Berdasarkan hasil observasi Rumah Sakit TK III dr. Soetarto Yogyakarta diketahui hanya memiliki keterbatasan untuk Alat Pelindung Diri (APD) yang tersedia, saat ini unit radiologi mempunyai dua buah apron dan satu tiroid shield. Namun, beberapa jenis APD seperti kacamata PB, Gonad shield, gloves, belum tersedia. Berikut daftar jumlah Alat Pelindung Diri (APD) yang terdapat di ruang unit radiologi Rumah Sakit TK III dr. Soetarto Yogyakarta di tampilan dalam tabel 1.

Tabel 1. Jumlah APD Radiologi di RS TK III dr. Soetarto Yogyakarta pada Tahun 2024

No	Nama Ruang	Jumlah
1.	<i>Lead Apron</i>	2
2.	<i>Tiroid Shild</i>	1



Gambar 1. APD yang Tersedia di RS TK III dr. Soetarto



Gambar 2. Tempat Penyimpanan APD di RS TK III dr. Soetartro

Berdasarkan hasil observasi di unit radiologi RS TK III dr. Soetarto, ditemukan adanya keterbatasan dalam ketersediaan alat pelindung diri (APD). Saat ini, APD yang tersedia hanya berupa dua buah apron dan satu thyroid shield (Gambar 1). Jumlah apron yang tersedia telah disesuaikan dengan jumlah tenaga kerja yang bertugas pada setiap shift. Mengingat jumlah petugas radiasi yang masih terbatas, penyesuaian dilakukan dengan mempertimbangkan frekuensi pasien yang menjalani pemeriksaan. Saat ini, ketersediaan apron dianggap memadai untuk mendukung prosedur pemeriksaan di radiodiagnostik, sehingga mampu memenuhi standar perlindungan radiasi bagi tenaga medis dan pasien. Menurut Marini dkk. (2023), ketersediaan APD yang lengkap dan terstandar, termasuk apron, kaca mata Pb, gonad shield, dan sarung tangan Pb, sangat penting untuk memastikan perlindungan radiasi yang optimal bagi tenaga medis dan pasien di instalasi radiologi, Jumlah ini disesuaikan dengan kebutuhan ruang dan jumlah tenaga medis yang bertugas, serta memperhatikan perlindungan optimal pada organ-organ sensitif seperti lensa mata dan gonad, sehingga kaca mata Pb dan gonad shield juga harus disediakan sebagai standar perlindungan tambahan, bukan hanya apron dan thyroid shield saja. Selain itu, apron yang digunakan harus memiliki ketebalan minimal 0,25–0,35 mm Pb untuk radiologi diagnostik, dan 0,5 mm Pb untuk radiologi intervensional, sesuai dengan rekomendasi BAPETEN dan Permenkes.

Evaluasi berkala tetap diperlukan guna memastikan kesesuaian jumlah apron dengan perkembangan kebutuhan operasional dan standar keselamatan radiasi. Pada unit radiologi RS TK III dr. Soetarto juga tidak terdapat penyimpanan APD yang memadai penyimpanan APD hanya menggunakan meja pemeriksaan yang sudah tidak terpakai (Gambar 2).

PEMBAHASAN

Ketersediaan Peralatan Alat Pelindung Diri (APD)

Ketersediaan alat pelindung diri (APD) di unit radiologi RS TK III dr. Soetarto masih terbatas. Saat ini, unit radiologi hanya memiliki dua apron dan satu pelindung tiroid. Selain itu, rumah sakit belum menyediakan APD seperti kaca mata Pb, Gonad shield, dan gloves. Keterbatasan ini menunjukkan bahwa perlengkapan APD di unit radiologi belum memenuhi standar perlindungan radiasi yang ideal sesuai peraturan yang berlaku. Menurut Marini dkk (2023), apron yang digunakan harus memiliki ketebalan minimal 0,25–0,35 mm Pb untuk radiologi diagnostik, dan 0,5 mm Pb untuk radiologi intervensional, sesuai dengan rekomendasi BAPETEN dan Permenkes tahun 2020. Evaluasi berkala tetap diperlukan guna memastikan ketersediaan jumlah apron dengan perkembangan kebutuhan operasional dan standar keselamatan radiasi. Keterbatasan dan ketersediaan ini dapat berdampak pada efektivitas perlindungan tenaga medis, khususnya pekerja radiasi, dalam menghadapi risiko paparan radiasi. Ketidaklengkapan APD tidak hanya meningkatkan risiko kesehatan tenaga medis, tetapi juga berdampak pada penurunan mutu pelayanan dan keselamatan pasien. Oleh karena itu, pelatihan berkala, pengawasan ketat, dan penerapan manajemen APD yang baik sangat

