HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
Vol. 5, No. 4, Agustus-Oktober 2026
e-ISSN : 2827-8070 | p-ISSN : 2827-8240
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/healthy

UJI KEBOCORAN LEAD APRON DENGAN TEKNIK RADIOGRAFI DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT BHAYANGKARA PEKANBARU

Nur Atika Hidayati[1], Marido Bisra[2], Yuddie Indra Setyawan[3], Aulia Annisa[4], Danil Hulmansyah[5]
Universitas Awal Bross Pekanbaru[1,2,3,4,5]
e-mail: aatikahidayati84@gmail.com

Diterima: *13/10/2026* Direvisi: *19/10/2026* Diterbitkan: *28/10/2026*

ABSTRAK

Pemeriksaan kelayakan lead apron penting untuk memastikan perlindungan terhadap paparan radiasi, tetapi kerusakan pada lapisan pelindung internal tidak selalu dapat dikenali melalui pemeriksaan fisik. Kondisi lead apron di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru perlu dievaluasi sebagai dasar penilaian kelayakan dan penguatan keselamatan radiasi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kebocoran atau kerusakan pada dua lead apron menggunakan teknik radiografi serta menilai kelayakannya berdasarkan kriteria yang digunakan. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif melalui pemeriksaan radiografi dengan sistem Computed Radiography (CR). Pengambilan citra dilakukan pada tegangan 70 kV, arus-waktu 20 mAs, dan jarak fokus ke film 100 cm. Setiap lead apron dibagi menjadi enam kuadran untuk memetakan lokasi dan luas kerusakan yang teridentifikasi. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa lead apron kode 1 memiliki luas kerusakan total 89.515,673 mm², sedangkan kode 2 memiliki luas kerusakan 25.670,231 mm². Kerusakan ditemukan pada beberapa kuadran dengan luasan yang berbeda. Berdasarkan kriteria kelayakan yang diterapkan dalam penelitian, kedua lead apron dikategorikan tidak layak digunakan. Temuan ini menunjukkan bahwa pemeriksaan radiografi dapat membantu mengidentifikasi kerusakan internal yang mungkin tidak terlihat secara langsung. Pemeriksaan berkala dan penyimpanan yang tepat perlu diterapkan untuk mendukung pemeliharaan alat pelindung radiasi serta keselamatan petugas dan pasien.

Kata kunci: *Lead Apron, Proteksi Radiasi, Radiografi, Uji Kebocoran.*

ABSTRACT

Lead apron inspection is essential for protection against radiation exposure, but damage to internal shielding may not always be detected through physical examination. Evaluating lead aprons at the Radiology Installation of Bhayangkara Hospital Pekanbaru is important for assessing their suitability and supporting radiation safety. This study aimed to identify damage in two lead aprons using radiography and assess their suitability according to the criteria applied. This descriptive study examined the aprons using a Computed Radiography (CR) system. Images were acquired at 70 kV, 20 mAs, and a focus-to-film distance of 100 cm. Each apron was divided into six quadrants to map the location and extent of damage. Results showed that apron code 1 had a damaged area of 89,515.673 mm², while code 2 had 25,670.231 mm² of damage. Damage was detected across several quadrants, with varying affected areas. According to the criteria applied, both aprons were categorized as unsuitable for use. These findings indicate that radiographic inspection can help detect internal damage that may not be visible during physical examination. Periodic inspections and appropriate storage practices are needed to support protective-equipment maintenance and improve radiation safety for staff and patients.

Keywords: *lead apron, leakage testing, radiation protection, radiography.*

Copyright (c) 2026 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
https://doi.org/10.51878/healthy.v5i4.

HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
Vol. 5, No. 4, Agustus-Oktober 2026
e-ISSN : 2827-8070 | p-ISSN : 2827-8240
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/healthy

PENDAHULUAN

Pemeriksaan radiologi merupakan bagian penting dari pelayanan kesehatan yang memanfaatkan radiasi pengion untuk menghasilkan citra bagian dalam tubuh guna mendukung diagnosis penyakit dan penentuan tindakan medis. Salah satu modalitas yang banyak digunakan adalah sinar-X, yang mampu menembus jaringan tubuh dan menghasilkan gambaran berdasarkan perbedaan atenuasi jaringan (Setiawati et al., 2023; Artika et al., 2022). Perbedaan karakteristik objek yang dilalui sinar-X menghasilkan variasi intensitas pada citra, sedangkan peningkatan kualitas citra diperlukan agar struktur atau indikasi ketidakhomogenan objek dapat diamati dan diinterpretasikan dengan lebih jelas. Meskipun bermanfaat dalam pemeriksaan diagnostik, penggunaan sinar-X perlu disertai penerapan proteksi radiasi untuk mengendalikan paparan yang tidak diperlukan. Radiasi hambur yang dihasilkan selama pemeriksaan dapat mengenai petugas radiologi, pasien, dan pendamping pasien yang berada di sekitar area pemeriksaan. Oleh karena itu, penggunaan alat pelindung radiasi dan penerapan prinsip keselamatan radiasi menjadi bagian penting dalam penyelenggaraan pelayanan radiologi.

