

## EVALUASI KEBOCORAN RADIASI SELAMA RADIOGRAFI LUMBAL: IMPLIKASI TERHADAP PROTOKOL KESELAMATAN DI FASILITAS KESEHATAN

*Evaluation of Radiation Leakage During Lumbar Radiography: Implications for Safety Protocols in Healthcare Settings*

**Abdul Gamal Sukaryono\*, Hamdi Rubiyanto, Ardilah Ramadhani**

Program Studi Radiodiagnistik dan Radioterapi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Pertamedika, Jakarta, Indonesia

\*Email Korespondensi: Abahgamal46@gmail.com

### Abstrak

**Latar belakang:** Laju kebocoran radiasi selama prosedur radiografi lumbal di fasilitas kesehatan dapat menimbulkan risiko signifikan bagi tenaga medis dan pasien. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kebocoran radiasi pada meja kontrol di Instalasi Radiologi Konvensional Rumah Sakit Pusat Pertamina, dengan fokus pada pengaruh kondisi pintu ruang pemeriksaan (terbuka vs tertutup) terhadap paparan radiasi. **Metode:** Metode yang digunakan adalah penelitian kuantitatif deskriptif dengan observasi langsung, di mana pengukuran dilakukan menggunakan Victoreen Survey Meter. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan radiasi meningkat secara signifikan saat pintu ruang pemeriksaan terbuka (0,3 mR/jam) dibandingkan dengan saat pintu tertutup (0,1 mR/jam). **Kesimpulan:** Temuan ini menggarisbawahi pentingnya penerapan prosedur keselamatan radiasi yang ketat dan perlunya pengawasan yang lebih intensif terhadap pengelolaan paparan radiasi. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengetahuan mengenai keselamatan radiasi di fasilitas kesehatan dan menekankan perlunya pelatihan serta pemantauan berkelanjutan untuk melindungi tenaga medis dan pasien. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi solusi teknis guna mengurangi potensi kebocoran radiasi.

**Kata Kunci:** Kebocoran Radiasi, Radiografi Lumbal, Keselamatan Radiasi, Tenaga Medis, Paparan Radiasi

### Abstract

**Background:** The rate of radiation leakage during lumbar radiography procedures in healthcare facilities can pose significant risks to both medical personnel and patients. **Objective:** This study aims to evaluate the level of radiation leakage at the control table in the Conventional Radiology Department of Pertamina Central Hospital, with a focus on the impact of the room door condition (open vs closed) on radiation exposure. **Method:** The methodology employed was a descriptive quantitative research design with direct observation, where measurements were taken using a Victoreen Survey Meter. **Results:** The results showed a significant increase in radiation exposure when the room door was open (0.3 mR/h) compared to when the door was closed (0.1 mR/h). **Conclusion:** These findings highlight the importance of implementing stringent radiation safety protocols and the need for more intensive monitoring of radiation exposure management. This study contributes to the existing knowledge on radiation safety in healthcare facilities and emphasizes the necessity for ongoing training and monitoring to protect both medical staff and patients. Further research is needed to explore technical solutions to reduce the potential for radiation leakage.

**Keywords:** Radiation Leakage, Lumbar Radiography, Radiation Safety, Medical Personnel, Radiation Exposure

## PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) telah menjadi topik yang mendapat perhatian signifikan di berbagai sektor industri, khususnya dalam bidang kesehatan. Tujuan utama dari K3 adalah untuk memastikan keutuhan dan keselamatan fisik serta mental tenaga kerja dalam

rangka menciptakan kinerja yang optimal. Dalam konteks ini, keselamatan dan kesehatan kerja tidak hanya berfokus pada perlindungan terhadap pekerja, tetapi juga terhadap masyarakat dan lingkungan sekitar. Dalam filosofi K3 yang diutarakan oleh Mangkunegara [1], disebutkan bahwa keselamatan kerja adalah sebuah usaha yang lebih luas yang tidak hanya bertujuan untuk melindungi individu, tetapi juga untuk mendukung pencapaian masyarakat yang lebih adil dan makmur. Hal ini menunjukkan bahwa keselamatan kerja berperan penting dalam menjamin kualitas dan keberlanjutan organisasi, baik itu rumah sakit, industri, atau lembaga lainnya yang berhubungan dengan tenaga kerja. Monical et al (2023) bahwa manajemen risiko K3 yang efektif meningkatkan keselamatan di tempat kerja, melindungi karyawan dan meningkatkan produktivitas. Ini menyoroti pentingnya mengidentifikasi bahaya dan menilai risiko, yang pada akhirnya berkontribusi pada lingkungan yang lebih aman bagi pekerja dan masyarakat sekitarnya [2], [3].

