

Gambaran Peralatan Proteksi Radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada

The Overview of Radiation Protection Equipment At Radiology Installations of Hasta Husada Special Surgical Hospital

Farida Wahyuni ¹

Sri Sugiarti ²

Kus Endah Aryati ³

Yuliana Kono Usfiniti ⁴

Institut Teknologi Kesehatan
Malang Widya Cipta Husada,
Jawa Timur, Indonesia

*email: fwahyuni77@gmail.com

Abstrak

Radiasi pengion adalah jenis energi yang dilepaskan oleh atom yang merambat dalam bentuk gelombang elektromagnetik atau partikel. Keselamatan terhadap radiasi pengion adalah salah satu aspek yang penting untuk dilakukan. Keselamatan radiasi merupakan upaya yang dilaksanakan untuk menciptakan kondisi yang sedemikian rupa agar efek radiasi terhadap manusia dan lingkungan tidak melampaui nilai batas yang ditentukan. Proteksi radiasi merupakan komponen integral dari infrastruktur kerja departemen radiologi. Prinsip utama proteksi radiasi adalah memberikan perlindungan yang memadai terhadap paparan radiasi yang tidak semestinya kepada personel yang terlibat langsung atau tidak langsung dengan radiasi. Penelitian ini untuk mengetahui penggunaan alat proteksi radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada. Penelitian ini merupakan deskriptif dengan pendekatan studi kasus menggunakan alat ukur checklist yang diberikan kepada seluruh radiografer. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada dapat disimpulkan bahwa peralatan proteksi radiasi gonad shield dan surveimeter tidak tersedia di Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada. Pemeliharaan dan perawatan peralatan proteksi radiasi yang ada sudah sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP) sehingga peralatan proteksi radiasi tidak ada yang rusak dan dapat digunakan dengan baik.

Kata Kunci:

Proteksi Radiasi
Radiologi
Keselamatan

Keywords:

Radiologi Protection
Radiology
Safety

Abstract

Ionizing radiation is a type of energy released by atoms that propagates in the form of electromagnetic waves or particles. Safety against ionizing radiation is an important aspect to do. Radiation safety is an effort carried out to create conditions in such a way that the effects of ionizing radiation on humans and the environment do not exceed specified limit values. Radiation protection is an integral component of the radiology department's work infrastructure. The main principle of radiation protection is to provide adequate protection against undue radiation exposure to personnel involved directly or indirectly with radiation. This research was to determine the use of radiation protection equipment in the Radiology Installation at Hasta Husada Special Surgical Hospital. This research is descriptive with a case study approach using a checklist measurement tool given to all radiographers. From the results of research conducted at the Radiology Installation at the Hasta Husada Special Surgery Hospital, it can be concluded that gonad shield radiation protection equipment and surveymeter is not available at the Hasta Husada Special Surgery Hospital. Maintenance and maintenance of radiation protection equipment is in accordance with Standard Operating Procedures (SOP) so that no radiation protection equipment is damaged and can be used properly.



© 2024 The Authors. Published by Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). DOI: <https://doi.org/10.33084/jsm.v10i3.9025>.

PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan badan pelayanan kesehatan yang menyediakan layanan kesehatan kepada masyarakat secara menyeluruh mencakup pelayanan gawat darurat, layanan rawat jalan dan layanan rawat inap kepada pasiennya (Rahman, 2020; Sholihah et al.,

2019). Rumah sakit menyediakan berbagai layanan medis salah satunya adalah layanan medis penunjang yang mempunyai fungsi khusus yaitu bagian radiologi yang mengaplikasikan alat sinar X radiologi diagnostik. Pada saat ini kebutuhan radiologi harus disesuaikan dengan kebutuhan pasien baik untuk memenuhi kebutuhan penggunaan, perkembangan hukum, keahlian,

pengetahuan, teknologi dan implementasinya (Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia, 2020).