Salah satu alat pelindung radiasi yang digunakan dalam pemeriksaan radiologi adalah *lead apron*, yaitu pakaian pelindung yang mengandung bahan timbal (Pb) untuk mengatenuasi radiasi sinar-X. Efektivitas perlindungan alat ini berkaitan dengan integritas lapisan pelindung, ketebalan ekuivalen timbal, serta kondisi fisik selama penggunaan dan penyimpanan. Kerusakan berupa lubang, retakan, atau robekan pada lapisan timbal dapat mengurangi kontinuitas bahan pelindung dan memungkinkan peningkatan transmisi radiasi pada bagian yang mengalami kerusakan. Pemeriksaan kondisi lead apron diperlukan untuk memastikan bahwa bahan pelindung masih mampu memberikan perlindungan yang memadai terhadap paparan radiasi. Irsal et al. (2023) membahas efektivitas lead apron dalam perlindungan radiasi bagi pekerja, sedangkan Rohman et al. (2025) mengkaji kelayakan lead apron melalui pemeriksaan kondisi alat. Oleh karena itu, pemeriksaan tidak cukup dilakukan secara visual atau melalui perabaan, tetapi perlu dilengkapi dengan pemeriksaan radiografi untuk mengidentifikasi kerusakan internal yang tidak terlihat pada permukaan alat.

Pengujian menggunakan teknik radiografi dapat membantu mengidentifikasi kerusakan internal *lead apron* melalui citra yang dihasilkan setelah penyinaran dengan sinar-X. Taufiq et al. (2024) melakukan evaluasi terhadap lima lead apron di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas dengan menggunakan Computed Radiography (CR) untuk mengidentifikasi dan mengukur luas kerusakan serta dosimeter Optically Stimulated Luminescence (OSL) untuk mengevaluasi efektivitas perlindungan radiasi. Penelitian Hidayati (2026) juga menggunakan teknik radiografi untuk mengidentifikasi kerusakan internal pada lead apron dan menilai kelayakannya berdasarkan luas kerusakan yang ditemukan. Kedua penelitian tersebut menunjukkan relevansi pemeriksaan radiografi dalam mengevaluasi kondisi internal dan kelayakan lead apron. Penelitian tersebut menemukan bahwa luas kerusakan kelima *lead apron* masih berada dalam batas toleransi yang digunakan, sedangkan efektivitas perlindungannya berada pada rentang 94,5–98,2%. Temuan tersebut menunjukkan bahwa inspeksi radiografi dapat digunakan untuk mengevaluasi integritas lapisan timbal, sementara pengukuran kerusakan dan pengujian efektivitas memberikan informasi yang saling melengkapi. Namun, hasil penelitian tersebut menggambarkan kondisi perangkat di lokasi penelitian yang berbeda sehingga belum dapat menjelaskan kondisi *lead apron* yang digunakan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru.

Penilaian kelayakan *lead apron* tidak hanya didasarkan pada keberadaan kerusakan, tetapi juga perlu mempertimbangkan luas dan lokasi kerusakan pada bagian pelindung. Penilaian kelayakan lead apron perlu mempertimbangkan luas dan lokasi kerusakan serta potensi penurunan efektivitas perlindungan radiasi. Pemeriksaan berbasis pencitraan dapat

Copyright (c) 2026 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
https://doi.org/10.51878/healthy.v5i4.16484

HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
Vol. 5, No. 4, Agustus-Oktober 2026
e-ISSN : 2827-8070 | p-ISSN : 2827-8240
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/healthy

membantu mengidentifikasi kerusakan internal dan menjadi dasar evaluasi kondisi bahan pelindung (Nansih, 2022; Putri et al., 2026). Kriteria tersebut dapat digunakan sebagai acuan evaluasi sepanjang penerapan dan interpretasinya disesuaikan dengan pedoman yang digunakan oleh fasilitas pelayanan kesehatan. Perbedaan lokasi, luas kerusakan, dan kondisi masing-masing *lead apron* menyebabkan hasil pengujian tidak dapat disimpulkan hanya berdasarkan pemeriksaan fisik dari permukaan luar. Oleh sebab itu, pengukuran kerusakan melalui citra radiografi dan perbandingannya dengan kriteria kelayakan diperlukan untuk mendukung keputusan mengenai penggunaan atau penggantian alat pelindung radiasi.

Berdasarkan observasi awal di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru, ditemukan dua *lead apron* yang disimpan secara bertumpuk di atas meja tanpa menggunakan rak atau penyangga khusus. Pemeriksaan fisik awal juga menunjukkan adanya lekukan dan lipatan pada permukaan kedua alat tersebut, sehingga diperlukan pemeriksaan lebih lanjut untuk mengetahui kondisi lapisan timbal di bagian dalam. Kondisi ini menjadi dasar perlunya evaluasi secara objektif melalui teknik radiografi, terutama untuk mengidentifikasi bentuk, lokasi, dan luas kerusakan yang tidak dapat dipastikan hanya melalui pengamatan langsung. Meskipun Taufiq et al. (2024) menemukan kerusakan lead apron yang masih dalam batas toleransi, penelitian Rohman et al. (2025) dan Sari et al. (2026) menunjukkan variasi kelayakan berdasarkan luas dan lokasi kerusakan. Perbedaan temuan tersebut menegaskan pentingnya pemeriksaan langsung untuk menentukan kelayakan lead apron pada setiap fasilitas radiologi.Dengan demikian, penelitian ini diperlukan untuk menyediakan data empiris mengenai kondisi aktual kedua *lead apron* di Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru, termasuk distribusi dan luas kerusakannya serta kelayakannya berdasarkan kriteria evaluasi yang ditetapkan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kerusakan internal pada dua *lead apron* di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru menggunakan teknik radiografi dengan sistem *Computed Radiography* (CR), mengukur luas kerusakan pada setiap kuadran pemeriksaan dan keseluruhan alat, serta mengevaluasi kelayakannya berdasarkan kriteria batas toleransi kerusakan yang dirujuk dari Lambert dan McKeon (2001). Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi instalasi radiologi dalam menentukan kelayakan penggunaan *lead apron*, merencanakan penggantian perangkat yang tidak memenuhi kriteria, serta meningkatkan pemeliharaan dan penyimpanan alat pelindung radiasi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mendukung upaya peningkatan keselamatan radiasi bagi petugas, pasien, dan pihak lain yang berada di lingkungan pemeriksaan radiologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan observasional yang berfokus pada pemeriksaan dan pengukuran kerusakan *lead apron* menggunakan teknik radiografi. Penelitian dilaksanakan pada April 2026 di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru dengan tujuan mendeskripsikan kondisi fisik, luas kerusakan internal, dan kelayakan *lead apron* berdasarkan kriteria evaluasi yang telah ditetapkan. Objek penelitian terdiri atas dua unit *lead apron* yang diperiksa menggunakan pesawat sinar-X, kaset atau *imaging plate* berukuran 35 × 43 cm, dan sistem *Computed Radiography* (CR). Pemilihan kedua unit tersebut perlu dijelaskan berdasarkan jumlah keseluruhan *lead apron* yang tersedia dan kesesuaiannya dengan cakupan penelitian; apabila kedua unit merupakan seluruh populasi yang diteliti, teknik sampling jenuh dapat digunakan. Data penelitian diperoleh melalui observasi kondisi fisik, pemeriksaan radiografi, pengukuran

