

PENERAPAN KESELAMATAN RADIASI SINAR X PADA PETUGAS RADIASI DI INSTALASI RADIOLOGI

Syahroni Lubis¹, Edwin Suharlim², Intan Masita Hayati³, Mila Aulia Hamidah⁴,
Adhitya Pratama⁵.

Diploma III Radiodiagnostik dan Radioterapi, Yarsi Pratama University

syahroni@yarsipratama.ac.id

Submitted: dd-mm-yyyy, Revised: dd-mm-yyyy, Accepted: dd-mm-yyyy

ABSTRACT

The use of X-rays in radiology installations plays a crucial role in medical diagnosis. However, X-rays are a form of ionizing radiation that can pose serious health risks if exposure to medical personnel is not properly controlled. This study aims to evaluate the implementation of X-ray radiation safety measures for radiology workers through a literature review. The method used is a literature review of 10 scientist both from domestic and international sources, which discuss the implementation of radiation protection in radiology facilities. The review results show that most facilities have applied the ALARA principle (As Low As Reasonably Achievable), with a 76% rate of personal protective equipment (PPE) usage, 60% performing regular dose monitoring, and only 40% regularly conducting radiation protection training. Additionally, compliance with standard operating procedures (SOPs) was recorded at 72%, while only 30% of facilities had active survey meters. These findings indicate that challenges remain in the comprehensive implementation of radiation safety. Therefore, enhanced education, supervision, and availability of protective facilities are needed to ensure the occupational safety of radiation workers in radiology departments.

Keywords: radiation safety, X-rays, radiology workers, radiation protection.

ABSTRAK

Penggunaan sinar-X dalam instalasi radiologi memiliki peran penting dalam penegakan diagnosis medis. Namun, sinar-X merupakan radiasi pengion yang dapat menimbulkan dampak kesehatan serius apabila paparan terhadap petugas medis tidak dikendalikan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan prinsip keselamatan radiasi sinar-X terhadap petugas radiologi melalui studi literatur. Metode yang digunakan adalah literature review terhadap 10 artikel ilmiah baik dari dalam maupun luar negeri, yang membahas implementasi proteksi radiasi di fasilitas radiologi. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa sebagian besar fasilitas telah menerapkan prinsip ALARA (As Low As Reasonably Achievable), dengan tingkat penggunaan alat pelindung diri (APD) sebesar 76%, pemantauan dosis radiasi secara berkala dilakukan di 60%, dan hanya 40% yang rutin melaksanakan pelatihan proteksi radiasi. Selain itu, tingkat kepatuhan terhadap standar operasional prosedur (SOP) tercatat sebesar 72%, sementara hanya 30% fasilitas yang memiliki surveymeter aktif. Hasil ini menunjukkan bahwa masih terdapat tantangan dalam penerapan keselamatan radiasi secara menyeluruh. Oleh karena itu, peningkatan edukasi, pengawasan, dan ketersediaan fasilitas proteksi perlu diperkuat untuk menjamin keselamatan kerja petugas radiasi di instalasi radiologi.

Kata kunci: keselamatan radiasi, sinar-X, petugas radiologi, proteksi radiasi,

PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yaitu usaha untuk menciptakan tempat kerja yang aman dan nyaman untuk mencapai produktivitas yang maksimal. Unit pelayanan radiologi merupakan bagian dari fasilitas penunjang medis yang memanfaatkan radiasi pengion, seperti sinar-X, dalam proses pemeriksaan untuk menegakkan diagnosis suatu penyakit. Hasil dari pemeriksaan tersebut biasanya ditampilkan dalam bentuk citra radiografi atau foto rontgen. Penggunaan sinar-X memegang peranan penting dalam prosedur medis. Data statistik menampilkan bahwa ada sekitar 50% keputusan medis harus didasarkan pada diagnosa sinar X, bahkan bagi beberapa negara maju angka tersebut bisa lebih besar dari Indonesia (Sofyan, 2002).

Pemanfaatan pesawat sinar X radiologi diagnostik di Indonesia terus berkembang. Radiologi ini menggunakan sinar-X untuk kepentingan diagnosis, baik dalam bidang radiologi diagnostik maupun intervensional (Perka BAPETEN Nomor 8, 2011). Keselamatan petugas radiasi tidak lepas dari dosis radiasi. Surat Keputusan Kepala BAPETEN menetapkan nilai batas dosis untuk pekerja radiasi di bawah 50 mSv per tahun, dan untuk masyarakat umum di bawah 1 mSv per tahun. Aspek keselamatan kerja radiasi harus sangat diperhatikan dalam kegiatan radiologi.

