



Analisis Kebijakan Antisipasi Kebocoran Radiasi dari Ruangan CT Scan di Rumah Sakit Royal Prima Medan

Rahmat Hidayatullah^{1*}, Masdalina Pane², Vierto Irennius Girsang³

¹ Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Universitas Sari Mutiara Indonesia, Indonesia

²⁻³ Ilmu Kesehatan Masyarakat, Universitas Sari Mutiara Indonesia, Indonesia

Email: rahmathidayatullah1727@gmail.com^{1*}, masdalina.pane@gmail.com², viertogirsang@gmail.com³

*Penulis Korespondensi: rahmathidayatullah1727@gmail.com¹

Abstract. *The use of radiation-based medical equipment such as CT Scan poses potential risks of radiation leakage that may endanger patients, medical personnel, and the surrounding environment if not properly managed. This study aims to analyze radiation safety policies in anticipating radiation leakage in the CT Scan unit of Royal Prima General Hospital Medan, covering policy frameworks, physical protection measures, implementation challenges, and supervision and evaluation systems. This research employed a qualitative approach with a case study design. Data were collected through in-depth interviews, observations, and document reviews related to radiation safety policies. The results indicate that radiation safety policies at Royal Prima General Hospital Medan have referred to BAPETEN regulations and international standards, particularly in the structural protection of the CT Scan room, which has been proven effective in maintaining radiation exposure levels below the permissible limits. However, policy implementation still faces several obstacles, including budget limitations, non-compliance of some medical staff with the use of personal protective equipment, and suboptimal discipline in adhering to standard operating procedures. Supervision and evaluation have been conducted internally by certified Radiation Protection Officers and externally through periodic inspections by BAPETEN, yet further strengthening is required in terms of staff behavior and safety culture. In conclusion, radiation safety policies have been technically effective, but continuous improvement in compliance, supervision, and safety culture among medical personnel is essential to sustainably minimize the risk of radiation leakage.*

Keywords: BAPETEN; CT Scan; Health Policy; Radiation Protection; Radiation Safety.

Abstrak Penggunaan alat kesehatan berbasis radiasi seperti CT Scan memiliki potensi risiko kebocoran radiasi yang dapat membahayakan pasien, tenaga medis, dan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebijakan keselamatan radiasi dalam upaya antisipasi kebocoran radiasi di ruang CT Scan Rumah Sakit Umum Royal Prima Medan, meliputi aspek kebijakan, penerapan proteksi fisik, tantangan implementasi, serta sistem pengawasan dan evaluasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam, observasi, dan telaah dokumen terkait kebijakan keselamatan radiasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebijakan keselamatan radiasi di RSU Royal Prima Medan telah mengacu pada regulasi BAPETEN dan standar internasional, khususnya dalam aspek proteksi struktural ruangan CT Scan yang terbukti efektif menekan paparan radiasi di bawah ambang batas. Namun demikian, implementasi kebijakan masih menghadapi kendala berupa keterbatasan anggaran, ketidakpatuhan sebagian tenaga medis terhadap penggunaan APD, serta kurang optimalnya disiplin dalam penerapan SOP. Sistem pengawasan dan evaluasi telah dilakukan secara internal oleh Petugas Proteksi Radiasi dan secara eksternal oleh BAPETEN, namun masih memerlukan penguatan dari aspek perilaku dan budaya keselamatan. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa kebijakan keselamatan radiasi secara teknis telah berjalan efektif, namun peningkatan kepatuhan, pengawasan, dan budaya keselamatan tenaga medis menjadi faktor kunci dalam meminimalkan risiko kebocoran radiasi secara berkelanjutan.

Kata kunci: BAPETEN; Keselamatan Radiasi; Kebijakan Kesehatan; Pemindaian CT; Perlindungan Radiasi.

1. LATAR BELAKANG

Teknologi pencitraan medis saat ini telah mengalami perkembangan pesat seiring dengan meningkatnya permintaan terhadap diagnosis yang lebih cepat dan akurat. Salah satu alat diagnostik yang telah menjadi standar dalam banyak fasilitas kesehatan adalah Computed Tomography (CT) Scan. CT Scan bekerja dengan menggunakan sinar-X untuk menghasilkan

gambar penampang tubuh dengan resolusi tinggi, memungkinkan visualisasi rinci dari organ-organ internal tanpa perlu melakukan prosedur bedah. Di antara berbagai jenis CT Scan yang tersedia, CT Scan 128 *Slice* merupakan salah satu inovasi terbaru yang mampu menghasilkan gambar dengan kecepatan pemindaian tinggi serta memberikan informasi lebih rinci mengenai struktur tubuh (Zhao dkk., 2019)

Penggunaan CT Scan 128 *Slice* merupakan salah satu kemajuan signifikan dalam bidang radiologi diagnostik, namun di balik kemampuannya mendeteksi patologi secara akurat, terdapat risiko paparan radiasi terhadap pasien, tenaga medis, dan lingkungan sekitar. Radiasi pengion yang tidak dikontrol dengan baik dapat menyebabkan kebocoran radiasi, yang berpotensi membahayakan keselamatan. Penelitian terdahulu di Indonesia masih terbatas pada aspek teknis dan kurang menyentuh aspek kebijakan rumah sakit dalam mitigasi kebocoran.

Di sisi lain, regulasi nasional seperti Peraturan Kepala BAPETEN No. 8 Tahun 2011 dan No. 4 Tahun 2013 menegaskan pentingnya sistem proteksi radiasi dan pengendalian paparan. Namun, implementasi kebijakan di lapangan belum sepenuhnya terukur. Oleh karena itu, penting untuk menganalisis kebijakan rumah sakit, khususnya Rumah Sakit Umum Royal Prima Medan, dalam mengantisipasi kebocoran radiasi melalui pendekatan deskriptif kualitatif berbasis kondisi nyata.