Copyright (c) 2026 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
https://doi.org/10.51878/healthy.v5i4.16484

HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
Vol. 5, No. 4, Agustus-Oktober 2026
e-ISSN : 2827-8070 | p-ISSN : 2827-8240
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/healthy

luas kerusakan, dan dokumentasi, sehingga hasilnya terbatas pada kedua unit yang diperiksa dan tidak secara otomatis mewakili seluruh *lead apron* di rumah sakit.

Pengujian dilakukan dengan membagi permukaan setiap *lead apron* menjadi enam kuadran, yaitu kuadran I hingga VI, sesuai dengan pembagian area yang digunakan dalam pemeriksaan aktual. Setiap kuadran diekspos secara bergantian menggunakan faktor eksposi 70 kV dan 20 mAs, jarak fokus ke detektor (*Focus-to-Image Distance*/FID) 100 cm, serta arah sinar-X tegak lurus terhadap permukaan *lead apron*; setiap penyinaran diulang minimal tiga kali sesuai prosedur penelitian. Citra yang dihasilkan melalui sistem CR diamati untuk mengidentifikasi kerusakan internal berupa lubang, retakan, lipatan, dan lekukan, kemudian dimensi kerusakan diukur menggunakan fitur pengukuran pada sistem tersebut. Data luas kerusakan dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan kriteria Lambert dan McKeon (2001), yaitu batas toleransi 15 mm² pada area sensitif dan 670 mm² pada area non-sensitif, dengan mempertimbangkan lokasi kerusakan untuk menentukan kelayakan masing-masing *lead apron*. Untuk memperjelas cakupan pemeriksaan dan meningkatkan keterlacakan hasil, pembagian serta penomoran enam kuadran perlu didokumentasikan melalui diagram atau foto yang menunjukkan area pemeriksaan pada setiap *lead apron*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengujian lead apron dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru untuk mengetahui kondisi lapisan timbal dan kelayakannya sebagai alat pelindung radiasi. Berdasarkan hasil observasi, terdapat dua lead apron yang menjadi objek penelitian, yaitu lead apron kode 1 dan kode 2. Kedua alat tersebut bermerek TRU-COMFI dengan warna yang berbeda, yaitu biru tua dan hijau zaitun. Identifikasi spesifikasi kedua lead apron diperlukan sebagai informasi awal sebelum dilakukan pemeriksaan fisik dan pengujian menggunakan teknik radiografi. Rincian spesifikasi kedua alat tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Lead Apron di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru

Kode Lead Apron	Merek	Tahun Pembelian	Warna
1	TRU-COMFI	2019	Biru tua
2	TRU-COMFI	2019	Hijau zaitun

Sumber: Data observasi di Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru, 2026.

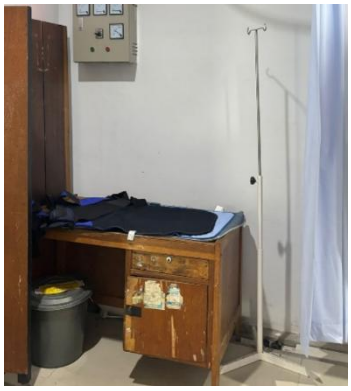
Berdasarkan Tabel 1, kedua lead apron yang menjadi objek penelitian memiliki merek dan tahun pembelian yang sama, tetapi dapat dibedakan berdasarkan warna masing-masing. Informasi mengenai merek, tahun pembelian, dan warna dicatat untuk memastikan identitas setiap objek tetap konsisten selama proses pemeriksaan, pengukuran, dan analisis hasil pengujian. Pencatatan karakteristik tersebut juga membantu memudahkan perbandingan kondisi antara kedua lead apron. Sebelum dilakukan pengujian radiografi, pemeriksaan awal diperlukan untuk mengamati kondisi fisik alat, termasuk kemungkinan adanya lipatan, lekukan, perubahan bentuk permukaan, atau tanda kerusakan lainnya. Pemeriksaan awal ini menjadi bagian penting dalam proses evaluasi karena kondisi permukaan dapat memberikan informasi awal mengenai keadaan alat, meskipun belum dapat memastikan kondisi lapisan timbal di bagian dalam. Oleh karena itu, pemeriksaan dilanjutkan menggunakan teknik radiografi untuk

Copyright (c) 2026 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
https://doi.org/10.51878/healthy.v5i4.16484

HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
Vol. 5, No. 4, Agustus-Oktober 2026
e-ISSN : 2827-8070 | p-ISSN : 2827-8240
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/healthy

memperoleh gambaran bagian internal lead apron dan mengidentifikasi kemungkinan kerusakan yang tidak dapat diamati secara langsung dari permukaannya.