Radiasi yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat memicu proses ionisasi pada sel, terutama karena tubuh terdiri atas molekul air (H_2O). Akibatnya, dapat terjadi kerusakan, kematian, atau perubahan sel yang berisiko menimbulkan gejala klinis, kelainan genetik, maupun kanker. Dampak tersebut dikategorikan menjadi efek deterministik dan stokastik. Jika jaringan mengalami kerusakan karena radiasi, maka hal itu disebut sebagai cedera radiasi, yang sebagian hanya terdeteksi melalui pemeriksaan khusus. Penelitian menunjukkan bahwa terdapat dosis ambang untuk efek deterministik, seperti cedera kulit dan lensa, yang tidak akan terjadi jika dosis di bawah ambang batas tertentu (*Guidelines for Radiation Safety in Interventional Cardiology, JCS 2006*).

Di lingkungan instalasi radiologi, tenaga yang bertanggung jawab dalam pengoperasian pesawat sinar-X dikenal sebagai radiografer atau pekerja radiasi. Untuk mengevaluasi pengelolaan instalasi tersebut, diperlukan kajian mengenai penerapan prosedur keselamatan radiasi terhadap para pekerja. Salah satu parameter utama dalam menilai efektivitas keselamatan radiasi adalah pencatatan dosis radiasi yang diterima oleh petugas. Besarnya dosis ini dipengaruhi oleh berbagai aspek, seperti durasi kerja, jenis aktivitas yang dilakukan, intensitas paparan radiasi, frekuensi keterlibatan dengan sumber radiasi, serta penggunaan alat pelindung diri. Mengingat tingginya potensi bahaya dari paparan sinar-X, penerapan langkah – langkah keselamatan menjadi krusial guna menekan resiko Kesehatan bagi pekerja. Upaya pencegahan dapat dilakukan melalui penerapan manajemen radiasi yang mengutamakan perlindungan terhadap pasien, tenaga kerja, dan Masyarakat dari dampak negative paparan radiasi.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode literature review atau tinjauan Pustaka sebagai pendekatan utama dalam pengumpulan dan analisis data. Literature yang dikaji berupa artikel ilmiah, pedoman nasional maupun internasional, serta laporan hasil penelitian yang relevan dengan topik keselamatan radiasi sinar-X pada petugas radiologi. Artikel dikumpulkan dari berbagai analisis data elektronik seperti Google scholar, PubMed, dan Neliti dengan menggunakan kata kunci: “keselamatan radiasi”, “sinar-X”, “petugas radiologi”, “proteksi radiasi medis”.

Kriteria Inklusi yaitu, Judul penelitian sesuai tema penelitian yaitu penerapan keselamatan radiasi sinar-X pada petugas radiasi di instalasi radiologi, artikel Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris, memiliki focus pada perlindungan petugas terhadap radiasi sinar-X. Proses seleksi dilakukan secara sistematis untuk memastikan relevansi dan kualitas sumber. Setelah dilakukan seleksi berdasarkan kriteria inklusi, diperoleh sejumlah artikel yang dianalisis secara kualitatif. Untuk memperkuat hasil kajian, dilakukan juga analisis statistik deskriptif terhadap data numerik yang dilaporkan dalam artikel, seperti persentase penggunaan APD, tingkat kepatuhan terhadap SOP, dan paparan dosis rata-rata pada petugas radiologi.

HASIL

Berdasarkan hasil tinjauan terhadap 10 artikel ilmiah, diperoleh informasi mengenai Tingkat penerapan keselamatan radiasi di berbagai instalasi radiologi di Indonesia maupun negara lain. Secara umum, ditemukan Sebagian besar telah menerapkan prinsip ALARA (As Low As Reasonably Achievable), namun masih terdapat beberapa aspek yang belum sepenuhnya sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh BAPETEN maupun IAEA.