Namun, di balik manfaat besar yang ditawarkan oleh teknologi ini, tantangan besar yang harus dihadapi adalah pengelolaan paparan radiasi, khususnya dalam konteks kebijakan keselamatan radiasi di rumah sakit. Radiasi yang dihasilkan oleh mesin CT Scan memiliki energi yang cukup tinggi dan dapat menembus jaringan tubuh, yang dapat menimbulkan risiko kesehatan jangka panjang jika terpapar dalam jumlah yang signifikan (Zhao dkk., 2019). Oleh karena itu, kebijakan yang diterapkan oleh rumah sakit, termasuk desain ruangan dan prosedur operasional, memainkan peran penting dalam mengantisipasi kebocoran radiasi yang dapat membahayakan pasien, staf medis, maupun masyarakat di sekitar fasilitas kesehatan .

Permasalahan kebocoran radiasi dari ruangan CT Scan merupakan isu penting yang perlu diperhatikan untuk menjaga keselamatan pasien dan staf medis. Kebocoran radiasi dapat terjadi jika terdapat kesalahan dalam desain ruangan, pemeliharaan peralatan, atau prosedur operasional. Sumber kebocoran radiasi biasanya berasal dari mesin CT itu sendiri, terutama saat pemindaian berlangsung. Oleh karena itu, kebijakan rumah sakit harus mencakup pengelolaan yang komprehensif untuk memastikan bahwa ruangan CT Scan dilengkapi dengan pelindung radiasi yang memadai, seperti dinding timbal atau material lain yang sesuai. Selain itu, prosedur kontrol akses harus diterapkan untuk membatasi paparan bagi orang yang tidak terlibat langsung dalam prosedur.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (*Armao dkk., 2018*) terdapat beberapa faktor utama yang berkontribusi terhadap terjadinya kebocoran radiasi, di antaranya adalah ketebalan dinding yang tidak memadai, tata letak ruangan yang tidak sesuai, penggunaan bahan pelindung yang kurang tepat, serta kurangnya pemeliharaan rutin terhadap material pelindung seperti pintu berpelindung (*shielded door*) dan kaca timbal. Temuan ini didukung oleh studi (*Nurhayati dkk., 2019*) yang menunjukkan bahwa di Indonesia, masih banyak fasilitas kesehatan yang belum sepenuhnya mematuhi standar keselamatan radiasi yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (*BAPETEN*).

Menurut teori yang diungkapkan oleh kebijakan keselamatan radiasi di rumah sakit di Indonesia harus mengacu pada tiga pilar utama, yaitu perencanaan fasilitas yang sesuai dengan standar teknis, pelatihan berkelanjutan bagi tenaga medis, dan pengawasan ketat oleh pihak berwenang. Ketiga pilar ini saling mendukung dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman dari paparan radiasi. Di Rumah Sakit Royal Prima, kebijakan terkait antisipasi kebocoran radiasi di area ruangan CT Scan menjadi salah satu fokus utama dalam upaya meningkatkan keselamatan pasien dan tenaga medis.

Berdasarkan observasi awal, ditemukan beberapa permasalahan signifikan terkait pengelolaan kebocoran radiasi di rumah sakit ini. Salah satu permasalahan utama adalah pada penggunaan kaca observasi di ruang kontrol operator yang tidak dirancang untuk menahan radiasi dengan baik. Kaca yang digunakan saat ini adalah kaca biasa yang tidak memiliki lapisan timbal, sehingga memungkinkan radiasi menembus dan meningkatkan risiko paparan bagi tenaga medis yang bekerja di ruang kontrol. Selain itu, ruang penyimpanan yang berdekatan dengan ruangan CT Scan juga tidak dilengkapi dengan lapisan pelindung yang cukup, sehingga paparan radiasi dapat bocor ke area penyimpanan tersebut, yang berpotensi membahayakan personel lain yang bekerja di sana (*Azadbakht dkk., 2021*).

Kebijakan yang diterapkan di Rumah Sakit Royal Prima mencakup beberapa langkah strategis untuk mengantisipasi kebocoran radiasi. Salah satunya adalah penerapan standar minimum ketebalan dinding pelindung, yang sesuai dengan pedoman BAPETEN, yaitu menggunakan bahan pelindung dengan ketebalan minimal 2-3 mm untuk timbal atau 150 mm untuk beton bertulang (*Armao dkk., 2018*). Selain itu, kebijakan juga mencakup pemeliharaan rutin terhadap material pelindung seperti pintu berpelindung dan kaca timbal untuk memastikan efektivitasnya dalam menghalangi radiasi.

Rumah Sakit Royal Prima juga menerapkan konsep *Layered Shielding Zones* (zona pelindung berlapis) untuk mengurangi risiko paparan radiasi. Konsep ini membagi area ruangan CT Scan menjadi zona-zona dengan tingkat perlindungan berbeda, tergantung pada

intensitas radiasi yang dihasilkan (*A et al., 2018*) Zona dengan intensitas radiasi tinggi, seperti area di sekitar gantry CT Scan, dilengkapi dengan pelindung tambahan, sementara zona dengan intensitas lebih rendah dilindungi dengan bahan standar. Kebijakan ini dirancang untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi tenaga medis dan pasien.

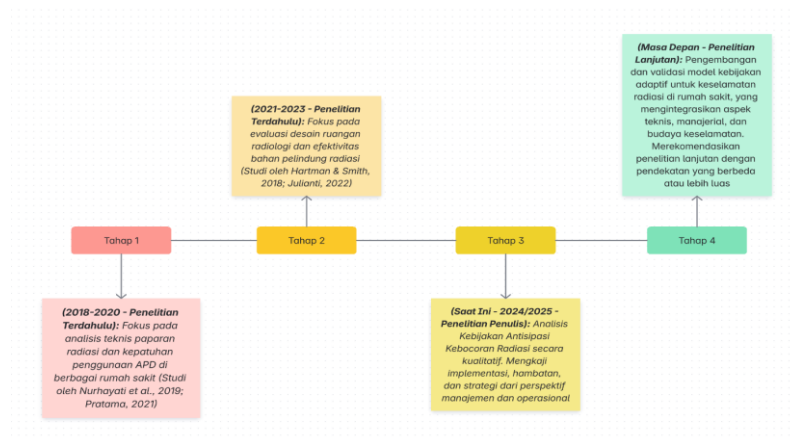
Selain aspek teknis, kebijakan di Rumah Sakit Royal Prima juga menekankan pentingnya pelatihan dan edukasi bagi tenaga medis mengenai keselamatan radiasi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh *Brown & Harris (2018)*. Pemahaman yang baik mengenai prosedur keselamatan radiasi dapat mengurangi risiko kebocoran hingga 50%. Oleh karena itu, rumah sakit secara rutin mengadakan pelatihan untuk meningkatkan kesadaran dan kompetensi tenaga medis dalam mengelola risiko radiasi.

