
STRATEGI PENINGKATAN KESELAMATAN RADIASI DALAM RADIOTERAPI: PENDEKATAN FENOMENOLOGIS TERHADAP TANTANGAN DAN SOLUSI DARI PERSPEKTIF TENAGA KESEHATAN

Enhancing Radiation Safety in Radiotherapy: A Phenomenological Approach to Challenges and Solutions from Healthcare Workers' Perspectives

Rakhmat Hidayat*, Dian Mahmuda, Jihan Nurjannah Huwaida

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

*Email Korespondensi: rakhmatx2hidayat@gmail.com

Abstrak

Latar Belakang: Keselamatan radiasi dalam radioterapi merupakan elemen krusial untuk melindungi tenaga kesehatan dan pasien dari risiko paparan radiasi yang tidak terkendali. Tantangan utama mencakup keterbatasan pengetahuan, peralatan yang usang, beban kerja tinggi, serta dukungan manajerial yang belum optimal. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan dan strategi yang dapat meningkatkan implementasi keselamatan radiasi di unit radioterapi. **Metode:** Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif fenomenologis dengan wawancara mendalam, observasi langsung di tempat kerja, dan analisis dokumen sebagai metode pengumpulan data. Partisipan terdiri dari tenaga kesehatan di beberapa rumah sakit dengan unit radioterapi, yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. **Hasil:** Penelitian ini menemukan bahwa kesenjangan pelatihan, hambatan teknis akibat peralatan usang, dan tekanan kerja tinggi menghambat implementasi protokol keselamatan radiasi. Strategi efektif yang diidentifikasi meliputi modernisasi teknologi, pelatihan berkelanjutan, dan penguatan budaya keselamatan. **Kesimpulan:** Keselamatan radiasi dapat ditingkatkan melalui pendekatan holistik yang mencakup adopsi teknologi modern, edukasi intensif, dan dukungan manajerial yang kuat. Penerapan prinsip ALARA dan perbaikan komunikasi antarprofesional juga diperlukan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi tenaga kesehatan dan pasien.

Kata Kunci: Keselamatan Radiasi, Tenaga Kesehatan, Prinsip ALARA, Budaya Keselamatan

Abstract

Background: Radiation safety in radiotherapy is a crucial aspect to protect healthcare workers and patients from the risks of uncontrolled radiation exposure. Key challenges include limited knowledge, outdated equipment, high workloads, and suboptimal managerial support. **Objective:** This study aims to identify the challenges and strategies to enhance the implementation of radiation safety in radiotherapy units. **Methods:** This research employed a qualitative phenomenological approach with in-depth interviews, direct workplace observations, and document analysis as data collection methods. Participants included healthcare workers from several hospitals with radiotherapy units, selected using purposive sampling techniques. **Results:** The study found that gaps in training, technical barriers due to outdated equipment, and high work pressures hindered the implementation of radiation safety protocols. Effective strategies identified included technology modernization, continuous training, and strengthening a safety culture. **Conclusion:** Radiation safety can be improved through a holistic approach encompassing modern technology adoption, intensive education, and robust managerial support. Implementing the ALARA principle and improving interprofessional communication are also essential to creating a safer working environment for healthcare workers and patients.

Keywords: Radiation Safety, Healthcare Workers, ALARA Principle, Safety Culture

PENDAHULUAN

Keselamatan radiasi dalam radioterapi adalah elemen yang sangat krusial untuk melindungi tenaga kesehatan dan pasien dari dampak buruk paparan radiasi yang tidak terkendali. Efek kesehatan serius, seperti kerusakan jaringan dan risiko kanker, dapat muncul akibat paparan radiasi yang berlebihan. Oleh karena itu, penerapan sistem manajemen keselamatan radiasi yang efektif menjadi kebutuhan mendesak. Menurut Yoshandi et al. [1], komponen utama manajemen keselamatan radiasi meliputi pemantauan dosis, pendidikan, dan pelatihan tenaga kesehatan. Kepatuhan terhadap protokol keselamatan ini terbukti dapat menurunkan risiko paparan radiasi, seperti ditunjukkan dalam praktik penggunaan alat pelindung seperti apron radiasi yang efektif meningkatkan keselamatan di fasilitas kesehatan [2].