Berdasarkan hasil observasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru, kedua lead apron disimpan di ruang pemeriksaan sinar-X konvensional. Kedua alat tersebut diletakkan di atas meja kayu dalam posisi bertumpuk dan belum disimpan menggunakan rak atau penyangga khusus. Kondisi ini menunjukkan bahwa penyimpanan lead apron belum menggunakan fasilitas khusus yang memungkinkan setiap alat digantung atau ditempatkan secara terpisah. Penempatan dalam posisi bertumpuk perlu mendapat perhatian karena tekanan antarlapisan dan posisi penyimpanan yang kurang tepat berpotensi berkaitan dengan terbentuknya lipatan atau lekukan pada material pelindung. Apabila kondisi tersebut berlangsung berulang atau dalam jangka waktu lama, keadaan fisik alat perlu dievaluasi untuk memastikan bahwa fungsi perlindungannya tetap terjaga. Meskipun demikian, hasil observasi penyimpanan tersebut tidak dapat dijadikan satu-satunya dasar untuk menyimpulkan penyebab kerusakan pada lapisan timbal. Oleh sebab itu, pemeriksaan fisik dan pengujian radiografi diperlukan untuk memperoleh informasi yang lebih menyeluruh mengenai kondisi kedua lead apron, termasuk lokasi dan luas kerusakan yang teridentifikasi. Hasil pemeriksaan tersebut selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kelayakan penggunaan alat serta memperbaiki prosedur penyimpanan dan pemeliharaan lead apron di instalasi radiologi.



Gambar 1. Kondisi Penyimpanan Lead Apron di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru

Gambar 1 memperlihatkan kondisi penyimpanan kedua lead apron sebagaimana ditemukan saat observasi. Penyimpanan yang bertumpuk menunjukkan bahwa kedua alat belum ditempatkan secara terpisah pada fasilitas penyimpanan khusus. Kondisi tersebut menjadi salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan alat pelindung radiasi. Untuk memastikan apakah terdapat kerusakan pada bagian dalam, pengamatan visual perlu dilengkapi dengan pemeriksaan fisik dan radiografi.

Pemeriksaan fisik dilakukan sebelum pengujian radiografi untuk mengetahui kondisi awal kedua lead apron. Pemeriksaan dilakukan melalui pengamatan visual dan pemeriksaan manual pada permukaan alat dengan memperhatikan perubahan bentuk, lipatan, lekukan, serta bagian yang tampak tidak rata. Berdasarkan hasil pemeriksaan yang tercatat dalam naskah, kedua lead apron menunjukkan permukaan yang tidak rata dan memiliki beberapa lekukan atau lipatan pada bagian tertentu. Temuan tersebut menjadi dasar untuk melakukan pemeriksaan

Copyright (c) 2026 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
https://doi.org/10.51878/healthy.v5i4.16484

HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
Vol. 5, No. 4, Agustus-Oktober 2026
e-ISSN : 2827-8070 | p-ISSN : 2827-8240
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/healthy

lanjutan menggunakan teknik radiografi guna mengetahui apakah perubahan fisik tersebut disertai kerusakan pada lapisan timbal.



Gambar 2. Hasil Pemeriksaan Fisik Lead Apron Kode 1 dan Kode 2

Gambar 2 digunakan untuk mendokumentasikan kondisi fisik kedua lead apron sebelum pengujian radiografi dilakukan. Dokumentasi tersebut membantu menunjukkan bagian permukaan yang menjadi perhatian selama proses pemeriksaan. Meskipun perubahan bentuk dapat diamati secara langsung, kondisi lapisan timbal di bagian dalam tidak dapat dipastikan hanya berdasarkan penampilan luar. Oleh karena itu, hasil pemeriksaan fisik perlu dibaca bersama hasil radiografi untuk menentukan luas dan sebaran kerusakan internal.

Pengukuran luas kerusakan dilakukan terhadap enam kuadran pada masing-masing lead apron berdasarkan citra radiografi yang diperoleh. Data pengukuran menunjukkan bahwa luas kerusakan pada lead apron kode 1 maupun kode 2 tidak tersebar secara merata di seluruh kuadran. Pada lead apron kode 1, kerusakan terbesar tercatat pada kuadran IV sebesar 37.451,384 mm², sedangkan pada lead apron kode 2 kerusakan terbesar tercatat pada kuadran III sebesar 20.044,047 mm². Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa bagian dengan luas kerusakan terbesar tidak berada pada kuadran yang sama di antara kedua alat. Rincian hasil pengukuran pada setiap kuadran disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Luas Kerusakan Lead Apron Berdasarkan Kuadran Pemeriksaan

Kuadran	Lead Apron Kode 1 (mm²)	Lead Apron Kode 2 (mm²)
I	3.898,841	330,784
II	1.643,952	325,707
III	24.774,971	20.044,047
IV	37.451,384	4.933,229
V	2.938,350	5,801
VI	18.808,175	30,663
Total	89.515,673	25.670,231

Sumber: Data hasil pengukuran citra radiografi, 2026.

Berdasarkan Tabel 2, total luas kerusakan pada lead apron kode 1 mencapai 89.515,673 mm², sedangkan pada kode 2 mencapai 25.670,231 mm². Dengan demikian, luas kerusakan total yang tercatat pada kode 1 lebih besar daripada kode 2. Pada kode 1, kerusakan terbesar terdapat pada kuadran IV, sedangkan kerusakan terkecil terdapat pada kuadran II. Pada kode 2, kerusakan terbesar terdapat pada kuadran III dan kerusakan terkecil terdapat pada kuadran V. Data tersebut selanjutnya perlu dibandingkan dengan lokasi kerusakan pada area vital dan nonvital untuk mengevaluasi kelayakan masing-masing alat.