Tantangan utama dalam implementasi kebijakan ini adalah keterbatasan dana dan sumber daya, terutama dalam pengadaan material pelindung yang memenuhi standar. Penelitian yang dilakukan oleh *Pratama (2021)* menunjukkan bahwa banyak rumah sakit di Indonesia, terutama di daerah, menggunakan material pelindung yang tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan, seperti penggunaan beton dengan ketebalan kurang dari standar atau kaca biasa sebagai pengganti kaca timbal pada ruang kontrol operator. Oleh karena itu, Rumah Sakit Royal Prima berupaya mengatasi tantangan ini dengan mengalokasikan anggaran khusus untuk peningkatan fasilitas keselamatan radiasi.

Kebijakan ini juga mencakup pemantauan berkala terhadap tingkat radiasi di area sekitar ruangan CT Scan. Pemantauan dilakukan menggunakan dosimeter untuk memastikan bahwa tingkat radiasi tetap berada di bawah batas aman yang ditetapkan oleh BAPETEN. Hasil pemantauan ini dilaporkan secara berkala kepada manajemen rumah sakit untuk evaluasi dan perbaikan kebijakan jika diperlukan.

Penelitian ini perlu dilakukan untuk memberikan solusi yang berbasis bukti terhadap permasalahan kebocoran radiasi di Rumah Sakit Royal Prima. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas kebijakan yang telah diterapkan serta memberikan rekomendasi strategis guna meningkatkan keselamatan radiasi. Dengan langkah-langkah ini, Rumah Sakit Royal Prima berharap dapat menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan nyaman bagi tenaga medis, serta memberikan pelayanan kesehatan yang lebih berkualitas kepada pasien. Kebijakan ini juga diharapkan dapat menjadi contoh bagi fasilitas kesehatan lainnya dalam mengelola risiko kebocoran radiasi secara efektif.

2. KAJIAN TEORITIS



Gambar 1. Kajian Teoritis.

Pengertian Kebijakan

Kebijakan dapat didefinisikan sebagai serangkaian keputusan atau pedoman yang dibuat oleh suatu organisasi atau institusi untuk mencapai tujuan tertentu (Sari & Waliyuddin, 2021). Dalam konteks rumah sakit, kebijakan sangat penting untuk memastikan bahwa semua prosedur dan kegiatan yang dilakukan di rumah sakit tersebut sesuai dengan standar yang ditetapkan, serta mengutamakan keselamatan pasien dan staf medis (2018).

Kebijakan rumah sakit terkait keselamatan radiasi, misalnya, dirancang untuk melindungi pasien, staf medis, dan pengunjung dari potensi bahaya radiasi yang dapat terjadi akibat penggunaan alat medis seperti CT Scan. Kebijakan ini mencakup berbagai pedoman yang mengatur penggunaan alat CT Scan, pengelolaan paparan radiasi, serta prosedur keselamatan yang harus diikuti oleh tenaga medis dan teknisi (Lestari, 2022).

Kebijakan Rumah Sakit dan Keselamatan Radiasi

Kebijakan rumah sakit adalah aturan dan pedoman yang ditetapkan oleh manajemen rumah sakit untuk mengelola berbagai aspek operasional rumah sakit, mulai dari pelayanan medis hingga keselamatan kerja. Kebijakan ini berfungsi sebagai pedoman untuk mencapai tujuan rumah sakit secara efektif dan efisien, serta memastikan bahwa pelayanan yang diberikan memenuhi standar keselamatan dan kualitas. Kebijakan ini mencakup berbagai area, termasuk prosedur medis, pengelolaan administrasi, dan keselamatan kerja, yang semuanya berperan penting dalam menciptakan lingkungan rumah sakit yang aman dan sehat bagi pasien dan tenaga medis (2022).

Kebijakan rumah sakit yang berhubungan dengan keselamatan radiasi bertujuan untuk melindungi pasien dan staf medis dari bahaya yang ditimbulkan oleh radiasi, khususnya yang berasal dari alat medis seperti CT Scan. Paparan radiasi yang berlebihan dapat menimbulkan

berbagai risiko kesehatan, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, sehingga penting bagi rumah sakit untuk memiliki kebijakan yang mengatur penggunaan radiasi secara aman (Azadbakht dkk., 2021).

Memahami Konsep Radiasi (Sinar-X) dan Perlakuannya

Regulasi Keselamatan Radiasi

Kebijakan rumah sakit terkait keselamatan radiasi harus mematuhi regulasi yang ditetapkan oleh lembaga pemerintah seperti Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) di Indonesia, serta lembaga internasional seperti International Atomic Energy Agency (IAEA). (IAEA SAFETY STANDARDS for protecting people and the environment Radiation Protection and Safety of Radiation Sources International Basic Safety Standards 2011 Edition General Safety Requirements Part 3 No. GSR Part 3, 2011) Regulasi ini mengatur berbagai hal, seperti :

- a. Batas aman paparan radiasi: Lembaga-lembaga ini menetapkan standar batas paparan radiasi yang diperbolehkan untuk pasien, staf medis, dan pengunjung rumah sakit. Tujuannya adalah untuk meminimalkan risiko paparan radiasi yang dapat membahayakan kesehatan (World Health Organization, 2016).
- b. Pengawasan dan pemeliharaan alat: Regulasi juga mencakup pengawasan terhadap peralatan medis yang menghasilkan radiasi, seperti CT Scan, untuk memastikan bahwa alat tersebut berfungsi dengan baik dan tidak menyebabkan kebocoran radiasi (World Health Organization).