Pemanfaatan radiasi dilaksanakan dengan seksama dan tepat agar dapat menjaga keamanan, keselamatan, kesehatan, dan ketentraman bagi petugas dan juga pasien bersangkutan. Keselamatan penggunaan radiasi pengion merupakan usaha untuk membentuk keadaan dan situasi yang tepat agar radiasi pengion tidak melewati ambang batas yang dapat berpengaruh pada kesehatan manusia dan juga lingkungan sekitarnya (Ozkan et al., 2016).

Pekerjaan radiologi wajib memberikan perhatian yang besar pada keselamatan pekerjaan radiasi. Sinar X adalah tipe radiasi pengion yang bisa menghasilkan bacaan diagnosa suatu penyakit pada organ tubuh pasien sehingga dapat dideteksi lebih awal dan lebih teliti (Pohan et al., 2022; Pratiwi et al., 2021; Rahmayani et al., 2020; Wiharja & Al Bahar, 2019). Namun demikian, walaupun manfaat sinar-X yang sangat banyak ada juga kemungkinan ancaman yang bisa dialami oleh petugas bagian radiologi yaitu dampak deterministik dan efek stokastik (Damayanti et al., 2022; Kim et al., 2016; Nugraheni et al., 2022; Williams et al., 2019). Sinar X dapat mengakibatkan kelainan darah atau haemopoetik misalnya leukimia, anemia, serta leukopeni yaitu penurunan jumlah lekosit diambang batas paling rendah (normal) (Indahdewi & Rizki, 2020). Disamping itu, organ reproduksi atau gonad bisa mengalami efek deterministik yaitu terjadinya kemandulan atau sterilitas serta terjadinya potensi menopause dini karena hormonal sistem reproduksi yang mengalami gangguan.

Menurut Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia (2020) salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam pelayanan radiologi adalah proteksi radiasi. Proteksi radiasi merupakan kuantifikasi dari batas dosis yang diperbolehkan diterima oleh pekerja ataupun masyarakat umum dengan tindakan yang dilakukan untuk mengurangi pengaruh radiasi yang

merusak akibat paparan radiasi (Cheon et al., 2018; Septiyanti et al., 2020; Wahyuni et al., 2022). BAPETEN menentukan ambang batas maksimal yang dapat diterima petugas bagian radiologi serta masyarakat agar tidak menyebabkan efek genetik dan somatik merugikan akibat pemanfaatan tenaga nuklir dalam satu periode waktu (Nugraheni et al., 2022; Setyawan & Djakaria, 2014; Woroprobosari, 2016). Untuk itu para petugas yang menggunakan alat radiasi pada saat melakukan pekerjaannya harus menggunakan perlengkapan proteksi radiasi untuk memproteksi dirinya dari sinar radiasi yang terlalu berlebihan (Mayerni, Ahmad, A., Abidin, 2013; Moolman et al., 2020; Ramanathan & Ryan, 2015).

Perlengkapan proteksi radiasi merupakan pelengkap mutlak yang harus dipakai oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya agar bisa terhindar dari resiko dan bahaya yang merugikan baik untuk dirinya sendiri dan juga orang-orang yang berada disekitarnya (Kurtul & Kurtul, 2018; Maharjan et al., 2020). Perlengkapan proteksi radiasi yang digunakan oleh pekerja radiasi pada pemeriksaan radiografi adalah apron, gonad, tyroid, sarung tangan Pb, kacamata Pb, TLD, film badge, dan penahan radiasi (Hyun et al., 2016; Permadi et al., 2021; Wulandari et al., 2023; Yoshandi et al., 2021). Alat pelindung radiasi dari infeksi nosokomial yaitu seperti masker, sarung tangan, gaun pelindung, dan lain-lain. Sedangkan infeksi nosokomial bisa didefinisikan sebagai infeksi yang ditimbulkan atau didapatkan ketika berada dirumah sakit. Pada saat ini infeksi nosokomial adalah salah satu faktor yang menyebabkan rumah sakit mengalami peningkatan angka kesakitan (*morbidity*) dan angka kematian (*mortality*) yang kemudian menimbulkan masalah kesehatan baru yang membutuhkan perhatian besar baik dinegara-negara maju dan terutama dinegara-negara sedang berkembang.