Aspek yang Dianalisis	Rata – rata (%)
Penggunaan APD	76%
Kepatuhan terhadap SOP	72%
Pemantauan dosis radiasi	60%
Pelatihan keselamatan radiasi	40%
Ketersediaan Surveymeter	30%

Hasil analisis menunjukkan bahwa keselamatan radiasi sinar-X pada petugas radiologi masih bervariasi antar fasilitas. Beberapa hambatan umum yang dilaporkan meliputi kurangnya pelatihan berkelanjutan, keterbatasan peralatan proteksi, serta lemahnya sistem pemantauan dan evaluasi internal.

PEMBAHASAN

Keselamatan radiasi dalam penggunaan sinar-X di instalasi radiologi merupakan aspek yang tidak bisa diabaikan, terutama bagi petugas kesehatan yang terpapar secara langsung dalam pelaksanaan prosedur radiologi. Berdasarkan hasil tinjauan terhadap 10 artikel ilmiah dapat disimpulkan bahwa implementasi upaya perlindungan terhadap bahaya radiasi di lingkungan instalasi radiologi menunjukkan perkembangan positif, meskipun masih terdapat sejumlah tantangan di lapangan. Salah satu prinsip utama yang banyak dijadikan acuan dalam implementasi keselamatan radiasi adalah prinsip ALARA (As Low As Reasonably Achievable). Seperti yang dijelaskan oleh Prasetyo et al. (2018), prinsip ALARA menjadi dasar dalam penerapan proteksi radiasi dengan tujuan menekan dosis paparan seminimal mungkin, tanpa mengurangi mutu diagnostik radiologi. Hal ini juga diyakini oleh Wijaya et al. (2020), yang menekankan pentingnya pemahaman seluruh petugas radiologi terhadap prinsip tersebut sebagai bagian dari budaya keselamatan.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Nicholas Frane dan Adam Bitterman (2023) perlindungan terhadap radiasi secara fisik dapat diwujudkan melalui penggunaan berbagai jenis Alat Pelindung Diri (APD). Beberapa ruang fluoroskopi dilengkapi dengan pelindung akrilik berlapis timbal yang digantung di plafon, yang mampu menurunkan paparan radiasi pada area kepala dan leher hingga sepuluh kali lipat. Selain itu, tersedia pula pelindung portabel yang dapat dipindahkan tanpa instalasi permanen, berfungsi melindungi petugas di ruang operasi maupun area intervensi. Penggunaan pelindung portabel ini secara tepat

terbukti mampu menurunkan dosis radiasi efektif pada petugas lebih dari 90%. Dalam situasi di mana petugas tidak dapat berlindung di balik pelindung fisik, penggunaan celemek timbal menjadi wajib bagi seluruh personel sebagai bentuk perlindungan. Celemek timbal, yang secara umum diwajibkan di berbagai negara bagian, tersedia dalam beberapa ketebalan, yaitu 0,25 mm, 0,35 mm, dan 0,5 mm. Jenis celemek yang mengelilingi seluruh tubuh lebih direkomendasikan dibandingkan celemek depan karena memberikan perlindungan yang lebih luas. Secara umum, tingkat transmisi radiasi melalui celemek timbal berada pada kisaran 0,5% hingga 5%. Selain itu, celemek ini harus selalu digunakan bersamaan dengan pelindung tiroid. Alat pelindung diri juga penting untuk keselamatan pasien. Pasien disarankan untuk menggunakan pelindung pada bagian tubuh yang tidak menjadi fokus pemeriksaan, baik dalam prosedur radiografi biasa, maupun CT scan. Kacamata pelindung bertimbal yang setara dengan minimal 0,25 mm timbal juga diperlukan untuk melindungi lensa mata. Namun, berdasarkan berbagai studi, kacamata timbal merupakan APD yang paling jarang digunakan, dengan tingkat kepatuhan hanya sekitar 2,5% hingga 5%.