Prosedur Operasional Standar (SOP)

Salah satu kebijakan yang penting adalah Prosedur Operasional Standar (SOP), yang mencakup langkah-langkah yang harus diikuti oleh staf medis dalam menggunakan alat CT Scan. SOP ini bertujuan untuk mengatur penggunaan alat dengan cara yang aman, termasuk:

- a. Pengaturan dosis radiasi: SOP mengatur dosis radiasi yang digunakan pada setiap pemeriksaan CT Scan untuk memastikan bahwa dosis tersebut tidak melebihi batas aman yang telah ditetapkan (Zhao dkk., 2019)
- b. Pencegahan kebocoran radiasi: SOP juga mencakup prosedur untuk menghindari kebocoran radiasi yang dapat membahayakan pasien dan staf medis. Hal ini mencakup pemilihan material pelindung radiasi yang tepat, desain ruang yang aman, serta penggunaan alat pelindung diri (APD) oleh staf medis (2019).
- c. Pemeliharaan alat: SOP juga mencakup prosedur untuk memeriksa dan merawat alat CT Scan secara berkala untuk memastikan bahwa alat tersebut berfungsi dengan baik dan tidak menghasilkan radiasi yang berbahaya (2019).

Sumber Radiasi dalam CT Scan

CT Scan, atau Computed Tomography Scan, adalah teknologi pencitraan medis yang menggunakan sinar-X untuk menghasilkan gambar potongan melintang dari tubuh. Teknologi ini memungkinkan visualisasi struktur internal dengan detail yang tinggi, sehingga sangat berguna dalam diagnosis berbagai kondisi medis, termasuk kanker, penyakit jantung, dan gangguan paru-paru (Wulandari & Faot, 2017). CT Scan bekerja dengan cara mengumpulkan data dari berbagai sudut dan memprosesnya menggunakan algoritma komputer untuk menciptakan gambar tiga dimensi yang akurat dari organ dan jaringan tubuh (Lestari, 2021).

Proses pembangkitan radiasi sinar-X pada CT Scan melibatkan penggunaan tabung sinar-X yang menghasilkan radiasi pengion. Ketika arus listrik mengalir melalui tabung, elektron dipercepat menuju target logam (biasanya tungsten) di dalam tabung. Ketika elektron ini bertabrakan dengan target, sebagian besar energi kinetik mereka diubah menjadi panas, tetapi sebagian juga diubah menjadi radiasi sinar-X (Shevi Wardani, 2022). Radiasi ini kemudian diarahkan melalui tubuh pasien, dan detektor yang terletak di sekeliling tabung menangkap radiasi yang telah melewati tubuh untuk menghasilkan gambar potongan melintang dari struktur internal (Shevi Wardani, 2022).

Interaksi radiasi dengan tubuh pasien dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, termasuk efek fotoelektrik dan hamburan Compton. Efek fotoelektrik terjadi ketika foton sinar-X diserap oleh atom dalam jaringan tubuh, menyebabkan ionisasi dan kerusakan pada sel. Ini lebih umum terjadi pada jaringan dengan densitas tinggi, seperti tulang (Fitriana & Utami, 2021). Sementara itu, hamburan Compton terjadi ketika foton sinar-X bertabrakan dengan elektron bebas, yang mengakibatkan pengurangan energi foton dan perubahan arah. Proses ini dapat menyebabkan radiasi yang tidak terdeteksi, yang berpotensi menambah dosis radiasi yang diterima oleh pasien (2021).

Dosis radiasi yang diterima oleh pasien selama pemeriksaan CT Scan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk pengaturan mesin (seperti tegangan dan arus), ketebalan irisan, dan teknik pemindaian yang digunakan. Penggunaan Automatic Exposure Control (AEC) dalam CT Scan dapat membantu mengoptimalkan dosis radiasi dengan menyesuaikan parameter pemindaian secara otomatis berdasarkan ketebalan objek yang dipindai. Penelitian menunjukkan bahwa dengan pengaturan yang tepat, dosis radiasi dapat diminimalkan tanpa mengorbankan kualitas gambar, sehingga meningkatkan keselamatan pasien (Fitriana & Utami, 2021).

Radiasi pada Pasien dan Lingkungan

Paparan radiasi dari CT Scan dapat menimbulkan berbagai risiko kesehatan bagi pasien dan operator medis. Dalam konteks kesehatan pasien, risiko utama yang terkait dengan paparan radiasi sinar-X adalah peningkatan kemungkinan terjadinya kanker. Penelitian menunjukkan bahwa paparan radiasi dari prosedur CT Scan, terutama pada anak-anak, dapat meningkatkan risiko kanker, termasuk leukemia, seiring dengan meningkatnya dosis radiasi yang diterima (Alatas dkk., 2017). Dosis radiasi yang dihasilkan oleh CT Scan dapat berkisar antara 5 mSv hingga 50 mSv, tergantung pada jenis pemeriksaan dan parameter pemindaian yang digunakan. Oleh karena itu, penting untuk meminimalkan dosis radiasi yang diterima pasien dengan menerapkan prinsip ALARA (As Low As Reasonably Achievable) dalam praktik klinis (Alatas dkk., 2017).

Dari sisi operator medis, kebocoran radiasi dapat menjadi masalah serius. Operator yang terpapar radiasi secara berulang dapat mengalami dampak kesehatan jangka panjang, termasuk risiko kanker dan masalah kesehatan lainnya. Penelitian menunjukkan bahwa pekerja yang terpapar radiasi sinar-X dalam jangka waktu lama, seperti teknisi radiologi, memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami kondisi kardiovaskular dan kanker (Ningtias dkk., 2023)). Oleh karena itu, penting bagi institusi medis untuk menerapkan langkah-langkah perlindungan yang ketat, termasuk penggunaan alat pelindung diri dan pengawasan dosis radiasi yang diterima oleh operator (2023).

Kebocoran radiasi juga dapat berdampak pada lingkungan sekitar. Jika tidak dikelola dengan baik, radiasi yang bocor dari perangkat CT Scan dapat mencemari area di sekitar fasilitas medis, berpotensi membahayakan kesehatan masyarakat yang tinggal di dekatnya. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pemantauan dan evaluasi rutin terhadap tingkat radiasi di lingkungan sekitar fasilitas medis untuk memastikan bahwa paparan radiasi tetap dalam batas aman (Ningtias dkk., 2023) Penelitian yang dilakukan di beberapa rumah sakit menunjukkan bahwa pengukuran paparan radiasi di ruang CT Scan dan radiografi umum menunjukkan bahwa tingkat paparan radiasi dapat bervariasi tergantung pada kondisi operasional dan perawatan alat (Julianti, 2022).