Copyright (c) 2026 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
https://doi.org/10.51878/healthy.v5i4.16484

HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
Vol. 5, No. 4, Agustus-Oktober 2026
e-ISSN : 2827-8070 | p-ISSN : 2827-8240
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/healthy

Selain berdasarkan kuadran, hasil pengujian dalam naskah juga dikelompokkan berdasarkan area vital dan nonvital. Pengelompokan ini digunakan untuk membandingkan luas kerusakan pada area yang memiliki batas toleransi berbeda. Berdasarkan rekapitulasi yang tercantum dalam naskah, kerusakan lead apron kode 1 pada area vital dilaporkan sebesar 77.665,112 mm² dan pada area nonvital sebesar 7.112,039 mm². Pada lead apron kode 2, kerusakan area vital dilaporkan sebesar 24.355,321 mm² dan area nonvital sebesar 1.314,910 mm². Rincian nilai yang tercatat tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Luas Kerusakan Berdasarkan Area Vital dan Nonvital

Kode Lead Apron	Area Vital (mm²)	Area Nonvital (mm²)	Jumlah Kedua Kategori (mm²)
1	77.665,112	7.112,039	84.777,151
2	24.355,321	1.314,910	25.670,231

Berdasarkan Tabel 3, nilai kerusakan pada area vital lebih besar daripada area nonvital pada kedua lead apron. Namun, terdapat ketidaksesuaian perhitungan pada lead apron kode 1 karena jumlah kerusakan area vital dan nonvital adalah 84.777,151 mm², sedangkan total kerusakan berdasarkan penjumlahan enam kuadran pada Tabel 2 adalah 89.515,673 mm². Selisih kedua nilai tersebut mencapai 4.738,522 mm² sehingga data kategorisasi pada kode 1 perlu diperiksa kembali berdasarkan catatan pengukuran asli. Sementara itu, jumlah kerusakan area vital dan nonvital pada kode 2 sesuai dengan total luas kerusakan yang tercatat pada Tabel 2. Oleh karena itu, nilai rekapitulasi kode 1 sebaiknya belum digunakan sebagai dasar kesimpulan akhir sebelum ketidaksesuaian tersebut diselesaikan.

Penentuan kelayakan lead apron dilakukan dengan membandingkan luas kerusakan hasil pengukuran dengan batas toleransi yang dirujuk dalam naskah, yaitu kriteria Lambert dan McKeon (2001). Batas kerusakan yang dicantumkan adalah 15 mm² untuk area sensitif atau vital dan 670 mm² untuk area nonsensitif atau nonvital. Perbandingan tersebut diperlukan karena lokasi kerusakan menjadi pertimbangan dalam mengevaluasi kelayakan alat pelindung radiasi. Hasil perbandingan berdasarkan nilai kerusakan yang tercatat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Luas Kerusakan Lead Apron dengan Batas Toleransi

Kode Lead Apron	Area	Luas Kerusakan yang Dilaporkan (mm²)	Batas Toleransi (mm²)	Keterangan
1	Vital	77.665,112	15	Melebihi batas
1	Nonvital	7.112,039	670	Melebihi batas
2	Vital	24.355,321	15	Melebihi batas
2	Nonvital	1.314,910	670	Melebihi batas

Sumber: Rekapitulasi data penelitian dan kriteria Lambert dan McKeon (2001). Tanda menunjukkan nilai kategori kode 1 masih perlu diverifikasi karena tidak sesuai dengan total luas kerusakan berdasarkan penjumlahan kuadran.

Copyright (c) 2026 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
https://doi.org/10.51878/healthy.v5i4.16484

HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
Vol. 5, No. 4, Agustus-Oktober 2026
e-ISSN : 2827-8070 | p-ISSN : 2827-8240
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/healthy

Berdasarkan Tabel 4, seluruh nilai kerusakan yang dilaporkan pada area vital dan nonvital kedua lead apron melampaui batas toleransi yang dicantumkan dalam naskah. Pada lead apron kode 2, luas kerusakan area vital sebesar 24.355,321 mm² dan area nonvital sebesar 1.314,910 mm², sehingga keduanya melebihi batas masing-masing. Pada kode 1, nilai kategori yang tercatat juga melampaui batas toleransi, tetapi jumlah luas kerusakan berdasarkan kategori masih perlu dikonfirmasi karena terdapat selisih dengan total pengukuran enam kuadran. Dengan mempertimbangkan data pengukuran yang tersedia, kedua lead apron terindikasi tidak memenuhi kriteria kelayakan yang digunakan dalam penelitian. Keputusan akhir tetap perlu didasarkan pada data pengukuran yang telah diverifikasi, terutama untuk memastikan konsistensi rekapitulasi kerusakan lead apron kode 1.

Secara keseluruhan, pengujian radiografi terhadap dua lead apron di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru menunjukkan adanya kerusakan internal dengan luas yang berbeda pada enam kuadran pemeriksaan. Total luas kerusakan berdasarkan penjumlahan kuadran mencapai 89.515,673 mm² pada lead apron kode 1 dan 25.670,231 mm² pada kode 2. Kerusakan terbesar pada kode 1 tercatat di kuadran IV, sedangkan pada kode 2 tercatat di kuadran III. Rekapitulasi berdasarkan area vital dan nonvital menunjukkan bahwa luas kerusakan yang dilaporkan pada kedua alat melampaui batas toleransi yang digunakan. Namun, ketidaksesuaian perhitungan kategori pada kode 1 perlu diselesaikan sebelum semua angka ditetapkan sebagai hasil akhir penelitian.