Dalam sektor kesehatan, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang kedokteran, telah menghasilkan kemajuan pesat dalam metode pengobatan dan diagnostik [4]. Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah radiologi diagnostik, yang memungkinkan deteksi berbagai penyakit dan kondisi medis secara lebih akurat [5]. Namun, penggunaan radiologi diagnostik yang tidak diimbangi dengan perhatian terhadap prinsip-prinsip keselamatan radiasi dapat berpotensi menimbulkan dampak negatif, baik terhadap pasien, tenaga kesehatan, maupun masyarakat di sekitarnya [4]. Oleh karena itu, penting untuk mengatur keselamatan kerja dalam penggunaan radiasi pengion, yang digunakan dalam teknologi radiologi [4]. Peraturan tentang keselamatan radiasi menjadi landasan utama untuk melindungi individu dari paparan radiasi yang berbahaya [6]. Selain itu, setiap individu yang bekerja dengan sumber radiasi pengion, seperti petugas medis dan teknisi radiologi, harus memahami dan mematuhi ketentuan keselamatan ini agar tidak terjadi risiko yang dapat membahayakan kesehatan mereka [4].

Penggunaan teknologi radiologi diagnostik di sektor kesehatan harus diimbangi dengan perhatian yang serius terhadap keselamatan radiasi [4]. Penerapan prinsip-prinsip keselamatan radiasi akan memastikan penggunaan teknologi ini secara aman dan berkelanjutan, serta melindungi pasien, tenaga kesehatan, dan masyarakat dari paparan radiasi yang berbahaya [4], [6]-[8].

Dalam konteks peraturan keselamatan kerja, Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Nomor 4 Tahun 2013 mengatur tentang keselamatan radiasi sebagai langkah perlindungan terhadap pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup dari bahaya yang ditimbulkan oleh radiasi pengion [5], [9]. Peraturan ini mencakup berbagai ketentuan, termasuk pembatasan dosis radiasi untuk pekerja dan masyarakat, pengawasan terhadap keselamatan radiasi, serta penyusunan organisasi proteksi radiasi yang efektif di setiap instalasi yang menggunakan sumber radiasi. Disisi lain, meskipun banyak instalasi yang telah menerapkan kebijakan keselamatan radiasi, banyak pengalaman menunjukkan bahwa tidak semua pekerja dapat secara konsisten menerapkan prinsip keselamatan yang telah ditetapkan. Hal ini disebabkan oleh tekanan pekerjaan yang tinggi dan kurangnya pengawasan yang memadai, sehingga berpotensi menambah risiko kecelakaan atau paparan radiasi yang membahayakan. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang lebih efisien dan efektif dalam mengelola keselamatan radiasi, termasuk adanya petugas proteksi radiasi yang memiliki wewenang untuk bertindak secara tepat waktu dalam menghadapi potensi bahaya.

Masalah utama yang muncul dalam hal ini adalah ketidakterpaduan dalam implementasi keselamatan radiasi di fasilitas kesehatan dan penggunaan teknologi radiologi [5], [6]. Banyak rumah sakit dan institusi medis lainnya yang belum memiliki organisasi proteksi radiasi yang memadai, atau jika ada, fungsinya tidak berjalan secara efektif. Selain itu, kurangnya pelatihan dan pemahaman di kalangan tenaga kesehatan mengenai pentingnya keselamatan radiasi sering kali menyebabkan ketidakpatuhan terhadap prosedur yang telah ditetapkan [7]. Akibatnya, risiko kecelakaan atau paparan radiasi meningkat, yang pada akhirnya dapat membahayakan keselamatan pekerja dan pasien. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa ketidakpatuhan terhadap prosedur keselamatan ini banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kurangnya pengawasan, kurangnya pemahaman tentang bahaya radiasi, dan beban kerja yang tinggi bagi petugas medis [10].