Dalam perkembangan teknologi radioterapi, akurasi pemberian dosis radiasi menjadi perhatian utama. Teknologi radioterapi stereotaktik, misalnya, memerlukan tingkat ketelitian yang sangat tinggi agar dapat meminimalkan kerusakan pada jaringan sehat di sekitar tumor. Petrarizky dan Gondhowiardjo [3] menyoroti bahwa tanpa akurasi ini, risiko efek samping yang serius bagi pasien meningkat. Di sisi lain, efek abscopal yang dipicu oleh radioterapi menunjukkan potensi besar dalam memanfaatkan respons imun tubuh untuk pengobatan kanker, namun manfaat ini hanya dapat diraih jika keselamatan radiasi diperhatikan secara komprehensif [4].

Tantangan keselamatan radiasi tidak hanya melibatkan aspek teknis, tetapi juga keterbatasan sumber daya manusia dan manajemen yang optimal. Alyousef et al. [5] menekankan bahwa rendahnya tingkat kesadaran dan pemahaman tenaga kesehatan tentang protokol keselamatan radiasi menunjukkan perlunya program pelatihan yang berkelanjutan. Selain itu, keterbatasan teknologi yang digunakan dalam radioterapi sering menjadi penghalang dalam penerapan prinsip keselamatan, terutama pada fasilitas dengan peralatan usang [6]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan komprehensif yang mencakup teknologi modern, pelatihan intensif, dan dukungan manajerial.

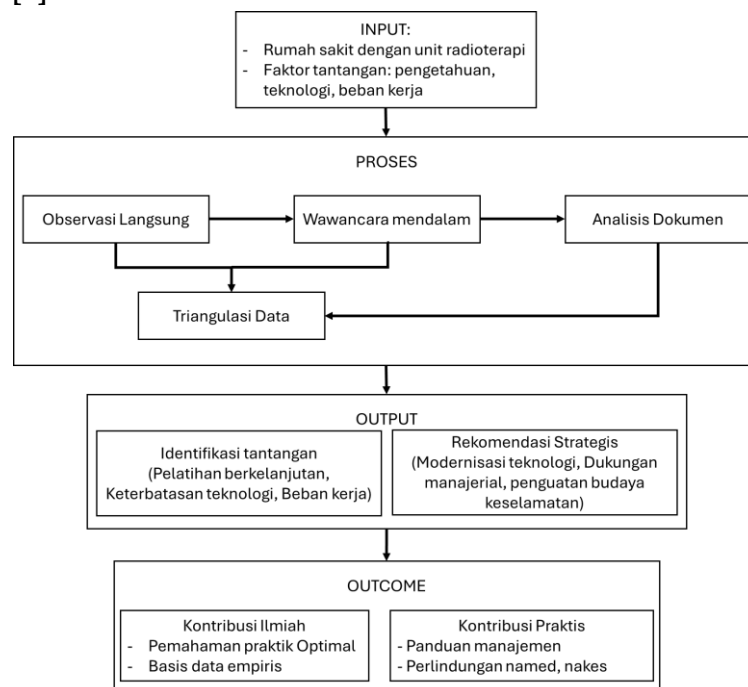
Penerapan prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) menjadi langkah strategis dalam mengurangi paparan radiasi bagi tenaga kesehatan dan pasien. Prinsip ini menekankan pentingnya penggunaan teknologi canggih, alat pelindung diri, dan pemantauan dosis radiasi secara rutin. Ranade et al. [7] menggarisbawahi bahwa pelatihan berkelanjutan memainkan peran kunci dalam meningkatkan pemahaman tenaga kesehatan terhadap pentingnya penerapan prinsip ini. Selain itu, dukungan manajemen dalam menciptakan budaya keselamatan juga diperlukan untuk mengintegrasikan prinsip ALARA ke dalam praktik sehari-hari [8].