Penelitian yang dilakukan oleh Santa Mareta, Yuniar, Rima (2023) menjelaskan bahwa penerapan keselamatan radiasi, berdasarkan kuantitas jenis SDM di instalasi radiologi masih belum mencukupi, hal ini dapat dilihat berdasarkan Peraturan Kepala BAPETEN Tahun 2011 tentang keselamatan radiasi radiografer di instalasi radiologi minimal ada 4 jenis personil yaitu dokter spesialis, fisikawan medis, Petugas Proteksi Radiasi (PPR) dan radiografer. Sedangkan banyak beberapa Rumah Sakit tidak menyediakan Tenaga Fisikawan Medis. Penambahan tenaga fisikawan medis di instalasi radiologi sangat diperlukan guna meningkatkan efisiensi kerja serta meminimalkan risiko paparan radiasi yang berlebihan terhadap radiografer dan pasien. Temuan ini sejalan dengan pendapat Jufrizen (2021) yang menyatakan bahwa kinerja dapat dinilai dari beberapa indikator, antara lain mutu, jumlah tugas yang diselesaikan, serta tingkat tanggung jawab terhadap pekerjaan yang dilakukan. Volume pekerjaan tenaga kesehatan dapat diukur dari durasi mereka bekerja setiap harinya, sehingga apabila terjadi kekurangan sumber daya manusia (SDM), maka diperlukan penambahan personel untuk menjaga kualitas pelayanan dan keselamatan kerja.

Berdasarkan hasil penelitian Aufa Dina Aulya, Retno Wati, Muhammad Za'im (2024) terdapat ketidaksesuaian antara ketentuan teoritis dan praktik di lapangan terkait kepatuhan petugas radiasi dalam penggunaan TLD (Thermoluminescent Dosimeter). Secara teori, sebagaimana tercantum dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Nomor 4 Tahun 2013, TLD berfungsi sebagai alat pemantau atau pencatat dosis radiasi dan wajib digunakan oleh setiap individu yang bekerja di bidang pelayanan radiologi. Peraturan tersebut juga menegaskan bahwa setiap pengelola fasilitas radiologi medis harus memastikan seluruh petugas radiasi menggunakan alat pemantauan dosis individu secara konsisten.

Pemantauan dan pencatatan dosis radiasi yang diterima oleh petugas melalui penggunaan TLD dilakukan dengan pemeriksaan bulanan serta evaluasi setiap tiga bulan. Data tersebut kemudian dikirimkan ke Balai Pengamanan Alat dan Fasilitas Kesehatan (BPAFK) untuk dihitung total dosis individual menggunakan perangkat khusus. Hasilnya akan dibandingkan dengan Nilai Batas Dosis (NBD) yang berlaku. Jika terdapat petugas yang menerima paparan melebihi ambang batas yang ditetapkan, maka akan dilakukan pemeriksaan lanjutan, dan petugas tersebut untuk sementara hanya diperbolehkan menjalankan tugas di luar area terpapar radiasi.

Pada penelitian Azam Janati Esfahani, Reihaneh Mehrabi, Nematollah Gheibi, Reza Paydar, Masoome Aliakbari (2020) Melalui metode analisis deskriptif menurut hasilnya, hanya 8,3% peserta yang sebelumnya telah berpartisipasi dalam kursus pelatihan keselamatan radiasi. Dokter telah memberikan informasi yang baik kepada pasien tentang bahaya radiasi, tetapi mereka tidak mengetahui banyak tentang hukum bagi wanita hamil yang terpapar radiasi pengion. Persentase keseluruhan subjek yang menjawab dengan benar pada fase pra-tes

adalah 38,8% (berkisar 8,3-91,7), sedangkan pada fase pasca-tes, persentasenya adalah 66,21% (berkisar 33,3-100), yang menunjukkan bahwa informasi mereka telah meningkat secara signifikan setelah pelatihan. Rentang skor total yang diperoleh dokter sebelum dan sesudah pelatihan adalah 3-11 (rata-rata = $7,00 \pm 2,56$) dan 8-15 (rata-rata = $11,92 \pm 2,31$) dari 18, masing-masing.