Berdasarkan hasil tersebut, kedua lead apron perlu mendapatkan tindak lanjut berupa evaluasi kelayakan dan pemeriksaan sesuai prosedur keselamatan radiasi yang berlaku. Penggantian alat yang telah dipastikan tidak layak serta perbaikan cara penyimpanan dapat dipertimbangkan sebagai bagian dari pemeliharaan peralatan proteksi radiasi. Hasil pemeriksaan juga menunjukkan pentingnya mengombinasikan observasi fisik dengan pengujian radiografi untuk menilai kondisi lapisan timbal. Dokumentasi citra radiografi dan catatan pengukuran setiap kuadran perlu disimpan agar proses evaluasi dapat ditelusuri kembali. Dengan demikian, hasil pengujian dapat menjadi dasar evaluasi pemeliharaan lead apron di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menjawab tujuan penelitian, yaitu mengetahui kondisi kerusakan dan menentukan kelayakan *lead apron* melalui pengujian menggunakan teknik radiografi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa luas kerusakan pada *lead apron* kode 1 mencapai 89.515,673 mm², sedangkan pada kode 2 mencapai 25.670,231 mm². Temuan tersebut menunjukkan bahwa kedua alat mengalami kerusakan internal dengan tingkat yang berbeda, dengan luas kerusakan lebih besar pada kode 1. Hasil ini sejalan dengan Carolina (2023), yang menggunakan pengujian radiografi untuk mengidentifikasi kerusakan *lead apron*, serta Citra et al. (2024), yang memeriksa kondisi fisik dan radiografis *lead apron* untuk menentukan kelayakannya berdasarkan batas kerusakan yang digunakan. Dengan demikian, pemeriksaan fisik saja belum cukup untuk memastikan kondisi internal *lead apron*, sehingga pengujian radiografi diperlukan untuk mengidentifikasi kerusakan dan mengukur luasnya sebagai dasar evaluasi kelayakan alat.

Secara teoretis, hasil tersebut dapat dipahami melalui prinsip proteksi radiasi yang menekankan pentingnya penggunaan alat pelindung yang masih mampu memberikan perlindungan secara memadai. Lapisan timbal pada *lead apron* berfungsi mengatenuasi radiasi sinar-X, sehingga kerusakan pada lapisan tersebut perlu dievaluasi karena dapat mengurangi kesinambungan material pelindung pada bagian yang mengalami kerusakan. Asriningrum et al. (2023) menunjukkan bahwa kerusakan pada *lead apron* perlu diidentifikasi dan diukur untuk

Copyright (c) 2026 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
https://doi.org/10.51878/healthy.v5i4.16484

HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
Vol. 5, No. 4, Agustus-Oktober 2026
e-ISSN : 2827-8070 | p-ISSN : 2827-8240
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/healthy

menentukan kelayakannya, sedangkan Persa (2025) menggunakan metode pencitraan dan dosimetri untuk mengevaluasi kerusakan serta kemampuan perlindungan *lead apron*. Temuan tersebut mendukung pentingnya pemeriksaan terhadap kondisi material dan fungsi proteksi sebelum alat dinyatakan layak digunakan. Oleh karena itu, batas kerusakan sebesar 15 mm² untuk area sensitif dan 670 mm² untuk area nonsensitif dalam penelitian ini perlu dinyatakan sebagai kriteria rujukan yang digunakan dalam evaluasi, bukan sebagai ketentuan universal tanpa konteks, serta diterapkan dengan mempertimbangkan lokasi kerusakan dan acuan teknis yang mendasarinya.

Temuan penelitian ini sejalan dengan Yoshandi et al. (2021), yang menggunakan metode radiografi *non-destructive testing* dan sistem *Computed Radiography* untuk menganalisis kerusakan pada enam *lead apron*. Penelitian tersebut melaporkan bahwa hanya tiga dari enam *lead apron* yang dinilai sesuai untuk digunakan sebagai alat pelindung radiasi. Hasil serupa dilaporkan oleh Demetrius dan Sukadana (2024), yang mengevaluasi kelayakan *lead apron* di RSUD Mangusada Badung, serta Pakaya et al. (2025), yang membahas pengujian kebocoran *lead apron* menggunakan *digital radiography* di RSUD dr. Soehadi Prijonegoro Sragen. Kesamaan penelitian tersebut terletak pada pentingnya pemeriksaan kondisi material pelindung untuk mengidentifikasi kerusakan dan mendukung penilaian kelayakan alat. Temuan dalam penelitian ini memperkuat pentingnya pemeriksaan radiografi karena kedua alat yang diperiksa menunjukkan luas kerusakan yang melampaui kriteria rujukan yang digunakan. Dengan demikian, hasil penelitian memberikan bukti empiris pada konteks rumah sakit yang diteliti mengenai pentingnya evaluasi berkala terhadap kondisi lapisan timbal.

Jika ditinjau berdasarkan area kerusakan, nilai rekapitulasi yang tersedia menunjukkan bahwa kerusakan pada area vital lebih besar daripada kerusakan pada area nonvital pada kedua *lead apron*. Berdasarkan kriteria rujukan dalam penelitian ini, kerusakan pada area vital perlu mendapat perhatian khusus karena batas toleransinya lebih rendah daripada area nonvital. Temuan ini sejalan dengan Syafitri et al. (2024), yang menemukan bahwa kerusakan sebesar 19,22 mm² pada area vital menyebabkan salah satu *lead apron* dinyatakan tidak layak, sedangkan kebocoran sebesar 138,58 mm² pada area nonvital masih memenuhi kriteria kelayakan. Hasil tersebut juga didukung oleh Rubiyanto (2025), yang melaporkan adanya *lead apron* dengan kebocoran signifikan pada area vital sehingga tidak layak digunakan. Perbedaan hasil ini menunjukkan bahwa kelayakan *lead apron* perlu ditentukan berdasarkan hasil pemeriksaan setiap alat dengan mempertimbangkan lokasi dan luas kerusakan, bukan hanya berdasarkan merek, usia, atau penampilan fisiknya.