diperlukan untuk meningkatkan kepatuhan penggunaan APD secara lengkap. Penjaminan mutu dalam penggunaan APD harus mencakup pemeriksaan rutin kondisi alat pelindung dan edukasi berkelanjutan kepada tenaga medis agar risiko paparan radiasi dapat diminimalkan secara optimal (Ramadayanti, 2020).

Ketidaklengkapan APD seperti tidak menggunakan pelindung tiroid, penutup gonad, kacamata timbal, dan sarung tangan timbal dapat meningkatkan risiko efek stokastik seperti kanker dan mutasi genetik, serta efek deterministik seperti kerusakan jaringan dan luka kulit (Hiswara, 2015; Utami, 2019). Hal ini diperparah oleh efek radiasi yang sifatnya tidak langsung dan jangka panjang (efek stokastik), sehingga ancaman kesehatan seringkali tidak dirasakan secara nyata, sehingga tenaga medis cenderung mengabaikan pentingnya penggunaan APD lengkap (Wardhani, 2022). Menurut penelitian oleh Emiza (2022), penerapan proteksi radiasi yang lengkap dan konsisten merupakan langkah utama dalam mengurangi risiko efek jangka panjang yang berbahaya bagi kesehatan tenaga medis dan pasien, ketika akan melakukan pelayanan radiologi.

Menurut peneliti Jumlah apron yang tersedia di unit RS TK III dr. Soetarto telah disesuaikan dengan jumlah tenaga kerja yang bertugas. Kurangnya proteksi radiasi dapat memperbesar terjadinya efek jangka panjang yang berbahaya bagi tenaga medis dan pasien. Upaya untuk mengurangi efek yang tidak diinginkan, proteksi radiasi sangat dibutuhkan untuk mengurangi pengaruh dari paparan radiasi yang dapat menimbulkan efek-efek pada tubuh bila terpapar lebih dari dosis ambang yang telah ditentukan. Sebaiknya unit radiologi RS TK III dr. Soetarto memberikan Ketersediaan APD yang lengkap dan terstandar termasuk kacamata Pb, gonad shield, dan gloves, sangat penting untuk memastikan perlindungan radiasi yang optimal bagi tenaga medis dan pasien di unit radiologi.

Manajemen Penyimpanan Alat Pelindung Diri (APD)

RS TK III dr. Soetarto saat ini, belum sepenuhnya melakukan jaminan mutu terkait penyimpanan APD, sehingga aspek tersebut masih belum tertata dengan baik. Saat ini, standar operasional prosedur (SOP) yang tersedia hanya mencakup proses pembersihan dan penyimpanan apron, sementara regulasi lebih lanjut terkait jaminan mutu masih perlu dikembangkan guna memastikan efisiensi dan keamanan penggunaan apron di lingkungan rumah sakit. Pelaksanaan perawatan alat proteksi radiasi di RS TK III dr. Soetarto telah berjalan dengan baik. Namun, untuk aspek penyimpanan, saat ini masih belum sepenuhnya memenuhi standar operasional prosedur (SOP) yang berlaku. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya ruang khusus penyimpanan alat proteksi radiasi, sehingga sementara waktu alat-alat tersebut disimpan di ruang pemeriksaan yang tidak berfungsi atau masih dinonaktifkan. Dengan demikian, sistem penyimpanan alat proteksi radiasi di RS TK III dr. Soetarto belum dapat dikatakan optimal dan belum sepenuhnya sesuai dengan ketentuan SOP yang berlaku. Standar operasional prosedur (SOP) terkait pemeliharaan alat proteksi radiasi harus diterapkan secara konsisten di instalasi radiologi untuk menjamin keselamatan tenaga medis dan pasien serta menjaga kualitas pelayanan radiologi. Dengan demikian, perawatan dan penjaminan mutu *lead apron* yang meliputi penyimpanan yang tepat, pembersihan rutin secara berkala, sangat penting untuk mempertahankan fungsi proteksi radiasi.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.1250/Menkes/SK/XII tahun 2009, penyimpanan *lead apron* tidak boleh dilakukan dengan cara dilipat atau digantung sembarangan karena dapat menyebabkan kerusakan yang mengurangi fungsi proteksi radiasi. Pengujian kelayakan *lead apron* juga harus dilakukan secara rutin setiap 12-18 bulan untuk memastikan apron masih aman digunakan. Menurut Darmini (2018), APD radiasi sebaiknya disimpan dalam lemari khusus dengan cara direntangkan secara horizontal dan tidak ditumpuk agar mengurangi risiko patahan internal dan kerusakan material. Penyimpanan yang benar ini penting untuk menjaga kualitas APD dan memperpanjang masa pakainya. Pembersihan APD juga harus