Desain Ruang CT Scan

Komponen Utama dalam Ruang CT Scan

Ruang CT Scan merupakan area yang dirancang khusus untuk melakukan pemindaian dengan menggunakan teknologi Computed Tomography (CT). Layout ruang CT Scan harus mempertimbangkan beberapa komponen utama, termasuk peralatan pendukung dan jalur akses yang memadai untuk pasien dan tenaga medis. Ruang CT Scan biasanya terdiri dari beberapa

area fungsional, termasuk area pemindaian, ruang tunggu, dan ruang kontrol. Area pemindaian dilengkapi dengan mesin CT Scan itu sendiri, yang biasanya terletak di tengah ruangan dengan akses yang mudah dari semua sisi. Di sekitar mesin, terdapat area untuk menempatkan peralatan pendukung seperti monitor untuk menampilkan hasil pemindaian, komputer untuk pengolahan data, serta alat-alat medis lainnya yang diperlukan untuk penanganan pasien (Sari dkk., 2023). Jalur akses yang baik sangat penting untuk memastikan bahwa pasien dapat dengan mudah masuk dan keluar dari ruang pemindaian, serta untuk memfasilitasi pergerakan tenaga medis dan peralatan dalam situasi darurat (Yustiara & Nirwansjah, 2019).

Material yang digunakan untuk pelapis dinding, plafon, dan lantai dalam ruang CT Scan harus memenuhi standar keselamatan dan kesehatan. Dinding ruang CT biasanya dilapisi dengan material yang memiliki sifat radiasi shielding, seperti timbal atau material komposit yang dirancang untuk mengurangi paparan radiasi ke area di luar ruang pemindaian (Setiawati dkk., 2022). Plafon juga harus dirancang untuk meminimalkan akumulasi debu dan kotoran, serta memungkinkan akses mudah untuk pemeliharaan sistem ventilasi dan pencahayaan. Lantai ruang CT Scan umumnya terbuat dari material yang mudah dibersihkan dan tahan terhadap bahan kimia, seperti vinyl atau epoxy. Material ini tidak hanya memberikan permukaan yang bersih dan aman, tetapi juga membantu dalam mengurangi kebisingan yang dihasilkan oleh mesin CT selama pemindaian (Widyastuti, 2020). Selain itu, penggunaan material yang tidak licin sangat penting untuk mencegah kecelakaan, terutama saat pasien dan tenaga medis bergerak di dalam ruang tersebut.

Peraturan BAPETEN Dalam Menentukan Ruang CT Scan

Perka BAPETEN No.8 Tahun 2011 menyatakan ketentuan dinding ruangan untuk semua jenis pesawat SINAR-X terbuat dari: Bata merah ketebalan 25cm, Beton dengan kerapatan jenis 2,2g/cm³ dengan ketebalan 20cm, Timah hitam (PB) dengan ketebalan 2mm. Pintu ruangan pesawat sinar X harus dilapisi dengan timah hitam dengan ketebalan yang ditentukan. Selain bahan untuk dinding pada peraturan tersebut juga memberikan batasan ukuran ruang CT-SCAN yaitu minimal 6 m x 4 m x 2.8 m (<https://jdih.bapeten.go.id> >peraturan).

Persyaratan Teknis Ruang CT Scan

Ketentuan mengenai penyerapan radiasi dan ketebalan pelindung yang sesuai dengan energi sinar-X sangat penting untuk memastikan keselamatan pasien dan operator medis. Penyerapan radiasi sinar-X dalam jaringan biologis dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk energi sinar-X, jenis jaringan, dan ketebalan pelindung yang digunakan. Radiasi sinar-X adalah bentuk radiasi pengion yang dapat menembus jaringan tubuh. Ketika sinar-X melewati jaringan, sebagian energi radiasi diserap, sementara sebagian lainnya dapat dipantulkan atau

dihamburkan. Penyerapan ini tergantung pada densitas dan komposisi jaringan; misalnya, jaringan tulang menyerap lebih banyak radiasi dibandingkan jaringan lunak seperti otot atau lemak (Asti & Darwis, 2023). Penelitian menunjukkan bahwa radiasi sinar-X dapat menyebabkan kerusakan pada sel dan jaringan, sehingga penting untuk meminimalkan paparan radiasi yang tidak perlu.

Ketebalan pelindung yang diperlukan untuk melindungi dari radiasi sinar-X bergantung pada energi sinar-X yang digunakan. Sebagai contoh, untuk sinar-X dengan energi 100 kVp, ketebalan pelindung timbal yang direkomendasikan adalah sekitar 0,35 mm (Abidin dkk., 2018). Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan material pelindung yang tepat, seperti timbal atau komposit yang mengandung timbal, dapat secara signifikan mengurangi dosis radiasi yang diterima oleh pasien dan tenaga medis ((Nurzaman dkk., 2020)

Dalam konteks penggunaan apron pelindung, BAPETEN (Badan Pengawas Tenaga Nuklir) menetapkan standar bahwa apron yang digunakan di unit radiologi harus memenuhi ketentuan tertentu untuk memastikan perlindungan yang efektif terhadap (Abidin dkk., 2018) Penelitian juga menunjukkan bahwa kombinasi material pelindung, seperti karet alam dan timbal oksida, dapat memberikan perlindungan yang baik dengan ketebalan yang lebih ringan, sehingga meningkatkan kenyamanan bagi pengguna.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif yang bertujuan untuk memahami secara mendalam kebijakan rumah sakit dalam mengantisipasi kebocoran radiasi di ruang *Computed Tomography* (CT) Scan. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada analisis kebijakan, pengalaman, serta praktik operasional yang melibatkan interaksi antara regulasi, teknologi CT Scan, dan pelaksana kebijakan di rumah sakit (Julianti, 2022).

Penelitian dilaksanakan di Rumah Sakit Royal Prima Medan, Sumatera Utara. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada penggunaan fasilitas CT Scan yang memerlukan penerapan kebijakan keselamatan radiasi secara efektif. Penelitian dilakukan pada periode Januari hingga Maret 2024, yang meliputi tahapan observasi lapangan, wawancara mendalam, serta telaah dokumen terkait keselamatan radiasi.