Solusi untuk mengatasi masalah ini telah banyak dikemukakan dalam berbagai literatur, baik dari segi kebijakan maupun pendekatan praktis dalam mengelola keselamatan radiasi. Salah satu solusi yang sering diusulkan adalah pembentukan organisasi atau tim proteksi radiasi yang khusus bertugas untuk mengawasi dan memastikan keselamatan kerja di lingkungan yang berisiko tinggi terhadap paparan radiasi. Berdasarkan penelitian sebelumnya, beberapa faktor yang mempengaruhi ketidakpatuhan terhadap prosedur keselamatan radiasi di kalangan tenaga kesehatan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa lemahnya pengawasan dan penegakan peraturan keselamatan radiasi oleh otoritas yang berwenang dapat menyebabkan praktik yang tidak aman dalam penggunaan teknologi radiologi [11], [12]. Tenaga kesehatan yang tidak memahami prinsip-prinsip keselamatan radiasi dengan baik cenderung tidak mematuhi prosedur yang berlaku, sehingga meningkatkan risiko paparan radiasi yang berbahaya [11], [12]. Dan beban kerja yang tinggi bagi petugas medis dapat menjadi faktor yang mempengaruhi kepatuhan terhadap prosedur keselamatan radiasi [11]. Selain itu, faktor-faktor lain seperti kurangnya dukungan infrastruktur dan alat pelindung diri yang memadai juga dapat berkontribusi terhadap ketidakpatuhan [11]. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa upaya peningkatan pengawasan, pemahaman, dan dukungan sumber daya yang memadai bagi tenaga kesehatan menjadi penting untuk meningkatkan kepatuhan terhadap prosedur keselamatan radiasi di fasilitas kesehatan.

Namun demikian, meskipun berbagai solusi telah banyak diterapkan, terdapat kesenjangan yang masih perlu diperhatikan. Salah satunya adalah kurangnya penelitian yang lebih mendalam tentang efektivitas pelaksanaan prosedur keselamatan radiasi dalam konteks rumah sakit di Indonesia, terutama yang berkaitan dengan peran petugas proteksi radiasi dan komisi keselamatan radiasi dalam mencegah kecelakaan radiasi. Beberapa penelitian yang ada lebih banyak fokus pada aspek teknis penggunaan alat radiologi atau aspek regulasi keselamatan, sementara penelitian yang secara khusus mengkaji pengaruh pembentukan organisasi proteksi radiasi terhadap tingkat keselamatan kerja di rumah sakit masih terbatas. Hal ini menunjukkan adanya celah penelitian yang dapat dikembangkan lebih lanjut, untuk memberikan solusi yang lebih komprehensif dan berbasis bukti terhadap pengelolaan keselamatan radiasi di rumah sakit.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dan menganalisis peran organisasi proteksi radiasi dalam meningkatkan keselamatan kerja di rumah sakit yang menggunakan teknologi radiologi diagnostik. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi

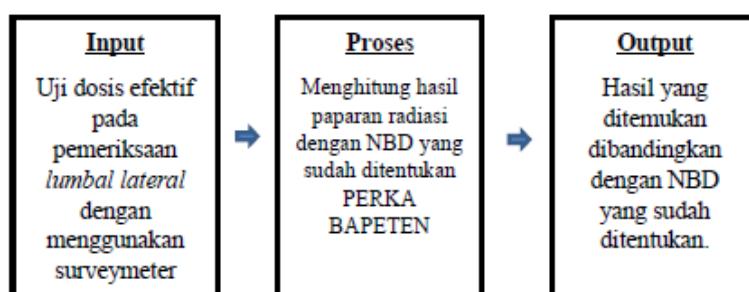
tantangan yang dihadapi oleh fasilitas kesehatan dalam menerapkan prosedur keselamatan radiasi dan mencari solusi yang lebih efektif melalui pembentukan organisasi proteksi radiasi yang lebih terstruktur. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada pendekatannya yang menggabungkan teori manajemen keselamatan kerja dengan praktik pengawasan keselamatan radiasi, serta memberikan rekomendasi berbasis data yang lebih relevan bagi rumah sakit di Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan keselamatan radiasi di rumah sakit dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi tenaga medis, pasien, dan masyarakat umum.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk mengidentifikasi dan menganalisis kebocoran radiasi pada pemeriksaan lumbal di Instalasi Radiologi Konvensional Rumah Sakit Pusat Pertamina. Jenis penelitian ini dipilih karena memungkinkan pengukuran objektif terhadap kebocoran radiasi yang terjadi selama prosedur pemeriksaan lumbal.

Fokus penelitian adalah untuk mengevaluasi potensi kebocoran radiasi yang dapat membahayakan pasien, tenaga medis, dan lingkungan sekitar. Dengan menggunakan surveymeter, peneliti dapat mengukur intensitas radiasi di sekitar area pemeriksaan untuk mendeteksi adanya kebocoran radiasi yang terjadi selama pelaksanaan prosedur tersebut. Populasi penelitian ini terdiri dari pasien yang menjalani pemeriksaan lumbal di Instalasi Radiologi Konvensional Rumah Sakit Pusat Pertamina, sementara sampelnya adalah radiografer yang melakukan pemeriksaan tersebut. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi kepustakaan, observasi langsung selama proses pemeriksaan, dan dokumentasi alat yang digunakan dalam penelitian. Observasi bertujuan untuk memperoleh data langsung mengenai kebocoran radiasi, sementara dokumentasi menyediakan bukti visual terkait perangkat yang digunakan serta proses pengukuran yang dilakukan.

Data yang terkumpul melalui metode ini kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi potensi kebocoran radiasi serta langkah-langkah keselamatan yang diterapkan. Analisis data dilakukan dengan mengorganisir, mengolah, dan menganalisis hasil pengukuran radiasi yang diperoleh. Data yang telah diolah disajikan dalam bentuk tabel atau grafik untuk mempermudah pemahaman, serta dibandingkan dengan standar keselamatan radiasi yang berlaku. Hasil analisis kemudian disimpulkan untuk memberikan gambaran mengenai tingkat kebocoran radiasi dan rekomendasi terkait langkah-langkah perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan keselamatan kerja di instalasi radiologi tersebut. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2022 di Rumah Sakit Pusat Pertamina dengan tujuan untuk memberikan kontribusi terhadap pengelolaan keselamatan radiasi di lingkungan rumah sakit.



Gambar 1. Kerangka konsep

## HASIL

Penelitian ini mengukur tingkat kebocoran radiasi pada pemeriksaan lumbal di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Pertamina, dengan menggunakan surveymeter untuk mendeteksi dosis radiasi yang terpapar pada kontrol meja dalam dua kondisi berbeda, yaitu pintu ruang pemeriksaan tertutup dan pintu terbuka. Pengukuran dilakukan pada jarak 120 cm dari sumber radiasi, dengan pengaturan eksposur menggunakan 79 kV dan 81 mAs. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada kondisi pintu tertutup, dosis radiasi yang terdeteksi adalah 0,1 mR/h, sedangkan pada kondisi pintu terbuka dosis radiasi meningkat menjadi 0,3 mR/h.