Keselamatan radiasi tidak hanya mencerminkan perlindungan terhadap individu tetapi juga merupakan elemen penting dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan. Dengan mengadopsi teknologi canggih, memperkuat pelatihan tenaga kesehatan, dan mengembangkan budaya keselamatan kerja, risiko paparan radiasi

dapat diminimalkan. Langkah-langkah ini tidak hanya melindungi kesehatan tenaga medis tetapi juga memastikan perlindungan yang optimal bagi pasien dalam menerima terapi yang aman dan efektif.

METODE

Penelitian ini melibatkan tenaga kesehatan yang bekerja di unit radioterapi dari berbagai rumah sakit yang dipilih secara purposive. Pendekatan purposive sampling memastikan partisipan memiliki pengalaman dan pengetahuan yang relevan terkait keselamatan radiasi. Subjek penelitian mencakup dokter, teknolog radiologi, dan fisikawan medis yang memiliki keterlibatan langsung dalam pelaksanaan radioterapi [1], [2]. Proses identifikasi dimulai dengan seleksi rumah sakit berdasarkan fasilitas yang dimiliki dan keanekaragaman praktik keselamatan radiasi, mencakup rumah sakit yang menggunakan teknologi radioterapi konvensional hingga canggih seperti stereotaktik [3], [4].



Gambar 1. Model Penelitian Keselamatan Radiasi dalam Radioterapi

Wawancara semi-struktur digunakan untuk mengungkap pengalaman, tantangan, dan pandangan tenaga kesehatan terhadap penerapan protokol keselamatan radiasi. Proses wawancara dilakukan secara individual dengan durasi 30–60 menit, menggunakan pedoman pertanyaan yang dirancang untuk mengeksplorasi pemahaman dan praktik mereka. Rekaman wawancara transkripkan untuk dianalisis secara tematik, memastikan bahwa setiap pengalaman yang diungkapkan oleh partisipan dapat dijadikan data relevan untuk menjawab pertanyaan penelitian [4], [6]. Observasi langsung dilakukan untuk mencatat bagaimana tenaga kesehatan melaksanakan tugas dalam lingkungan yang mengandung risiko paparan radiasi. Fokus observasi adalah penggunaan alat pelindung diri (APD), penerapan protokol keselamatan, dan interaksi antarprofesional. Hasil pengamatan digunakan untuk

mengidentifikasi kesenjangan antara teori protokol keselamatan dengan praktik aktual di lapangan [9], [10]. Selain itu, pengamatan ini memberikan wawasan langsung tentang efektivitas kebijakan keselamatan yang diterapkan.

Dokumen yang dianalisis meliputi laporan pelatihan, protokol keselamatan, dan dokumentasi prosedur radioterapi. Tujuannya adalah untuk memahami sejauh mana kebijakan keselamatan diterapkan dan konsistensi pelaksanaannya dalam praktik. Analisis dokumen juga digunakan sebagai referensi untuk validasi temuan dari wawancara dan observasi. Data ini membantu mengidentifikasi peluang peningkatan dalam implementasi keselamatan radiasi [8].

Triangulasi data dilakukan dengan membandingkan hasil dari wawancara, observasi, dan analisis dokumen untuk memastikan keandalan dan konsistensi temuan. Dengan pendekatan ini, penelitian mampu mengungkap tema utama yang mencerminkan tantangan dan peluang dalam penerapan keselamatan radiasi di unit radioterapi. Validasi tambahan dilakukan dengan melibatkan partisipan dalam mereview hasil wawancara, memastikan bahwa interpretasi data sesuai dengan pengalaman mereka [7], [11]. Metode ini mendukung generalisasi temuan dan memberikan basis yang kuat untuk rekomendasi praktis.