dilakukan secara rutin dengan metode yang tepat untuk menjaga kebersihan dan fungsi alat pelindung. Menurut Taufiq et al. (2024), perawatan dan penyimpanan apron yang tepat akan memperpanjang umur apron dan menjaga kualitas pelindungannya. Seperti penelitian yang dilakukan oleh wati et al., (2022), menunjukkan bahwa penyimpanan apron secara horizontal di rak khusus dan pembersihan dengan alkohol serta tisu basah ketika kotor secara signifikan membantu mempertahankan fungsi apron, sementara apron yang mengalami kerusakan harus segera diganti demi keselamatan pengguna. Hal serupa juga disampaikan oleh Dani et. al. (2018), menekankan bahwa penyimpanan lead apron harus dilakukan dengan metode yang tepat untuk memastikan efektivitas proteksi radiasi. Apron yang disimpan dengan cara tidak sesuai, seperti digantung atau dilipat, berisiko mengalami kerusakan yang dapat mengurangi kemampuan proteksi radiasi.

Menurut penulis Penyimpanan Apron serta Edukasi oleh Fisikawan Medis dan PPR Evaluasi penjaminan mutu secara berkala sangat penting untuk memastikan apron dan alat pelindung lainnya dalam kondisi baik di fasilitas radiologi. Fisikawan medis dan PPR harus melakukan inspeksi rutin, pengujian kualitas apron, serta memberikan edukasi kepada tenaga medis mengenai pentingnya ketersediaan dan manajemen penyimpanan APD yang benar sehingga akan meningkatkan efektivitas proteksi dan mengurangi risiko paparan radiasi yang tidak perlu. Edukasi yang berkelanjutan juga membantu meningkatkan kesadaran dan kepatuhan terhadap prosedur keselamatan radiasi di lingkungan kerja radiologi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian penulis, dapat disimpulkan bahwa penerapan manajemen peralatan radiasi di Rumah Sakit TK III dr. Soetarto Yogyakarta masih memerlukan peningkatan dalam aspek penggunaan, penyimpanan, dan perawatan Alat Pelindung Diri (APD). Ketersediaan APD yang terbatas dan kondisi penyimpanan yang kurang memadai berpotensi meningkatkan risiko paparan radiasi bagi tenaga medis dan pasien, serta menurunkan efektivitas perlindungan yang diberikan. Penerapan prosedur operasional standar (SOP), pengujian kualitas secara berkala, serta edukasi berkelanjutan kepada tenaga medis sangat penting untuk memastikan perlindungan optimal dan meminimalkan risiko efek jangka panjang seperti kanker dan mutasi genetik. Dengan disiplin dalam pengelolaan proteksi radiasi, termasuk perawatan rutin dan penjaminan mutu, lingkungan radiologi di rumah sakit dapat menjadi lebih aman dan terlindungi dari bahaya radiasi. Oleh karena itu, peningkatan sistem manajemen proteksi radiasi yang komprehensif dan berkelanjutan sangat diperlukan untuk meningkatkan keselamatan pasien dan tenaga medis serta memastikan keberlanjutan efektivitas alat pelindung dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah senantiasa memberikan dukungan, motivasi, dan menemani penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Khususnya, kepada seluruh dosen dan staff Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta serta penulis mengucapkan terimakasih kepada RS TK III dr. Soetarto khususnya Unit Radiologi RS TK III dr. Soetarto atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan selama proses penelitian. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan dapat dibalas oleh Allah SWT.