Tabel 1. Data hasil pengukuran

Data Pengujian	Hasil
Saat pintu tertutup	0,1 mR/h
Saat pintu terbuka	0,3 mR/h

Tabel 2. Cara mengkonversi dari mR/jam menjadi mSv/tahun

$$\begin{aligned}0,1 \text{ mR/jam} &= (0,001 \times 24 \text{ jam} \times 365 \text{ hari}) \text{ mSv/tahun} \\&= 8,76 \text{ mSv}\end{aligned}$$

Sedangkan Cara mengkonversi dari mR/jam menjadi mSv/tahun pada saat pintu terbuka yaitu:

Tabel 3. Cara mengkonversi dari mR/jam menjadi mSv/tahun

$$\begin{aligned}0,3 \text{ mR/jam} &= (0,003 \times 24 \text{ jam} \times 365 \text{ hari}) \text{ mSv/tahun} \\&= 26,28 \text{ mSv}\end{aligned}$$

Hasil pengukuran yang dikonversi ke dalam satuan mSv/tahun menunjukkan bahwa meskipun dosis radiasi pada kondisi pintu tertutup (8,76 mSv/tahun) tidak melebihi batas yang ditetapkan oleh BAPETEN untuk pekerja yang terpapar radiasi (50 mSv/tahun), potensi dampak jangka panjang dari paparan radiasi tetap menjadi perhatian. Paparan radiasi yang terus-menerus dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko kesehatan, seperti kanker atau kerusakan genetik. Oleh karena itu, meskipun dosis radiasi yang terukur dalam penelitian ini berada di bawah batas ambang, upaya untuk mengurangi paparan radiasi tetap menjadi prioritas utama dalam pengelolaan keselamatan radiasi di instalasi radiologi.

## PEMBAHASAN

Dosis radiasi yang lebih tinggi terukur pada kondisi pintu terbuka mengindikasikan adanya kebocoran radiasi yang lebih besar, yang berpotensi meningkatkan paparan radiasi kepada petugas medis dan pasien di sekitar area pemeriksaan. Peningkatan paparan ini dapat terjadi karena pintu yang terbuka memungkinkan radiasi tersebar lebih luas, tanpa ada penghalang fisik yang menghalangi penyebaran radiasi. Pembukaan pintu ruang pemeriksaan menyebabkan peningkatan dosis radiasi yang signifikan, yang dapat berpotensi membahayakan kesehatan petugas medis dan pasien. Dalam konteks ini, penelitian ini menegaskan pentingnya menjaga pintu ruang pemeriksaan tertutup selama prosedur radiologi untuk mengurangi risiko kebocoran radiasi. Hal ini sejalan dengan peraturan yang

diatur oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) yang menyarankan bahwa tindakan perlindungan radiasi harus dilaksanakan dengan benar untuk melindungi pekerja, anggota masyarakat, dan lingkungan dari potensi bahaya radiasi (BAPETEN, 2013).

Alat yang digunakan untuk mengukur dosis radiasi dalam penelitian ini adalah Survey Meter dari Victoreen tipe 840, yang dilengkapi dengan nomor sertifikat kalibrasi dan faktor kalibrasi yang sesuai. Alat ini berfungsi untuk mendeteksi paparan radiasi hambur yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan jika tidak dikelola dengan baik. Penggunaan alat pengukur yang terkalibrasi dengan baik, serta pemilihan pesawat rontgen yang tepat, menjadi kunci dalam pengelolaan keselamatan radiasi di instalasi radiologi. Hal ini penting karena alat yang akurat dapat memberikan informasi yang lebih valid mengenai tingkat paparan radiasi yang terjadi, yang pada gilirannya akan mempengaruhi keputusan terkait perlindungan dan prosedur keselamatan.

Dalam hal ini, pentingnya pemantauan dosis radiasi di ruang pemeriksaan radiologi menuntut standar yang ketat dalam pemilihan alat pengukur dan prosedur operasional. Dengan menggunakan alat yang tepat, seperti Survey Meter Victoreen, pengelolaan keselamatan radiasi dapat dilakukan dengan lebih efektif dan presisi. Pengukuran ini juga harus dilakukan secara rutin untuk memastikan bahwa dosis radiasi yang terpapar tetap berada dalam batas aman yang ditentukan oleh badan pengawas radiasi.

Penurunan dosis radiasi yang terpapar dapat dicapai dengan meningkatkan prosedur keselamatan dan penggunaan teknologi yang lebih efisien dalam mengurangi kebocoran radiasi. Salah satu cara untuk mencapai hal ini adalah dengan memastikan bahwa pintu ruang pemeriksaan selalu tertutup selama prosedur berlangsung, serta meminimalkan paparan radiasi pada petugas medis dengan menerapkan perlindungan yang memadai, seperti penggunaan alat pelindung diri (APD).