HASIL

Penelitian ini mengidentifikasi sejumlah tantangan signifikan yang dihadapi tenaga kesehatan dalam melaksanakan keselamatan radiasi di unit radioterapi. Pertama, kurangnya pemahaman dan pelatihan terkait keselamatan radiasi merupakan salah satu hambatan utama. Penelitian oleh Yohandi et al. [1] menunjukkan bahwa banyak tenaga kesehatan belum sepenuhnya memahami protokol keselamatan radiasi, sehingga meningkatkan risiko paparan radiasi yang tidak diinginkan. Kondisi ini diperburuk oleh minimnya akses terhadap pelatihan berkelanjutan untuk memperbarui keterampilan dan pengetahuan tenaga kesehatan, hambatan teknis seperti peralatan radiologi yang usang juga menjadi tantangan utama. Penelitian oleh Sari et al. [2] mengungkapkan bahwa peralatan yang tidak memadai dapat mengurangi efektivitas penerapan protokol keselamatan. Selain itu, kurangnya sumber daya untuk memperbarui teknologi sering kali menghambat penerapan standar keselamatan radiasi yang optimal.

Rendahnya tingkat kepatuhan terhadap protokol keselamatan. Beban kerja yang berlebihan dapat menyebabkan stres dan kelelahan di kalangan tenaga kesehatan, yang pada gilirannya mengurangi perhatian terhadap penerapan langkah-langkah keselamatan. Penelitian oleh Ningtias [6] menggarisbawahi pentingnya penyesuaian beban kerja sebagai bagian dari strategi untuk meningkatkan kepatuhan terhadap keselamatan radiasi.

Budaya kerja manajemen yang tidak memadai turut memengaruhi efektivitas pelaksanaan keselamatan radiasi. Dalam beberapa kasus, kurangnya dukungan dari manajemen rumah sakit menghambat implementasi kebijakan keselamatan radiasi

yang efektif. Hal ini konsisten dengan temuan dari Harefa [12], yang menyoroti pentingnya komitmen manajemen dalam menciptakan budaya keselamatan yang kuat.

PEMBAHASAN

Tantangan keselamatan radiasi dalam radioterapi telah menjadi isu utama dalam praktik medis modern, terutama terkait upaya melindungi tenaga kesehatan dan pasien. Penelitian sebelumnya menyoroti bahwa kepatuhan terhadap protokol keselamatan dan penggunaan alat pelindung memiliki pengaruh signifikan terhadap pengurangan paparan radiasi [2]. Studi lain oleh Petrarizky dan Gondhowiardjo [3] menunjukkan pentingnya akurasi dalam pemberian dosis untuk menghindari efek samping serius, termasuk kerusakan jaringan sehat di sekitar tumor. Strategi ini menunjukkan bahwa keberhasilan pengelolaan keselamatan radiasi bergantung pada sistem manajemen yang terintegrasi dan dukungan teknologi.

Penelitian Hariyanto dan Munandar [4] menggarisbawahi potensi efek abscopal dari radiasi dalam merangsang respons imun tubuh, yang dapat meningkatkan efikasi terapi kanker. Namun, pengelolaan dosis yang presisi tetap menjadi faktor kritis untuk memastikan manfaat tersebut tidak terganggu oleh risiko yang tidak diinginkan. Penemuan ini menguatkan pentingnya pengawasan dan evaluasi terus-menerus terhadap protokol keselamatan yang diterapkan di lapangan.

Dalam perbandingan dengan studi-studi internasional, Ranade et al. [7] menekankan perlunya penerapan prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) yang memprioritaskan pengurangan dosis tanpa mengorbankan kualitas diagnostik dan terapeutik. Konsep serupa ditegaskan oleh Kurtul [13], yang mencatat bahwa meskipun tenaga kesehatan sering terpapar radiasi, pemahaman mereka tentang perlindungan radiasi masih perlu ditingkatkan. Ini menyoroti kebutuhan mendesak untuk pelatihan berkelanjutan guna memastikan implementasi prinsip ALARA yang konsisten di setiap fasilitas medis.