DAFTAR PUSTAKA

Badan, P., Tenaga, P., Indonesia, R., Radiasi, K., Penggunaan, P., Radiologi, D., Dan, D., Rahmat, D., Yang, T., Esa, M., Badan, K., Tenaga, P., & Indonesia,

- Cahyati, Y., & Yusuf, E. I. (2022). Analisis Pengetahuan Perawat Rumah Sakit Terhadap Pentingnya Proteksi Radiasi Pada Saat Pemeriksaan Radiologi: *Knowledge Analysis Of Hospital Nurses On The Importance Of Radiation Protection During Radiological Examination. Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 5(1), 341-347.
- Damayanti, T., Fatimah, M., Muliani, R., Anisah, A., Pratikno, H., & Feliyanti, M. (2022). Gambaran Manajemen Alat Pelindung Diri (APD) Radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Palembang. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 22(2), 786-792.
- Dani, T. D. P. (2018). Pengujian Kelayakan Alat Pelindung Diri (*Lead Apron Dan Thyroid Shield*). *JRI (Jurnal Radiografer Indonesia)*, 1(2), 123-129.
- El-Matory, H. J., Manalu, E. D., & Batubara, S. (2021). Pelatihan Penggunaan Alat Pelindung Diri Pada Perawat di Ruang Radiologi Rumah Sakit Umum Sembiring. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Putri Hijau*, 1(2), 85-89.
- Ermiza, L. (2022). Perlindungan Hukum Pemakaian Alat Perlindungan Diri Apron Untuk Pasien Pada Pemeriksaan Radiologis Panoramik. *JISPENDIORA Jurnal Ilmu Sosial Pendidikan Dan Humaniora*, 1(1), 159-177.
- Hamzah, H. (2024). Implementasi peraturan menteri ketenagakerjaan nomor 11 tahun 2023 tentang keselamatan dan kesehatan kerja di ruang terbatas terhadap pekerja ruang terbatas di pabrik gula: Studi di pabrik gula Kabupaten Malang (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- International Atomic Energy Agency (IAEA)*. (2021). *Safety of Radiation Sources and Security of Radioactive Materials*. Vienna: IAEA.
- Jones, R., & Miller, T. (2019). "Radiation Safety Training: Enhancing Awareness and Compliance." *Radiation Physics and Chemistry*, 157, 51-56.
- Kumar, A. (2021). "Challenges in Radiation Safety Management in Healthcare Settings." *Journal of Medical Physics*, 46(4), 345-352.
- Normawati, Sitti. "Penerapan Proteksi Radiasi Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit RSKD Dadi Provinsi Sulawesi Selatan." *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran 1.2* (2022): 168-179.
- Nugraheni, F., Fitri, A. dan Gayuh A. S. "Analisis Efek Radiasi Sinar-X pada Tubuh Manusia." *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*. Vol. 7. 2022.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomer 24 Tahun 2020 Tentang Peralatan Radiasi
- Ramadayanti, A. (2023). Sistem Manajemen Alat Pelindung Diri Di Instalasi Radiologi RSUD Petala Bumi Provinsi Riau (Doctoral Dissertation, Universitas Awal Bros).
- Sari, K., Surahmi, N., & Della, C. A. (2022). Analisis Tingkat Kepatuhan Radiografer terhadap Pemakaian Apron Kepada Pasien di Rumah Sakit Pertamedika Ummi Rosnati Banda Aceh. *Perisai: Jurnal Pendidikan dan Riset Ilmu Sains*, 1(1), 56-65.
- Tandionugroho, S. (2023). Analisis Sistem Manajemen Keselamatan Radiasi Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Paru Medan. *Impression : Jurnal Teknologi dan Informasi*, 2(3), 140-144.
- Taufiq, V., Milvita, D., Sofyan, H., & Oktavia, A. (2024). Evaluasi Kelayakan dan Efektivitas lead apron sebagai Alat Pelindung Diri di Instalasi Radiologi. *Jurnal Fisika Unand*, 13(1), 110-116.
- Widyasari, D., & Za'im, M. (2024, October). Studi kasus penyimpanan dan pengujian lead apron di instalasi radiologi rumah sakit UNS Solo. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas' Aisyiyah Yogyakarta* (Vol. 2, pp. 490-495).
- Wati, R., Agus, M. B. A., & Zen, T. F. (2024). Studi Kasus Pemeliharaan Dan Kelayakan Alat Pelindung Radiasi Lead Apron. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796 (online)*, 5(2), 509-519. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomer 24 Tahun 2020.