Penelitian ini memberikan gambaran yang jelas mengenai pentingnya penerapan prosedur keselamatan yang ketat di rumah sakit, khususnya di instalasi radiologi. Meskipun dosis radiasi yang terukur dalam penelitian ini berada dalam batas aman, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi keselamatan radiasi, seperti pengelolaan eksposur sinar-X, pemeliharaan peralatan radiologi, serta penerapan teknologi yang lebih efisien. Selain itu, penelitian ini menyoroti perlunya kebijakan rumah sakit yang ketat untuk memastikan pintu ruang pemeriksaan selalu tertutup selama pemeriksaan radiologi dilakukan. Pengawasan terhadap pelaksanaan prosedur keselamatan ini juga sangat penting untuk mengurangi risiko kebocoran radiasi yang lebih besar, yang dapat membahayakan kesehatan tenaga medis dan pasien. Penguatan pengawasan dan pelatihan yang lebih intensif bagi petugas medis dan radiografer akan meningkatkan kepatuhan terhadap prosedur keselamatan radiasi yang telah ditetapkan.

Keselamatan radiasi tidak hanya tergantung pada pelaksanaan prosedur keselamatan yang tepat, tetapi juga pada budaya keselamatan yang ada di rumah sakit tersebut. Budaya keselamatan yang kuat, yang dipromosikan oleh manajemen, dapat mendorong partisipasi karyawan dalam praktik keselamatan, serta meningkatkan kesadaran keselamatan secara keseluruhan. Oleh karena itu, penguatan budaya keselamatan di rumah sakit sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang aman dan melindungi kesejahteraan tenaga medis serta

pasien. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam tingkat paparan radiasi antara kondisi pintu ruang pemeriksaan tertutup dan pintu terbuka. Peningkatan dosis radiasi pada kondisi pintu terbuka menunjukkan bahwa kebocoran radiasi dapat terjadi dengan lebih besar ketika pintu ruang pemeriksaan tidak tertutup rapat. Temuan ini mendukung pentingnya penerapan prosedur keselamatan radiasi yang ketat dan pengawasan yang lebih baik di rumah sakit, khususnya dalam menjaga pintu ruang pemeriksaan tetap tertutup selama prosedur radiologi. Meskipun dosis radiasi yang terukur berada di bawah batas yang ditetapkan, penurunan dosis radiasi yang terpapar tetap menjadi prioritas untuk mengurangi potensi risiko kesehatan, terutama dalam jangka panjang.

## **KESIMPULAN**

Kondisi pintu terbuka menyebabkan peningkatan signifikan dosis radiasi dari 0,1 mR/h menjadi 0,3 mR/h. Hasil ini menunjukkan pentingnya prosedur keselamatan yang ketat dalam pengendalian paparan radiasi, dengan implikasi langsung bagi praktik klinis dan keselamatan kerja tenaga medis. Meskipun dosis radiasi yang terukur berada di bawah batas tahunan yang ditetapkan, peningkatan paparan dalam kondisi pintu terbuka mengindikasikan adanya risiko yang dapat diminimalkan melalui kontrol yang lebih ketat. Penelitian ini berkontribusi pada pemahaman mengenai manajemen keselamatan radiasi di fasilitas kesehatan, khususnya dalam konteks kebocoran radiasi selama pemeriksaan radiologi. Hasil ini menegaskan perlunya pemantauan yang lebih intensif terhadap prosedur keselamatan radiasi, serta peningkatan pelatihan dan pengawasan terhadap tenaga medis.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih diucapkan kepada Radiologi Rumah Sakit Pusat Pertamina, yang sudah memberikan ijin atas terselenggaranya penelitian ini. Kepala Instalasi, Pengawas Radiologi, Radiografer, administrasi, perawat dan yang lainnya yang telah membantu pengambilan data.