Hasil penelitian menunjukkan pentingnya strategi terintegrasi dalam meningkatkan keselamatan radiasi di unit radioterapi. Identifikasi tantangan seperti beban kerja tinggi, kurangnya pelatihan, dan keterbatasan peralatan modern menyoroti perlunya pendekatan yang komprehensif. Dengan mengacu pada prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), tenaga kesehatan telah berusaha untuk meminimalkan paparan radiasi tanpa mengorbankan efektivitas pengobatan. Namun, penerapan prinsip ini memerlukan dukungan yang memadai dalam bentuk pendidikan berkelanjutan, komunikasi yang efektif antarprofesional, serta kebijakan institusi yang tegas.

Strategi modernisasi teknologi, seperti pengadopsian teknik radioterapi stereotaktik dan pemantauan dosis waktu nyata, memberikan solusi praktis untuk mengurangi risiko paparan radiasi bagi pasien dan tenaga medis. Penelitian sebelumnya oleh Sari et al. [2] menunjukkan bahwa penggunaan alat pelindung yang

efektif dapat mengurangi tingkat paparan hingga 40%, menegaskan bahwa teknologi dan pelatihan memainkan peran sentral dalam keselamatan radioterapi.

Temuan ini memberikan dasar bagi pengembangan kebijakan yang lebih baik di bidang keselamatan radiasi. Implementasi program pelatihan reguler berbasis teknologi modern, peningkatan komunikasi dalam tim multidisiplin, dan modernisasi alat pelindung diri serta peralatan radioterapi harus menjadi prioritas utama. Dukungan dari manajemen untuk membangun budaya keselamatan yang positif dan pemberian insentif untuk kepatuhan protokol akan memastikan keberlanjutan inisiatif ini. Dengan pendekatan komprehensif, risiko paparan radiasi dapat diminimalkan, sehingga menjamin keselamatan tenaga kesehatan dan pasien. Temuan ini juga membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut dalam mengukur dampak dari strategi-strategi tersebut pada tingkat insiden paparan radiasi dan kualitas hasil terapi pasien.

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan beberapa tantangan utama dalam penerapan keselamatan radiasi di unit radioterapi. Pertama, kesenjangan pengetahuan dan pelatihan tenaga kesehatan menjadi salah satu isu kritis. Meskipun protokol keselamatan radiasi telah tersedia, pelaksanaannya sering kali tidak optimal karena kurangnya pelatihan yang berkelanjutan. Penelitian menunjukkan bahwa tenaga kesehatan memiliki pemahaman yang bervariasi mengenai risiko paparan radiasi dan langkah mitigasinya [1]. Hal ini diperparah dengan keterbatasan akses terhadap pelatihan yang komprehensif, terutama di fasilitas yang memiliki sumber daya terbatas [7].

Kedua, hambatan teknis seperti peralatan yang usang juga menjadi tantangan signifikan. Peralatan yang tidak diperbarui atau tidak berfungsi dengan baik dapat mengurangi efektivitas protokol keselamatan dan meningkatkan risiko paparan radiasi yang tidak disengaja, baik kepada tenaga kesehatan maupun pasien [2]. Dalam kasus tertentu, keterbatasan teknologi juga memengaruhi akurasi penargetan dosis pada radioterapi, yang berdampak pada keselamatan pasien [3].

Ketiga, beban kerja yang tinggi di kalangan tenaga kesehatan turut memengaruhi implementasi protokol keselamatan. Dalam situasi di mana tenaga kesehatan harus menangani banyak pasien dengan waktu yang terbatas, langkah-langkah keselamatan sering kali terabaikan [5]. Beban kerja yang tinggi juga berkontribusi pada kelelahan fisik dan mental, yang berpotensi meningkatkan risiko kesalahan dalam praktik radioterapi [12].

Keempat, keterbatasan dukungan manajerial dan budaya kerja yang belum sepenuhnya mendukung keselamatan radiasi merupakan faktor lain yang menghambat penerapan protokol keselamatan. Tanpa dukungan yang memadai dari manajemen, inisiatif untuk meningkatkan keselamatan sering kali terabaikan [8]. Hal ini menciptakan lingkungan kerja di mana keselamatan tidak selalu menjadi prioritas utama.