Informan penelitian ditentukan secara purposive sampling, meliputi direktur rumah sakit, tenaga medis di ruang CT Scan, dan Petugas Proteksi Radiasi (PPR). Data primer diperoleh melalui wawancara mendalam dan observasi untuk menggali implementasi kebijakan keselamatan radiasi, tantangan operasional, serta praktik proteksi radiasi di ruang CT Scan.

Data sekunder diperoleh melalui studi dokumentasi yang mencakup regulasi Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), Peraturan Menteri Kesehatan terkait proteksi radiasi, serta pedoman internasional dari International Atomic Energy Agency (IAEA).

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam, observasi, dan dokumentasi. Instrumen penelitian meliputi pedoman wawancara, panduan observasi, serta catatan lapangan. Untuk menjaga keabsahan data, penelitian ini menerapkan teknik triangulasi sumber dan metode dengan membandingkan data yang diperoleh dari berbagai informan dan teknik pengumpulan data.

Analisis data dilakukan menggunakan model analisis interaktif Miles dan Huberman yang meliputi tahapan reduksi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan dan verifikasi. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi efektivitas kebijakan keselamatan radiasi dan merumuskan rekomendasi perbaikan dalam upaya pencegahan kebocoran radiasi di ruang CT Scan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Temuan Penelitian

Kebijakan Rumah Sakit Umum Royal Prima Medan dalam upaya antisipasi terhadap kemungkinan terjadinya potensi kebocoran radiasi di ruang CT Scan.

a. Kebijakan Keselamatan Radiasi di RS Royal Prima

Berdasarkan studi dokumen dan wawancara, diketahui bahwa Rumah Sakit Royal Prima Medan memiliki kebijakan keselamatan radiasi yang secara umum telah mengacu pada standar nasional, khususnya regulasi dari (Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), 2011) "*Kebijakan nya biasanya mereka akan evaluasi dari awal pembangunan dari evaluasi ruangan ketebalan dinding menggunakan PB 2,3,4 mm untuk menahan radiasi yang sumbernya dari alat ct scan*", salah satu informan juga menyatakan bahwa kebijakan ini merka akan mengikuti semua aturan BAPETEN yang ada. Kebijakan ini mencakup kewajiban penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti apron timbal dan pelindung tiroid, serta pengawasan yang dilakukan oleh Petugas Proteksi Radiasi (PPR) dan Kepala Instalasi Radiologi.

Sebagai implementasi kebijakan, rumah sakit melakukan kajian menyeluruh pada desain bangunan ruang CT Scan. Dinding ruangan dilapisi dengan pelat timbal (Pb) dengan ketebalan yang bervariasi antara 2 mm hingga 4 mm, tergantung pada intensitas dan arah paparan sinar-X. Ruang kontrol operator juga dilengkapi dengan pelapis tambahan untuk memastikan paparan tidak mencapai operator secara langsung.

Kebijakan ini juga memuat kewajiban penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) seperti apron timbal, sarung tangan khusus, dan pelindung tiroid bagi seluruh staf yang terlibat.

b. Pengukuran Potensi Kebocoran Radiasi

Hasil observasi fisik menunjukkan bahwa ruang CT Scan RS Royal Prima tidak memiliki jendela untuk mencegah kebocoran, dan pintu masuknya dilapisi Pb serta dilengkapi kaca Pb. Dinding ruangan diperkuat dengan beton bertulang setebal 30 cm dan lapisan timbal. Untuk memverifikasi potensi kebocoran secara teknis, telah dilakukan pengukuran paparan radiasi di sekitar ruangan dan pengukuran tingkat kebocoran tabung sinar-X. Pengukuran paparan di lingkungan sekitar dilakukan oleh PT Siemens Healthineers menggunakan alat terkalibrasi BATAN. Hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Paparan Sekitar Ruang CT Scan Somatom go.Now (19 September 2024).

Titik Pengukuran	Hasil ($\mu\text{Sv/jam}$)
A	0.02
B	0.13
C	0.02
D	0.03
E	0.04
Ruang Operator	0.13
Nilai Ambang BAPETEN	0.25

Tabel 2. Hasil Pengukuran Paparan Sekitar Ruang CT Scan Somatom go.Top (2 Juli 2024).

Titik Pengukuran	Hasil ($\mu\text{Sv/jam}$)
A	0.03
B	0.04
C	0.08
D	0.03
Pintu Operator	0.10
Pintu Pasien	0.09
Ruang Operator	0.07
Nilai Ambang BAPETEN	0.25

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kebocoran Tabung CT Scan Somatom go.Now.

Titik Kebocoran	Hasil ($\mu\text{Gy/jam}$)
A	125
B	20
C	0.102
D	197
E	4
Ambang BAPETEN	1000 (1 mGy/jam)

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kebocoran Tabung CT Scan Somatom go.Top.

Titik Kebocoran	Hasil ($\mu\text{Gy}/\text{jam}$)
A	52
B	42
C	66
D	81
E	79
Ambang BAPETEN	1000 (1 mGy/jam)

Berdasarkan pada tabel di atas maka secara keseluruhan nilai kebocoran tabung X-Ray masih jauh di bawah batas maksimum yang diperbolehkan (1 mGy/jam atau 1000 $\mu\text{Gy}/\text{jam}$). Artinya tidak ditemukan kebocoran radiasi yang melebihi ambang batas keselamatan.

c. Strategi Antisipasi dan Pelaksanaan Prosedur

Strategi antisipasi yang ditemukan mencakup aspek desain struktural, teknis operasional, dan pengawasan. Dari sisi desain, rumah sakit menerapkan konsep "Layered Shielding Zones" dari IAEA (2014) dengan membagi area ruangan menjadi zona berdasarkan tingkat radiasi, di mana zona intensitas tinggi memiliki pelindung lebih tebal. "*Ruangan CT sudah di design baik, ukuran ruangan, ketebelan tembok, ketebalan pintu dilapis Pb, Kaca Pb, dan tata letak peralatan,*" kata salah satu informan. Narasumber lain juga menambahkan bahwa "*Ruangan CT sudah menggunakan Pb, dgn ketebalan tembok 30 cm*". Dari sisi operasional, ditemukan adanya Standar Operasional Prosedur (SOP) yang mengatur dosis paparan, kewajiban penggunaan APD, penguncian ruang selama pemindaian, dan jadwal pemeliharaan alat secara berkala setiap tiga bulan.