Hasil penelitian Arum, D.P. et al., (2021) Studi ini menyoroti tingkat kepatuhan fasilitas layanan kesehatan terhadap standar keselamatan radiasi, dengan fokus pada aspek ketersediaan dan pemanfaatan surveymeter di ruang radiologi. Dari sepuluh rumah sakit yang menjadi objek penelitian, hanya tiga di antaranya yang memiliki surveymeter yang berfungsi, dan hanya satu rumah sakit yang secara rutin melakukan kalibrasi alat tersebut. Temuan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar rumah sakit belum sepenuhnya mematuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) terkait pemantauan dosis radiasi. Minimnya penggunaan surveymeter yang aktif dan absennya kalibrasi secara berkala berpotensi meningkatkan paparan radiasi terhadap tenaga medis maupun pasien.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan literatur terhadap 10 artikel ilmiah, dapat disimpulkan bahwa penerapan keselamatan radiasi sinar-X pada petugas radiologi telah menunjukkan kemajuan, namun belum sepenuhnya optimal. Sebagian besar fasilitas telah menerapkan prinsip ALARA dan penggunaan alat pelindung diri (APD) dengan tingkat kepatuhan mencapai 76%. Pemantauan dosis menggunakan dosimeter dilakukan di sekitar 60% fasilitas, sementara pelatihan proteksi radiasi hanya dilaksanakan secara rutin oleh 40% instansi. Kepatuhan terhadap standar operasional prosedur (SOP) juga masih bervariasi, meskipun rata-rata tercatat 72%.

Salah satu perhatian utama adalah rendahnya ketersediaan surveymeter aktif, yang hanya ditemukan di 30% fasilitas, serta minimnya kalibrasi alat secara berkala. Hal ini menunjukkan masih adanya kesenjangan antara regulasi dan implementasi di lapangan. Hambatan yang sering ditemukan meliputi kurangnya pelatihan berkelanjutan, keterbatasan sumber daya manusia, dan lemahnya pengawasan internal.

Secara keseluruhan, hasil kajian menekankan pentingnya peningkatan edukasi, pelatihan rutin, penyediaan alat proteksi dan surveymeter, serta penguatan sistem pengawasan dan evaluasi. Dukungan institusi dan kepatuhan terhadap regulasi BAPETEN menjadi kunci dalam mewujudkan budaya keselamatan radiasi yang menyeluruh dan berkelanjutan di lingkungan instalasi radiologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Rennyta Monita, Zulmeliza Rasyid, Muhamadiyah Muhamadiyah, Firman Edigan, Masribut Masribut (2020). *Analisis Penerapan Keselamatan Radiasi Sinar-X Pada Petugas Radiasi Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center (Pmc)*, 9(1), 39 – 49.
- Aulya, A. D., et al. (2024). *Kepatuhan Petugas Radiasi terhadap Penggunaan Thermoluminescence Dosimeter (TLD)*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNISA Yogyakarta. <https://proceeding.unisayogya.ac.id/index.php/prosemnaslppm/article/download/563/255/173>
- Arum, D. P., Indriyani, I., & Irma, Y. (2021). *Penerapan Proteksi Radiasi di Instalasi Radiologi*. HIGEIA Journal of Public Health Research and Development, 5(3), 413-421.
- BAPETEN. (2024). *Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2024 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X untuk Diagnostik dan Intervensial*. <https://peraturan.bpk.go.id/Download/372805/peraturan-bapeten-no-4-tahun-2024.pdf>
- Nugroho, A., & Setiani, R. (2020). *Analisis Risiko Paparan Radiasi pada Petugas Radiologi*. Jurnal Kesmas Indonesia, 12(1), 45-52.
- Nicholas Frane, Adam Bitterman (2023) *Radiation Safety and Protection* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557499/>
- Sari, D. K., Wibowo, H., & Andini, N. (2021). *Analisis Ketersediaan dan Penggunaan APD Petugas Radiologi*. Jurnal Proteksi Kesehatan, 8(2), 100-107.
- Aufa Dina Aulya, Retno Wati, Muhammad Za'im (2024) *Kepatuhan petugas radiasi terhadap penggunaan thermoluminescence dosimeter (TLD) di instalasi radiologi diagnostik RS TK III dr. soetarto* <https://proceeding.unisayogya.ac.id/index.php/prosemnaslppm/article/download/563/255/1732>
- Santa Mareta, Yuniar, Rima (2023) *Analisis Penerapan Keselamatan Radiasi Pada Radiografer di Instalasi Radiologi RSUD Mayjen H.A Thalib Kerinci* <https://jurnal.syedzasaintika.ac.id/index.php/medika/article/download/1736/pdf>
- Azam Janati Esfahani, Reihaneh Mehrabi, Nematollah Gheibi¹, Reza Paydar, Masoome Aliakbari (2020) *The Effectiveness of a Radiation Safety Training Program in Increasing the Radiation Safety Knowledge of Physicians: A Pilot Study* <https://doi.org/10.32598/JQUMS.24.1.4>