Rumah sakit wajib menyediakan peralatan proteksi radiasi bagi seluruh pekerja di tempat kerja. Peralatan proteksi radiasi yang disiapkan harus memenuhi

ketentuan dan standar yang ditetapkan. Tidak saja untuk pengawasan alat dan juga mesin namun yang paling penting adalah petugas atau manusia itu sendiri. Pekerjaan radiologi wajib memberikan perhatian yang besar pada keselamatan pekerjaan radiasi. Sinar X adalah tipe radiasi pengion yang bisa menghasilkan bacaan diagnosa suatu penyakit pada organ tubuh pasien sehingga dapat dideteksi lebih awal dan lebih teliti (Rahman, 2020; Wahyuni et al., 2020). Alasannya karena manusia merupakan sumber daya paling utama didalam sebuah proses kerja/produksi. Sumber daya manusia sebagai petugas yang bisa mengalami bahaya ditempat kerja misalnya mengalami cacat pada tubuh hingga meninggal dunia (Rahman, 2020).

Menurut tinjauan awal adanya peralatan proteksi radiasi masih belum diutamakan di lapangan padahal banyak potensi bahaya yang dapat mengancam radiografer dalam bekerja. Dengan demikian, tujuan penelitian ini untuk mengetahui gambaran peralatan proteksi radiasi di instalasi radiologi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada.

METODOLOGI

Pada pelaksanaan penelitian yang dilakukan tentang gambaran peralatan proteksi radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada, maka diketahui bahwa Instalasi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada terdapat satu jenis penyinaran yang menghasilkan foto rontgen yaitu X-ray conventional.

Tabel I. Karakteristik informan di Instalasi Radiologi RS Khusus Bedah Hasta Husada.

Variabel	Persentase	
Umur	< 25 Tahun	60%
	> 25 Tahun	40%
Jenis Kelamin	Laki-laki	60%
	Perempuan	40%
Pendidikan trakhir	D-III	80%
	D-IV	20%
Lama bekerja	< 5 Tahun	100%
	> 5 Tahun	0

Tenaga kerja di Instalasi Radiologi RS Khusus Bedah Hasta Husada, yang terdiri dari dokter sp. Radiologi sebagai penanggung jawab, dan radiografer. Karakteristik informan di Instalasi Radiologi ditunjukkan pada Tabel I. Kriteria informan berdasarkan pendidikan terakhir D-III didapatkan persentasenya sebesar 80% dan pendidikan terakhir D-IV persentasenya sebesar 20% dapat dilihat pada Tabel I. Kriteria informan berdasarkan masa kerja di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada kurang dari 5 tahun dengan presentase 100% dapat dilihat pada Tabel I.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui tentang peralatan proteksi radiasi. Peralatan proteksi radiasi *gonad shield* tidak terdapat di Instalasi Radiologi RS. Khusus Bedah Hasta Husada Tahun 2023. Berdasarkan penelitian di RS. Khusus Bedah Hasta Husada dan wawancara kepada radiografer. Didapatkan bahwa RS Khusus Bedah Hasta Husada memiliki alat pelindung diri yang tergolong cukup lengkap. Adapun jenis-jenis alat pelindung diri yang ada disana dari infeksi nosokomial yaitu masker bedah, handscoon, gaun pelindung, dan pelindung wajah. Peralatan proteksi radiasi yang terdapat dirumah sakit yaitu Apron, TLD, dan penahan radiasi.

Tabel II. Peralatan Proteksi Radiasi informan di Instalasi Radiologi RS Khusus Bedah Hasta Husada.