Pelaksanaan prosedur keselamatan radiasi di Rumah Sakit Royal Prima Medan diatur secara sistematis dalam Standar Operasional Prosedur (SOP) yang mencakup pengaturan dosis paparan sesuai jenis pemeriksaan dan karakteristik pasien, kewajiban penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) lengkap, penguncian ruang selama proses pemindaian, serta pemeliharaan alat CT Scan secara berkala oleh teknisi bersertifikat. Secara struktural, desain ruang CT Scan telah disesuaikan dengan standar BAPETEN, antara lain penggunaan dinding bata atau beton dengan ketebalan tertentu, pelapisan timbal (Pb), pintu berlapis Pb, serta ukuran ruang yang memenuhi ketentuan keselamatan. Meskipun demikian, penelitian menemukan sejumlah hambatan dalam implementasi kebijakan, seperti keterbatasan anggaran yang memengaruhi kualitas APD, rendahnya kesadaran sebagian staf terhadap penggunaan APD, serta ketidakkonsistenan dalam penerapan SOP. Untuk meminimalkan risiko kebocoran radiasi, rumah sakit menerapkan sistem evaluasi dan pengawasan berlapis yang dilakukan oleh Petugas Proteksi Radiasi (PPR) dan manajemen rumah sakit serta inspeksi berkala oleh

BAPETEN. Selain itu, kebijakan perlindungan staf dan pasien diperkuat melalui pelatihan keselamatan radiasi minimal satu kali setahun, pemantauan paparan menggunakan dosimeter individu dan *survey meter*, serta penerapan sanksi administratif, disiplin, hingga pidana bagi tenaga medis yang melanggar ketentuan keselamatan sesuai peraturan perundang-undangan.

4. HASIL BAHASAN TINJAUAN PUSTAKA

Kebijakan keselamatan radiasi di Rumah Sakit Royal Prima Medan disusun dengan mengacu pada regulasi BAPETEN dan standar internasional IAEA sebagai upaya melindungi pasien, tenaga medis, dan lingkungan rumah sakit. Implementasi kebijakan tersebut terlihat dari desain struktural ruang CT Scan yang dilengkapi dinding beton tebal, pintu dan kaca berlapis timbal, serta hasil pengukuran paparan radiasi yang berada jauh di bawah ambang batas yang ditetapkan. Secara teknis, kebijakan ini terbukti efektif dalam mencegah kebocoran radiasi, namun efektivitasnya tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis, melainkan juga oleh kepatuhan dan perilaku tenaga medis dalam menjalankan prosedur keselamatan.

Hasil penelitian menunjukkan adanya kesenjangan antara kebijakan tertulis dan praktik di lapangan, terutama dalam penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dan konsistensi pelaksanaan Standar Operasional Prosedur (SOP). Beberapa tenaga medis masih ditemukan menggunakan APD di bawah standar dan tidak sepenuhnya mematuhi prosedur keselamatan. Kondisi ini menunjukkan bahwa proteksi fisik yang memadai belum cukup tanpa didukung disiplin dan budaya keselamatan yang kuat. Oleh karena itu, faktor perilaku tenaga medis menjadi elemen penting dalam keberhasilan penerapan kebijakan keselamatan radiasi.

Implementasi kebijakan keselamatan radiasi juga menghadapi tantangan manajerial, seperti keterbatasan anggaran dan tingginya beban kerja tenaga medis, yang berdampak pada kualitas APD dan pengawasan di lapangan. Meskipun pelatihan keselamatan radiasi telah dilakukan secara rutin, pelatihan formal belum sepenuhnya menjamin perubahan perilaku. Hal ini menunjukkan perlunya integrasi antara pelatihan berkelanjutan, pengawasan yang konsisten, dan penguatan motivasi internal tenaga medis.

Sistem pengawasan dan evaluasi dilakukan secara berlapis oleh Petugas Proteksi Radiasi (PPR) internal dan melalui inspeksi berkala oleh BAPETEN. Evaluasi rutin memungkinkan rumah sakit untuk mendeteksi potensi risiko lebih dini dan melakukan perbaikan kebijakan secara berkelanjutan. Mekanisme ini menunjukkan bahwa keselamatan radiasi dikelola sebagai proses dinamis yang memerlukan pemantauan dan penyesuaian berkelanjutan.

Paparan radiasi sinar-X berpotensi menimbulkan dampak kesehatan jangka panjang bagi pasien, tenaga medis, dan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, kebijakan keselamatan radiasi harus dilaksanakan secara komprehensif dengan menyeimbangkan aspek teknis, regulatif, perilaku, dan budaya keselamatan. Secara keseluruhan, kebijakan keselamatan radiasi di Rumah Sakit Royal Prima Medan telah efektif secara struktural dan teknis, namun masih memerlukan penguatan pada aspek perilaku, pengawasan, dan manajemen agar keselamatan radiasi dapat terjamin secara optimal dan berkelanjutan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa kebijakan keselamatan radiasi di Rumah Sakit Umum Royal Prima Medan telah disusun dan diterapkan dengan mengacu pada regulasi BAPETEN dan standar internasional, serta terbukti efektif secara teknis dalam mencegah kebocoran radiasi di ruang CT Scan, yang ditunjukkan oleh desain struktural ruang, penggunaan material pelindung, dan hasil pengukuran paparan radiasi yang berada di bawah ambang batas keselamatan. Namun demikian, efektivitas kebijakan tersebut masih menghadapi kendala pada aspek implementasi, terutama terkait keterbatasan anggaran, ketidakkonsistenan kepatuhan tenaga medis terhadap SOP, serta rendahnya disiplin penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), sehingga berpotensi meningkatkan risiko paparan radiasi apabila tidak dikendalikan secara berkelanjutan. Berdasarkan temuan tersebut, disarankan agar manajemen rumah sakit memperkuat pengawasan, meningkatkan alokasi anggaran untuk sarana proteksi radiasi, serta mengembangkan budaya keselamatan melalui pelatihan berkelanjutan dan penerapan sanksi yang konsisten. Penelitian ini memiliki keterbatasan karena menggunakan pendekatan kualitatif pada satu lokasi penelitian, sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasikan secara luas. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan pendekatan kuantitatif atau studi komparatif antar rumah sakit guna memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh mengenai faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas kebijakan keselamatan radiasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta bantuan moril dan material dalam penyusunan tesis ini, khususnya kepada orang tua tercinta Samsini dan Misnadi, istri tercinta Elva Dawana Sudrajat, serta anak-anak Abdur Rasheed Hidayatullah dan Aisyah Putri Hidayatullah yang senantiasa memberikan