Temuan ini menunjukkan bahwa keselamatan radiasi di unit radioterapi menghadapi tantangan yang bersifat multidimensional, melibatkan faktor teknis, manajerial, dan perilaku tenaga kesehatan. Pendekatan yang komprehensif diperlukan untuk mengatasi tantangan ini dan meningkatkan keselamatan bagi pasien dan tenaga kesehatan.

Hasil penelitian ini mengungkapkan tantangan dalam keselamatan radiasi yang sejalan dengan temuan di literatur sebelumnya. Kesenjangan pengetahuan dan pelatihan merupakan masalah utama yang diidentifikasi dalam studi ini. Penelitian oleh Ranade et al. [7] juga menemukan bahwa tenaga kesehatan sering kali kurang memahami prinsip keselamatan radiasi, termasuk penerapan prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*). Hal ini menunjukkan perlunya pendidikan berkelanjutan untuk memastikan pemahaman yang lebih baik mengenai risiko radiasi dan cara mitigasinya.

Tantangan peralatan usang yang dihadapi fasilitas radioterapi dalam penelitian ini juga telah dibahas oleh Sari et al. [2], yang menekankan pentingnya modernisasi teknologi untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi pemberian radiasi. Studi oleh Petrarzky & Gondhowiardjo [3] memperkuat hal ini dengan menyoroti bahwa teknologi canggih, seperti stereotaktik, mampu meningkatkan keselamatan dengan meminimalkan paparan pada jaringan sehat. Dengan demikian, modernisasi peralatan menjadi langkah strategis untuk mengatasi hambatan teknis ini.

Beban kerja yang tinggi di kalangan tenaga kesehatan, sebagaimana diungkapkan dalam penelitian ini, adalah faktor lain yang berdampak pada pelaksanaan protokol keselamatan. Penelitian oleh Alyousef et al. [5] menemukan bahwa beban kerja yang berlebihan sering kali menyebabkan kelalaian dalam menerapkan langkah-langkah keselamatan. Ini sejalan dengan temuan Othman et al. [8], yang menekankan bahwa manajemen perlu mengurangi tekanan kerja melalui pengaturan yang lebih efisien dan peningkatan jumlah tenaga kesehatan.

Budaya keselamatan dan dukungan manajerial juga menjadi isu yang signifikan. Studi ini mencatat bahwa kurangnya dukungan manajerial sering kali menghambat inisiatif keselamatan. Hal ini diperkuat oleh temuan Othman et al. [8], yang menunjukkan bahwa komitmen manajemen terhadap keselamatan dapat meningkatkan kepatuhan terhadap protokol dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman.

Perbandingan dengan literatur menunjukkan bahwa meskipun tantangan yang dihadapi memiliki kesamaan secara global, strategi yang diterapkan perlu disesuaikan dengan konteks lokal. Peningkatan pelatihan, modernisasi teknologi, pengelolaan beban kerja, dan penguatan budaya keselamatan merupakan pendekatan yang konsisten direkomendasikan untuk mengatasi tantangan dalam keselamatan radiasi di radioterapi.

Temuan dalam penelitian ini menyoroti pentingnya peningkatan keselamatan radiasi di unit radioterapi, khususnya dalam konteks tantangan yang dihadapi oleh tenaga kesehatan. Kesenjangan pengetahuan dan pelatihan, seperti yang terungkap, memiliki dampak signifikan terhadap pelaksanaan protokol keselamatan radiasi. Literasi keselamatan radiasi yang rendah tidak hanya membahayakan pasien tetapi juga tenaga kesehatan. Dalam konteks ini, pendidikan dan pelatihan berkelanjutan menjadi kebutuhan mendesak, sebagaimana ditekankan oleh Ranade et al. [7]. Peningkatan kapasitas tenaga kesehatan dapat membantu meminimalkan risiko paparan radiasi melalui penerapan prinsip ALARA yang lebih konsisten.