Hasil observasi juga menunjukkan bahwa kedua *lead apron* disimpan secara bertumpuk di atas meja kayu tanpa rak atau penyangga khusus. Kondisi ini perlu diperhatikan karena penyimpanan dengan cara ditumpuk atau dilipat berpotensi merusak lapisan timbal dan bahan pembungkusnya. Al-Farisy et al. (2024) menemukan praktik penyimpanan *lead apron* yang kurang tepat, seperti meletakkannya di atas meja pemeriksaan atau menekuknya, yang berpotensi menimbulkan keretakan dan kerusakan pada lapisan timbal. Temuan tersebut sejalan dengan Tesa et al. (2024), yang melaporkan adanya kebocoran dan lekukan pada salah satu *lead apron* serta menekankan pentingnya penyimpanan yang benar dan pengujian berkala. Meskipun demikian, penelitian ini bersifat deskriptif dan tidak menguji hubungan sebab-akibat, sehingga kerusakan yang ditemukan tidak dapat dinyatakan secara pasti disebabkan oleh cara penyimpanan tersebut. Temuan ini lebih tepat dijadikan dasar untuk meningkatkan pengawasan penyimpanan, melakukan pemeriksaan fisik secara rutin, dan melaksanakan pengujian radiografi sesuai prosedur yang berlaku.

Berdasarkan keseluruhan temuan, kedua lead apron terindikasi tidak layak digunakan menurut kriteria evaluasi yang diterapkan dalam penelitian ini karena luas kerusakan yang

Copyright (c) 2026 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
https://doi.org/10.51878/healthy.v5i4.16484

dilaporkan telah melampaui batas rujukan pada area vital maupun nonvital. Implikasi praktisnya adalah perlunya verifikasi hasil pengukuran, penilaian kelayakan oleh petugas yang berwenang, serta penggantian alat apabila hasil verifikasi memastikan bahwa alat tidak memenuhi persyaratan keselamatan. Namun, terdapat ketidaksesuaian pada data lead apron kode 1, yaitu jumlah luas kerusakan area vital dan nonvital sebesar 84.777,151 mm², sedangkan total kerusakan enam kuadran tercatat sebesar 89.515,673 mm². Selisih sebesar 4.738,522 mm² tersebut harus diperiksa kembali sebelum angka rekapitulasi digunakan sebagai dasar kesimpulan akhir. Setelah data dikonfirmasi, hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan evaluasi pemeliharaan lead apron dan penguatan program keselamatan radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan menggunakan teknik radiografi, kedua lead apron di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru menunjukkan adanya kerusakan pada lapisan pelindung yang teridentifikasi melalui citra radiografi. Luas kerusakan pada kedua lead apron tersebut menunjukkan bahwa kondisinya tidak memenuhi kriteria kelayakan yang digunakan dalam penelitian, sehingga keduanya direkomendasikan untuk tidak digunakan sebagai alat pelindung radiasi sebelum dilakukan evaluasi lebih lanjut. Temuan ini menegaskan bahwa pemeriksaan fisik saja belum memadai untuk memastikan kondisi lapisan pelindung internal lead apron. Oleh karena itu, pemeriksaan radiografi secara berkala diperlukan untuk mendeteksi kerusakan yang tidak terlihat dari permukaan dan mendukung pengambilan keputusan terkait kelayakan alat pelindung diri. Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pengelola instalasi radiologi dalam meningkatkan pengawasan, pemeliharaan, dan pengendalian mutu lead apron guna mendukung keselamatan petugas serta pasien.

Sebagai tindak lanjut, rumah sakit perlu menetapkan prosedur pemeriksaan lead apron secara berkala, menerapkan penyimpanan menggunakan gantungan atau rak khusus, serta melakukan pencatatan hasil inspeksi untuk memantau kondisi alat dari waktu ke waktu. Lead apron yang teridentifikasi mengalami kerusakan perlu dievaluasi berdasarkan kriteria kelayakan yang ditetapkan sebelum diputuskan untuk diperbaiki atau dikeluarkan dari penggunaan. Penerapan prosedur tersebut diharapkan dapat membantu mencegah penggunaan alat pelindung yang tidak layak dan memperkuat budaya keselamatan radiasi di lingkungan rumah sakit. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah lead apron yang lebih banyak dari beberapa fasilitas kesehatan serta membandingkan kondisi kerusakan berdasarkan usia penggunaan, frekuensi pemakaian, dan cara penyimpanan. Dengan demikian, penelitian lanjutan dapat memberikan dasar yang lebih komprehensif bagi penyusunan kebijakan inspeksi, pemeliharaan, dan penggantian lead apron yang sesuai dengan kondisi operasional di fasilitas pelayanan kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Farisy, M. S. H., Wati, R., & Mar'athus Nasokha, I. M. (2024). Studi kasus pemeliharaan *lead apron* di instalasi radiologi RS PKU Muhammadiyah Lamongan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, 2*, 1149–1157. https://proceeding.unisayogya.ac.id/index.php/prosemnaslppm/article/view/697

Copyright (c) 2026 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
https://doi.org/10.51878/healthy.v5i4.16484

Artika, R., Sigit, R., Ajiriyanto, M. K., & Yulianto, T. (2022). Image enhancement citra digital *short pin* PWR fuel berisi pelet UO_2 alam pasca uji radiografi sinar-X menggunakan program ImageJ. *Urania: Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir, 28*(1), 21–28. https://ejournal.brin.go.id/urania/article/view/7803