doa, kasih sayang, dan motivasi. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para dosen pembimbing, sivitas akademika Universitas Mutiara Indonesia, serta rekan-rekan seperjuangan atas dukungan dan kebersamaannya. Penulis menyadari bahwa karya ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan, dengan harapan tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR REFERENSI

- Abidin, Z., Alkrytania, D., & Indrajati, I. N. (2018). Analisis bahan apron sintetis dengan filler timbal (II) oksida sesuai SNI untuk proteksi radiasi sinar-X. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*, 9(15). <https://doi.org/10.17146/jfn.2015.9.1.3562>
- Alatas, Z., Keselamatan, P. T., Mctrologi, D., Ias I-Bat, R., Lebak, A. J., Raya, B., & Selatan, J. (2014). Risiko radiasi dari computed tomography pada anak. *Jurnal Forum Nuklir (Nomor 2)*. <https://doi.org/10.17146/jfn.2014.8.2.3712>
- Armao, D., Hartman, T. S., Shea, C. M., Katz, L., Thurnes, T., & Smith, J. K. (2018). Maximizing benefit and minimizing risk in medical imaging use: An educational primer for health care professions students. *Journal of Medical Education and Curricular Development*, 5. <https://doi.org/10.1177/2382120518798812>
- Asti, A. P., & Darwis, S. (2023). Deteksi kerusakan bearing menggunakan komponen utama kernel. *Jurnal Riset Statistika*, 3(1). <https://doi.org/10.29313/jrs.v3i1.1771>
- Azadbakht, J., Khoramian, D., Lajevardi, Z. S., Elikaii, F., Aflatoonian, A. H., Farhood, B., Najafi, M., & Bagheri, H. (2021). A review on chest CT scanning parameters implemented in COVID-19 patients: Bringing low-dose CT protocols into play. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, 52(1). <https://doi.org/10.1186/s43055-020-00400-1>
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). (2011). Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2011 tentang keselamatan radiasi dalam penggunaan pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan intervensional.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). (2011). *Safety standards for protecting people and the environment: Radiation protection and safety of radiation sources—International Basic Safety Standards 2011 edition, General Safety Requirements, Part 3, No. GSR Part 3*.
- Lestari, D. I. (2021). Tinjauan proteksi radiasi pada ruangan konvensional di instalasi radiologi RSUD Petala Bumi Provinsi Riau.
- Lestari, L. (2022). Imaging technology of CT scan 128 slice for pulmonary hypertension, mitral stenosis, emphysema, and pleural effusion: Case report. In *Atlantis Press, Proceeding*. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-048-0_47
- Ningtias, D. R., Rofi'i, M., Wahyudi, B., Simanjuntak, J. N., & Muttaqin, R. (2023). Identifikasi paparan radiasi X-ray untuk keselamatan radiasi menggunakan random forest classification. *Teknika*, 8(2), 1-13. <https://doi.org/10.52561/teknika.v8i2.288>
- Nurhayati, A. Y., Nariswari, N. N., Rahayuningsih, B., Hariadi, Y. C., & Fisika, J. (2019). Analisis variasi faktor eksposi dan ketebalan irisan terhadap CTDI dan kualitas citra pada computed tomography scan. <https://doi.org/10.19184/bst.v7i1.9913>

- Nurzaman, I., Gandana, G., & Wahidah, A. S. (2020). The 2nd International Conference on Elementary Education Volume 2 Nomor 1, ISBN 978-623-7776-07-9 ICEE-2: Developing interactive storytelling model to facilitate young learners' speaking skills.
- Sari, K., Nadia Surahmi, & Supriyanti. (2023). Uji kolimator antara lapangan penyinaran dengan berkas radiasi yang dihasilkan pada pesawat sinar-X konvensional di instalasi radiologi. *Perisai: Jurnal Pendidikan dan Riset Ilmu Sains*, 2(2), 280-290. <https://doi.org/10.32672/perisai.v2i2.251>
- Sari, Y., & Waliyuddin, A. (2021). Alat deteksi polusi udara dalam ruangan berbasis internet of things (IoT), *Tekinfo*, 22(2). <https://doi.org/10.37817/tekinfo.v22i2.1768>
- Setiawati, E., Susanto, R. E., & Arianto, F. (2022). Penentuan faktor koreksi dosis radiasi sinar-X Linac 6 MV pada ketidakhomogenan jaringan tubuh dengan MCNPX. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 18(1), 17. <https://doi.org/10.17146/jair.2022.18.1.6586>
- Shevi Wardani, T. (2022). Karst: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya, 5(1), 28. <https://doi.org/10.46918/karst.v5i1.1302>
- Widyastuti, D. T. (2020). Penyesuaian pembelajaran perkotaan dalam merespon pandemi mencari bentuk pembelajaran rancang kota dalam konteks adaptasi kebiasaan baru. <https://doi.org/10.21460/smart.v5i1.144>
- Wulandari, L., & Faot, N. E. (2017). Problem penegakkan diagnostik pasien dengan massa di paru. *Smart*, 3(2). <https://doi.org/10.21460/smart.v5i1.144>
- Zhao, L., Bao, J., Guo, Y., Li, J., Yang, X., Lv, T., Hao, F., Wang, Z., Yang, Z., & Liu, A. (2019). Ultra low dose one-step CT angiography for coronary, carotid and cerebral arteries using 128 slice dual source CT: A feasibility study. *Experimental and Therapeutic Medicine*. <https://doi.org/10.3892/etm.2019.7420>