Selain itu, tantangan teknis berupa peralatan usang menunjukkan perlunya modernisasi fasilitas radioterapi. Penggunaan teknologi canggih, seperti yang direkomendasikan oleh Petrarizky & Gondhowiardjo [3], tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga akurasi dalam pemberian radiasi, yang pada akhirnya meningkatkan keselamatan pasien. Implikasi praktisnya adalah perlunya investasi berkelanjutan dalam teknologi modern oleh manajemen rumah sakit untuk memastikan kualitas layanan dan keselamatan yang optimal.

Beban kerja yang tinggi juga menjadi faktor penting yang memengaruhi keselamatan radiasi. Pengurangan beban kerja melalui penyesuaian jadwal dan penambahan jumlah tenaga kesehatan, seperti yang diusulkan oleh Othman et al. [8], dapat meningkatkan fokus tenaga kesehatan terhadap pelaksanaan protokol keselamatan. Strategi ini tidak hanya relevan dalam konteks keselamatan tetapi juga dalam meningkatkan kesejahteraan tenaga kerja yang secara langsung memengaruhi kualitas layanan.

Pentingnya dukungan manajerial dan budaya keselamatan dalam menciptakan lingkungan kerja yang kondusif untuk keselamatan radiasi juga tidak dapat diabaikan. Othman et al. [8] mencatat bahwa komitmen manajerial terhadap keselamatan, melalui penyediaan sumber daya yang memadai dan pemantauan berkelanjutan, dapat meningkatkan kepatuhan terhadap protokol keselamatan dan mengurangi insiden paparan radiasi yang tidak diinginkan.

Secara ilmiah, hasil penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman mengenai faktor-faktor yang memengaruhi keselamatan radiasi dalam radioterapi. Secara praktis, temuan ini menegaskan perlunya pendekatan holistik yang melibatkan pendidikan, teknologi, pengelolaan beban kerja, dan penguatan budaya keselamatan untuk meningkatkan keselamatan radiasi di unit radioterapi. Dengan menerapkan strategi-strategi ini, diharapkan dapat tercipta lingkungan kerja yang lebih aman bagi tenaga kesehatan dan pasien, sekaligus meningkatkan kualitas layanan radioterapi secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyoroti tantangan dan strategi dalam meningkatkan keselamatan radiasi di unit radioterapi, dengan fokus pada pengalaman dan perspektif tenaga

kesehatan. Temuan utama menunjukkan bahwa keselamatan radiasi tidak hanya bergantung pada teknologi, tetapi juga pada faktor-faktor seperti pelatihan berkelanjutan, pengelolaan beban kerja, dukungan manajerial, dan penguatan budaya keselamatan. Kesenjangan pengetahuan, keterbatasan teknologi, dan beban kerja yang tinggi diidentifikasi sebagai hambatan utama dalam penerapan protokol keselamatan radiasi.

Secara ilmiah, hasil ini memperkuat pentingnya prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) sebagai landasan dalam meminimalkan paparan radiasi, baik kepada pasien maupun tenaga kesehatan. Secara praktis, temuan ini menggarisbawahi perlunya pendekatan holistik yang mencakup modernisasi teknologi, pengembangan kebijakan yang mendukung, dan pelatihan berbasis kompetensi untuk meningkatkan efektivitas penerapan protokol keselamatan radiasi. Dukungan dari manajemen rumah sakit dalam bentuk penyediaan sumber daya dan peningkatan fasilitas juga menjadi elemen penting untuk memastikan keselamatan radiasi yang optimal. Selain itu, komunikasi antarprofesional yang efektif dapat memperkuat koordinasi dan meningkatkan kepatuhan terhadap protokol keselamatan. Dengan implementasi strategi-strategi tersebut, diharapkan risiko paparan radiasi dapat diminimalkan, sehingga menciptakan lingkungan kerja yang aman bagi tenaga kesehatan sekaligus memberikan layanan terbaik kepada pasien.