Nama Alat	Frekuensi
Apron	1
<i>Thermoluminisence Dosimeter</i>	13
Thyroid shield	1
Gonad shield	0
Kaca mata Pb	1
Jendela Kaca Pb diruang operator	1
Lambang Radiasi	1
Lampu merah tanda radiasi	1

Dari data hasil observasi yang dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada dapat diketahui bahwa penyimpanan apron, tidak boleh dilipat namun harus digantung dengan hanger. Pelindung Tyroid dan kacamata Pb dimasukkan kedalam lemari

khusus. TLD (*Thermoluminisence Dosimeter*) harus disimpan ditempat khusus dan aman dan setiap personil harus membawanya dan menyimpannya dengan baik. TLD harus diperiksa setelah bekerja selama kurang lebih 3 bulan untuk mengetahui besar dosis radiasi yang diterima tubuh oleh BPFK. Penyimpanan apron, kacamata Pb, pelindung tyroid ketika melakukan pembersihan dan penempatan harus dijaga dalam posisi datar (tidak boleh dilipat), sebab lipatan dapat merobek atau mengoyak dan menghasilkan retakan dan radiasi bisa tembus sehingga tidak dapat digunakan sebagai apron. Air hangat, sabun dan Alkohol digunakan untuk membersihkan apron.



Gambar 1. Foto alat proteksi radiasi di Instalasi Radiologi RS Khusus Bedah Hasta Husada yang terdiri dari apron, thyroid shield, kaca mata Pb dan TLD (*thermoluminisence dosimeter*).

Tabel 3 menunjukkan bahwa kelengkapan dan perawatan alat proteksi radiasi di Instalasi Radiologi RS Khusus Bedah Hasta Husada sudah sesuai dengan SOP (standar operasional prosedur) dengan persentase sebesar 100%. Berdasarkan hasil observasi manajemen alat proteksi radiasi oleh radiografer di Instalasi

Radiologi RS Khusus Bedah Hasta Husada didapatkan rata-rata nilai persentase yaitu 100%.

Tabel III. Hasil observasi Manajemen alat proteksi radiasi informan di Instalasi Radiologi RS Khusus Bedah Hasta Husada.

NO	VARIABEL	YA	TIDAK
	Manajemen alat proteksi radiasi	Persentase	Persentase
1	Terdapat SOP alat proteksi radiasi	100%	0
2	Ada pelatihan penggunaan alat proteksi radiasi	100%	0
3	Diberlakukan teguran apabila tidak menggunakan Alat proteksi radiasi	100%	0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peralatan proteksi radiasi adalah alat yang memiliki kemampuan untuk memberikan perlindungan kepada individu yang berfungsi untuk melindungi atau mengisolasi bagian tubuh atau keseluruhan tubuh dari ancaman bahaya radiasi di lingkungan kerja (Damayanti et al., 2022; Simanjuntak et al., 2013; Utami, 2019).

Berdasarkan data hasil wawancara dapat diketahui tentang penggunaan peralatan perlindungan diri infeksi nosokomial di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada sudah sesuai dalam penggunaan yang meliputi masker bedah, sarung tangan (*handscoon*) wajib digunakan meskipun tidak sedang melakukan pemeriksaan, sarung tangan (*handscoon*) hanya digunakan pada saat tindakan pemeriksaan dan wajib mengganti tiap pemeriksaan, pelindung wajah (*faceshield*) hanya digunakan pada saat tindakan, gaun pelindung wajib digunakan meskipun tidak sedang melakukan pemeriksaan.