## **KONFLIK KEPENTINGAN**

Tidak ada konflik dalam publikasi artikel ini

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Mangkunegara, *Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) : Definisi, indikator penyebab, dan tujuan penerapan K3*. 2002.
- [2] M. M. Hetharia and F. Yuamita, "Usulan Perbaikan Manajemen Risiko Untuk Penerapan Program K3," *J. Teknol. dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 2, no. 2, pp. 115–122, Sep. 2023, doi: 10.56071/jtmsi.v2i2.620.
- [3] Muhammad Rifqi, O. Fajarianto, and Husni Thamrin, "Recommendations for Occupational Safety and Health (K3) as a Means in Increasing Employee Performance Productivity," *IJESS Int. J. Educ. Soc. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 52–56, Apr. 2023, doi: 10.56371/ijess.v4i1.145.
- [4] K. Hayati and R. Zuliaty, "Tingkat Pengetahuan Ibu Hamil Tentang Efek Radiasi Sinar-X Di Bidang Kedokteran Gigi Pada Saat Kehamilan (Studi Dilakukan Di Praktek Bidan Swasta Desa Suka Damai Kecamatan Lueng Bata Banda Aceh)," *Cakradonya Dent. J.*, vol. 11, no. 2, pp. 91–97, 2023, doi: 10.24815/cdj.v11i2.16150.
- [5] K. Sari, N. N. Surahmi, C. A. Della, and N. Supriyanti, "Analisis Tingkat Kepatuhan Radiografer Terhadap Pemakaian Apron Kepada Pasien Di Rumah Sakit Pertamedika

- Ummi Rosnati Banda Aceh," *Perisai J. Pendidik. Dan Ris. Ilmu Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 56-65, 2022, doi: 10.32672/perisai.v1i1.57.
- [6] M. Asmirajanti, Y. Aliyupiudin, S. Rusmini, P. R. Rumondang, D. Chanafie, and S. Supyono, "Penerapan Standar Akreditasi Terhadap Mutu Dan Keselamatan Pasien Sebelum Dan Selama Pandemi Covid 19," *J. Hosp. Accredit.*, vol. 3, no. 2, pp. 65-70, 2021, doi: 10.35727/jha.v3i2.93.
  - [7] Z. A. Z. Abidin, D. A. D. Alkrytania, and I. I. N. Indrajati, "Analisis Bahan Apron Sintetis Dengan Filler Timbal (Ii) Oksida Sesuai Sni Untuk Ppoteksi Radiasi Sinar-X," *J. Forum Nukl.*, vol. 9, no. 1, p. 38, 2017, doi: 10.17146/jfn.2015.9.1.3562.
  - [8] P. R. Julianti, "Pemetaan Paparan Radiasi Ruang CT-Scan Dan Radiografi Umum Rumah Sakit Universitas Tanjungpura Pontianak," *Prism. Fis.*, vol. 10, no. 3, p. 382, 2023, doi: 10.26418/pf.v10i3.59890.
  - [9] Bapeten, "Peraturan Kepala Badan No 4 Tahun 2013 Tentang Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir." 2013.
  - [10] L. Maghfiroh and T. N. Rochmah, "Analisis Kesiapan Puskesmas Demangan Kota Madiun Dalam Menghadapi Akreditasi," *Media Kesehat. Masy. Indones.*, vol. 13, no. 4, p. 329, 2017, doi: 10.30597/mkmi.v13i4.1665.
  - [11] E. Lestari, N. Berliana, and P. S. Harapan, "Faktor Pengetahuan Dan Pengawasan Terhadap Pelaksanaan K3 Pada Karyawan Service Di Pt Agung Automall Cabang Jambi Tahun 2021," *J. Ilm. Mns. Dan Kesehat.*, vol. 5, no. 2, pp. 249-255, 2022, doi: 10.31850/makes.v6i2.1469.
  - [12] T. Sukwika, N. Naimah, and B. Hasibuan, "Determinan Perilaku Keselamatan Dan Kesehatan Tenaga Medis Menggunakan Pemoderasi Risk-Taking Personality," *Faletehan Heal. J.*, vol. 10, no. 01, pp. 1-8, 2023, doi: 10.33746/fhj.v10i01.452.