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung pengembangan sistem keselamatan radiasi yang lebih baik dan berkelanjutan. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengukur dampak dari implementasi strategi yang diusulkan terhadap keselamatan radiasi dan kualitas hasil terapi pasien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Radiologi RSPP Jakarta Selatan, yang sudah memberikan ijin atas terselenggaranya penelitian ini. Dokter radiologi, radiografer, administrasi yang telah membantu pengambilan data.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik dalam publikasi artikel ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. M. Yoshandi, A. Saputra, and D. Purnamasari, "Overview of Radiation Safety Management System in Radiology Facility of Petala Bumi Regional General Hospital," *Med. Imaging Radiat. Prot. Res. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–21, 2022, doi: 10.54973/mirror.v2i1.208.
- [2] 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.
- [3] A. J. Petrarizky and S. Gondhowiardjo, "Akurasi Geometri Pasien Yang Menjalani Radioterapi Stereotaktik Di Departemen Radioterapi RSCM," *Radioter.*

- Onkol. Indones.*, vol. 6, no. 1, 2018, doi: 10.32532/jori.v6i1.28.
- [4] A. D. Hariyanto and A. Munandar, "Efek Abscopal Pada Kombinasi Radioterapi Dan Imunoterapi," *Radioter. Onkol. Indones.*, vol. 11, no. 1, pp. 13–16, 2020, doi: 10.32532/jori.v11i1.105.
 - [5] K. Alyousef, A. Assiri, S. Almutairi, T. Aldalham, and G. Felimban, "Awareness of Radiation Protection and Common Radiation Dose Levels Among Healthcare Workers," *Glob. J. Qual. Saf. Healthc.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–5, 2023, doi: 10.36401/jqsh-22-14.
 - [6] D. R. Ningtias, "Identifikasi Paparan Radiasi X-Ray Untuk Keselamatan Radiasi Menggunakan Random Forest Classification," *Teknika*, vol. 8, no. 2, pp. 1–13, 2023, doi: 10.52561/teknika.v8i2.288.
 - [7] A. Ranade, G. A. Oka, A. Daxini, G. Ardawatia, D. Majumder, and S. Bhaskaran, "Radiation Safety Knowledge and Practices: Is the Indian Orthopaedic Community Well-Informed?," *Indian J. Orthop.*, vol. 54, no. S1, pp. 158–164, 2020, doi: 10.1007/s43465-020-00212-5.
 - [8] S. A. Othman, N. F. A. N. Azman, N. F. A. Bakar, and N. S. Jasrin, "Safety Culture in Handling Radioactive Materials for Radiation Practitioners: A Review," *Int. J. Public Heal. Res.*, vol. 11, no. 02, pp. 1397–1406, 2021, doi: 10.17576/ijphr.1102.2021.11.
 - [9] A. Kamal, M. Khan, and N. Sadiq, "Radiation Exposure In Interventional Cardiology: Strategies For Reduction And Protection," *Biol. Clin. Sci. Res. J.*, 2023, doi: 10.54112/bcsrj.v2023i1.518.
 - [10] D. Ahmad *et al.*, "Occupational Exposure of Scatter Radiation and Proper Protective Methods," *J. Healthc. Sci.*, vol. 02, no. 11, pp. 443–448, 2022, doi: 10.52533/johs.2022.21117.
 - [11] B. L. Arafahnti, U. Umiatin, and H. Prasetio, "Pengaruh Energi Linac Terhadap Respon Film Dosimetri Gafchromic," 2023, doi: 10.21009/03.1101.fa10.
 - [12] E. I. J. Harefa, "Peningkatan Pelaksanaan Keselamatan Pasien Dalam Pelayanan Kesehatan Di Rumah Sakit," 2019, doi: 10.31227/osf.io/2g7zy.
 - [13] S. Kurtul, "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," *Turkish J. Oncol.*, 2018, doi: 10.5505/tjo.2018.1795.