Penggunaan peralatan proteksi radiasi belum terpenuhi dan masih kurang dalam penggunaan. Seperti penggunaan apron masih 60% dikarenakan beberapa radiografer beranggapan penggunaan apron membatasi gerak mereka, pelindung gonad sebesar 0% dikarenakan pelindung gonad tidak tersedia di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada. *Gonad shield*

sangat diperlukan. *Gonad shield* digunakan untuk melindungi organ reproduksi. Organ reproduksi atau gonad dapat mengalami efek deterministik yaitu terjadinya kemandulan atau sterilitas serta terjadinya potensi menopause dini karena hormonal sistem reproduksi yang mengalami gangguan. Efek deterministik adalah efek yang disebabkan karena kematian sel akibat paparan radiasi. Efek stokastik adalah efek yang terjadi akibat paparan radiasi dengan dosis yang menyebabkan terjadinya perubahan sel (Mori et al., 2014; Pratiwi et al., 2021; Septiyanti et al., 2020; Sukmawati et al., 2022).

Terdapat relasi dari motivasi, ketersediaan alat dan keberibadian didalam bekerja secara signifikan terhadap kepatuhan didalam menggunakan peralatan proteksi radiasi didalam melaksanakan pekerjaannya. Dampak dari petugas jika tidak menggunakan peralatan proteksi radiasi dan tubuhnya terkena radiasi berpotensi menyebabkan dua kemungkinan. Khususnya ketika terkena kulit ataupun hanya melewati tubuh. Apabila berinteraksi, radiasi bisa mengeksitasi atom atau mengionisasi atom dan hal itu akan mengakibatkan meningkatkan suhu tubuh pada materi yang berpadu dengan radiasi tersebut. Atau dapat disebut juga bahwa seluruh energi radiasi yang terkena jaringan tubuh akan berwujud sebagai panas dengan adanya vibrasi atom (getaran atom) yang meningkat dan juga struktur molekul ini sebagai inisiasi dari transisi kimiawi yang selanjutnya dapat menimbulkan dampak biologis yang berbahaya.

Menurut peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Tahun 2020 yaitu Pelayanan Radiologi terdapat Lead Apron tebal min. 0,25 mm Pb (Sesuai Kebutuhan), Pelindung Tiroid Pb min 0,25 mm Pb (Sesuai Kebutuhan), Pelindung Gonad PB 0.5 mm Pb (Sesuai Kebutuhan), Surveimeter (Sesuai Kebutuhan), Film Badge/TLD (1/pekerja).

Berdasarkan data hasil observasi dapat diketahui tentang kelengkapan peralatan proteksi radiasi di

Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada belum terpenuhi, seperti pelindung gonad dan surveimeter belum tersedia dikarenakan terkendala manajemen rumah sakit, tetapi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada mempunyai Alat Pelindung Kacamata Pb.

Dari hasil data observasi dapat diketahui tentang pemeliharaan dan perawatan peralatan proteksi radiasi sudah sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP) sehingga peralatan proteksi radiasi tidak ada yang rusak dan dapat digunakan dengan baik.