Asriningrum, S., Ardiana, A., Muljana, H., Musrifah, M., & Ariyanto, F. D. (2023). Kelayakan *lead apron* sebagai pelindung paparan radiasi hambur. *Jurnal Imejing Diagnostik, 9*(1), 1–5. https://doi.org/10.31983/jimed.v9i1.8877

Carolina, M. S. (2023). *Pengujian lead apron di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Harapan Magelang* [Tugas akhir diploma, Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta]. Repositori Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto. https://eprints.poltekkesadisutjipto.ac.id/id/eprint/1157

Citra, A. A., Za'im, M., & Mar'thus Nasokha, I. M. (2024). Studi kasus pengujian kelayakan *lead apron* di Instalasi Radiologi RSUD Caruban. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, 2*, 377–381. https://proceeding.unisayogya.ac.id/index.php/prosemnaslppm/article/view/436

Demetrius, & Sukadana, K. (2024). Uji kelayakan alat pelindung diri *lead apron* di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Daerah Mangusada Badung. *DETECTOR: Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan, 2*(3), 308–312. https://doi.org/10.55606/detector.v2i3.4240

Hidayati, N. A. (2026). *Uji kebocoran lead apron dengan teknik radiografi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Pekanbaru* [Tugas akhir, Universitas Awal Bros]. Repositori Universitas Awal Bros. https://repository.univawalbros.ac.id/673/

Irsal, M., Sutoro, S. G., Widiatmoko, M. E., Tarigan, A., Winarno, G., & Prananto, L. (2023). Analisis efektivitas apron 0.35 mmPb dalam melindungi pekerja radiasi pada pemeriksaan radiografi. *Jurnal Kesehatan Vokasional, 8*(3). https://doi.org/10.22146/jkesvo.80499

Nansih, L. A. (2022). Uji kebocoran apron menggunakan pesawat sinar-X fluoroskopi di RSUD M. Natsir Solok tahun 2021. *Jurnal Teras Kesehatan, 5*(1), 47–53. https://doi.org/10.38215/jtkes.v4i2.74

Pakaya, S. A. S. H., Astari, F. M., & Fakhrurreza, M. (2025). Pengujian kebocoran *lead apron* menggunakan *digital radiography* di Instalasi Radiologi RSUD dr. Soehadi Prijonegoro Sragen. *Journal of Innovation Research and Knowledge, 5*(4). https://doi.org/10.53625/jirk.v5i4.10984

Persa, S. (2025). Uji kelayakan *lead apron* dengan metode pencitraan dan dosimetri di ruang radiografi umum pada salah satu rumah sakit di Kota Palangka Raya. *SIPET Journal (Scientific Investigations of Physical Science and Engineering in the Tropics), 1*(1). https://e-journal.upr.ac.id/index.php/sipet/article/view/19619

Putri, B. A. K., Septiawan, B., & Hudha, L. S. (2026). Application of quality control in mobile digital radiography and lead apron performance testing using CT scan at West Nusa Tenggara Provincial General Hospital. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology, 7*(1), 23–34. https://doi.org/10.67434/ijast.v7i1.2007

Rohman, R. N., Mufida, W., & Utami, A. P. (2025). Kelayakan *lead apron* di Laboratorium Radiologi Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta. *Journal of Innovation Research and Knowledge*. https://doi.org/10.53625/jirk.v5i4.11372

Rubiyanto, H. (2025). Uji kelayakan *single piece lead apron* pada Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Pertamina. *Journal of Innovative and Creativity, 5*(3). https://joecy.org/index.php/joecy/article/view/4812

Copyright (c) 2026 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
https://doi.org/10.51878/healthy.v5i4.16484

Sari, I. M., Ridhani, R., Yufita, E., & Yusibani, E. (2026). Studi kelayakan apron timbal sebagai alat proteksi radiasi menggunakan metode radiografi digital. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika, 14*(2). https://jtaf.fmipa.unila.ac.id/index.php/jtaf/article/view/585

Setiawati, E., Susanto, R. E., & Arianto, F. (2023). Penentuan faktor koreksi dosis radiasi sinar-X Linac 6 MV pada ketidakhomogenan jaringan tubuh dengan MCNPX. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi, 18*(1), 17–32. https://ejournal.brin.go.id/jair/article/view/7188

Syafitri, I. N., Mufida, W., & Fakhrurreza, F. (2024). Studi kasus kelayakan *lead apron* di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Islam Siti Aisyah Madiun. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, 2*, 903–911. https://proceeding.unisayogya.ac.id/index.php/prosemnaslppm/article/view/423

Taufiq, V., Milvita, D., Sofyan, H., & Oktavia S., A. (2024). Evaluasi kelayakan dan efektivitas *lead apron* sebagai alat pelindung diri di instalasi radiologi. *Jurnal Fisika Unand, 13*(1), 110–116. https://jfu.fmipa.unand.ac.id/index.php/jfu/article/view/1250

Tesa, Widyasari, D., & Za'im, M. (2024). Studi kasus penyimpanan dan pengujian *lead apron* di instalasi radiologi Rumah Sakit UNS Solo. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, 2*, 490–495. https://proceeding.unisayogya.ac.id/index.php/prosemnaslppm/article/view/378

Yoshandi, T. M., Hamdani, H. E., & Annisa. (2021). Material analysis of lead aprons using radiography non-destructive testing. *Journal of Renewable Energy and Mechanics, 4*(2), 56–62. https://doi.org/10.25299/rem.2021.7480

Copyright (c) 2026 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan
https://doi.org/10.51878/healthy.v5i4.16484