Menurut data hasil yang telah dikumpulkan dapat diketahui bahwa penggunaan peralatan proteksi radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada masih cukup dikarenakan ada beberapa Alat proteksi radiasi yang belum digunakan. Kelengkapan alat proteksi radiasi masih belum memenuhi. Semua perawatan dan pemeliharaan peralatan proteksi radiasi sudah sesuai.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa peralatan proteksi radiasi *gonad shield* dan surveimeter tidak tersedia di Rumah Sakit Khusus Bedah Hasta Husada. *Gonad shield* sangat diperlukan. *Gonad shield* penting digunakan untuk melindungi organ reproduksi. Organ reproduksi atau gonad dapat mengalami efek radiasi yaitu terjadinya kemandulan atau sterilitas serta terjadinya potensi menopause dini karena hormonal sistem reproduksi yang mengalami gangguan. Pemeliharaan dan perawatan peralatan proteksi radiasi sudah sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP) sehingga peralatan proteksi radiasi tidak ada yang rusak dan dapat digunakan dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Rumah sakit Khusus Bedah Hasta Husada yang telah memfasilitasi dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Cheon, B. K., Kim, C. L., Kim, K. R., Kang, M. H., Lim, J. A., Woo, N. S., Rhee, K. Y., Kim, H. K., & Kim, J. H. 2018. Radiation safety: A focus on lead aprons and thyroid shields in interventional pain management. *Korean Journal of Pain*, 31(4), 244–252. <https://doi.org/10.3344/kjp.2018.31.4.244>
- 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. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v22i2.1881>
- Hyun, S. J., Kim, K. J., Jahng, T. A., & Kim, H. J. 2016. Efficiency of lead aprons in blocking radiation – how protective are they? *Heliyon*, 2(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2016.e00117>
- Indahdewi, L., & Rizki, D. 2020. Efek Paparan Radiasi Dari Mesin X-Ray Dan Metal Detector Terhadap Kesehatan Petugas Pengamanan Lembaga Pemasyarakatan. *Jurnal Lof Correctional Issues*, 3(1), 16–26.
- Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia. 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*. 1–52. <https://jdih.bapeten.go.id/unggah/dokumen/peraturan/1028-full.pdf>
- Kim, S. C., Choi, J. R., & Jeon, B. K. 2016. Physical analysis of the shielding capacity for a lightweight apron designed for shielding low intensity scattering X-rays. *Scientific Reports*, 6(November 2014), 1–7. <https://doi.org/10.1038/srep27721>
- Kurtul, S., & Kurtul, N. 2018. The level of knowledge about radiation safety and the frequency of the use of protective equipment among healthcare workers exposed to radiation in different units. *Turk Onkoloji Dergisi*, 33(3), 102–107. <https://doi.org/10.5505/tjo.2018.1795>
- Maharjan, S., Parajuli, K., Sah, S., & Poudel, U. 2020. Knowledge of radiation protection among radiology professionals and students: A medical college-based study. *European Journal of Radiology Open*, 7, 100287. <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2020.100287>
- Mayerni, Ahmad, A., Abidin, Z. 2013. Pekerja Radiasi Di Rsd Arifin Achmad,. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 7(1), 114–127. www.jurnal.com
- Moolman, N., Mulla, F., & Mdletshe, S. 2020. Radiographer knowledge and practice of paediatric radiation dose protocols in digital radiography in Gauteng. *Radiography*, 26(2), 117–121. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.09.006>
- Mori, H., Koshida, K., Ishigamori, O., & Matsubara, K. 2014. Evaluation of the effectiveness of X-ray protective aprons in experimental and practical fields. *Radiological Physics and Technology*, 7(1), 158–166. <https://doi.org/10.1007/s12194-013-0246-x>
- Nugraheni, F., Anisah, F., & Susetyo, G. A. 2022. Analisis Efek Radiasi Sinar-X pada Tubuh Manusia. 19–25.
- Ozkan, S., Aba, G., & Tekinsoy, B. 2016. The Importance of Radiation Safety in Terms of Hospital Administration and Research on the Awareness Stage of Radiology Technicians. *Journal of Academic Research in Medicine*, 6(3), 162–169. <https://doi.org/10.5152/jarem.2016.1056>
- Permadi, I. B., Aeni, A. R., & Utami, A. P. 2021. Implementasi persyaratan proteksi radiasi pada instalasi radiologi: studi literatur the implementation of radiation protection requirements in radiology installations :a literature study.
- Pohan, M. Y., Siregar, T. Z., & Panjaitan, B. 2022. Analisa Paparan Radiasi Pada Instalasi Radiologi di Rumah Sakit Islam Malahayati Medan Tahun 2021. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi JIITUJ*, 6(1), 66–72.
- Pratiwi, A. D., Indriyani, & Yunawati, I. 2021. Penerapan Proteksi Radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit. *Higeia Journal of Public Health Research and Development*, 5(3), 409–420. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia/article/view/41346/20238>
- Rahman, M. H. 2020. Radiation Hazard, Safety, Control and Protection. *Faridpur Medical College Journal*, 14(2), 100–103. <https://doi.org/10.3329/fmcj.v14i2.48188>
- Rahmayani, R., Sahara, S., & Zelviani, S. 2020. Pengukuran Dan Analisis Dosis Proteksi Radiasi Sinar-X Di Unit Radiologi Rs. Ibnu Sina Yw-Umi. *JFT: Jurnal Fisika Dan*

- Terapannya, 7(1), 87.
<https://doi.org/10.24252/jft.v7i1.14118>
- Ramanathan, S., & Ryan, J. 2015. Radiation awareness among radiology residents, technologists, fellows and staff: where do we stand? *Insights into Imaging*, 6(1), 133–139.
<https://doi.org/10.1007/s13244-014-0365-x>
- Septiyanti, I., Khalif, M. A., & Anwar, E. D. 2020. Analisis Dosis Paparan Radiasi Pada General X-Ray II Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Muhammadiyah Semarang. *Jurnal Imejing Diagnostik (IlmeD)*, 6(2), 96–102.
<https://doi.org/10.31983/jimed.v6i2.5858>
- Setyawan, A., & Djakaria, H. M. 2014. Efek Dasar Radiasi pada Jaringan. *Journal of Indonesian Radiation Oncology Society*, 5(1), 25–33.
- Sholihah, Q., Kuncoro, W., Sari, R. A., Lukodono, R. P., & Swara, S. E. 2019. Risk management of the implementation of work health safety in radiology | Gestión de riesgos de la aplicación de la seguridad de la salud en el trabajo en radiología. *Utopia y Praxis Latinoamericana*, 24(Extra6), 142–152.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7406867>
- Simanjuntak, J., Camelia, A., & Purba, I. G. 2013. Penerapan Keselamatan Radiasi pada Instalasi Radiologi di RSK Paru Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2013. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 4(November), 245–253.
- Sukmawati, C. ., Arianto, F., & Hidayanto, E. 2022. Penentuan Dosis Serap Relatif Radiasi Sinar-X 2022. *Journal Berkala Fisika*, 25(1), 7–13.
- Utami, A. P. 2019. Implementasi Manajemen Keselamatan Radiasi Sinar-X di Laboratorium Radiologi Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta. *Implementasi Manajemen Keselamatan*, 5(1), 11–19.
- Wahyuni, F., Sakti, S. P., Herry Santjojo, D. J. D., & Juswono, U. P. 2022. Bismuth Oxide Filled Polyester Composites for X-ray Radiation Shielding Applications. *Polish Journal of Environmental Studies*, 31(4), 3985–3990.
<https://doi.org/10.15244/pjoes/146935>
- Wahyuni, F., Sakti, S. P., Santjojo, D. J. D. H., Juswono, U. P., & Sanioso, D. R. 2020. The effect of delay time processing on exposure index in X-ray examination. *AIP Conference Proceedings*, 2296(November).
<https://doi.org/10.1063/5.0030629>
- Wiharja, U., & Al Bahar, A. K. 2019. Analisa Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiografi. *Jurnal.Umj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek*, 0–7.
- Williams, M. C., Stewart, C., Weir, N. W., & Newby, D. E. 2019. Using radiation safely in cardiology: What imagers need to know. *Heart*, 105(10), 798–806.
<https://doi.org/10.1136/heartjnl-2017-312493>
- Woroprobosari, N. R. 2016. Efek Stokastik Radiasi Sinar-X Dental Pada Ibu Hamil Dan Janin. *ODONTO: Dental Journal*, 3(1), 60.
<https://doi.org/10.30659/odj.3.1.60-66>
- Wulandari, D., Putu, I., & Kusman. 2023. Evaluasi Implementasi Proteksi Radiasi Di Ruang Radiologi Intervensi Instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah. *Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia*, 2(3), 604–619.
- Yoshandi, T. M., Hamdani, H. E., & Annisa. 2021. Material Analysis of Lead Aprons Using Radiography Non-Destructive Testing. *Journal of Renewable Energy and Mechanics*, 4(02), 56–62.
<https://doi.org/10.25299/rem.2021.vol4.no02.7480>