

**PENGUJIAN ALAT PELINDUNG DIRI PADA *LEAD APRON*
DENGAN MENGGUNAKAN 3 METODE DI INSTALASI
RADIOLOGI RUMAH SAKIT PRIMA PEKANBARU**

KARYA TULIS ILMIAH



Oleh :

DARA DWI OKTAVIYANTI

21002016

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS AWAL BROS
2024**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ada dua faktor yang perlu diperhatikan saat menggunakan radiasi pengion dalam radiografi diagnostik, yang merupakan prosedur medis yang digunakan untuk berbagai tujuan. Saat menggunakan radiasi pengion dalam radiologi diagnostik, ada dua hal yang perlu diperhatikan: bahaya yang terlibat dan manfaat yang diperoleh. Radiografer akan terkena dampak secara langsung, dan lingkungan sekitar akan terkena dampak secara tidak langsung (Rudi et al., 2012).

Tujuan keselamatan radiasi sebagaimana tercantum dalam Peraturan Bapeten Nomor 8 Tahun 2011 tentang Keselamatan Radiasi adalah untuk melindungi masyarakat, lingkungan hidup, dan kesehatan petugas serta keselamatan dan keamanannya. Keselamatan radiasi atau yang sering disebut dengan proteksi radiasi merupakan salah satu bidang kajian dalam sains dan rekayasa yang berfokus pada perlindungan individu, kelompok individu, atau keturunannya terhadap risiko terkait radiasi terhadap kesehatan dan lingkungannya. Proteksi radiasi bertujuan untuk meminimalkan terjadinya efek stokastik, yaitu efek radiasi akibat dosis radiasi yang diterima oleh seseorang tanpa nilai ambang serendah mungkin, dan mencegah terjadinya efek deterministik, yaitu efek radiasi yang tingkat keparahannya bergantung pada dosis radiasi yang diterima dengan nilai ambang (Finzia Pocut Zairiana et al., 2017)

Oleh karena itu, untuk mengurangi bahaya radiasi, maka perlu dilakukan tindakan pencegahan, yaitu *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA), yaitu menjaga jarak aman dari sumber radiasi dan meminimalkan waktu paparan. Oleh karena itu, petugas yang bekerja dengan peralatan radiasi perlu menggunakan alat pelindung diri (APD) untuk melindungi diri dari tingkat radiasi yang tinggi (Irsal et al., 2023).

Untuk menjamin keselamatan pekerja dan orang lain di sekitarnya, maka diperlukan alat pelindung diri atau APD saat melakukan tugas yang mengandung bahaya (Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 8 Tahun 2010). Radiografer dapat mengambil tindakan pencegahan terhadap paparan radiasi dengan mengenakan APD atau alat pelindung diri. APD umum yang dikenakan oleh radiografer meliputi *lead apron*, pelindung gonad, sarung tangan pelindung, kacamata timbal, pelindung tiroid, dan layer (Batan, 2011). Petugas diharuskan mengenakan APD untuk melindungi diri dari tingkat radiasi yang berpotensi membahayakan saat bekerja dengan peralatan radiasi. Pekerja dapat mengurangi paparan mereka dengan menggunakan *lead Apron*.

Radiografer menggunakan *Lead Apron* sebagai alat pelindung diri (APD) yang merupakan komponen penting dari proteksi radiasi untuk setiap individu. Di ruang radiologi, *Lead Apron* digunakan sebagai proteksi radiasi pribadi. Paparan radiasi dapat ditoleransi pada bagian depan *Lead Apron* dengan ketebalan timbal minimal 0,35 mm. Dengan ketebalan timbal 0,25 mm, bagian samping dan belakang dapat mentoleransi paparan radiasi (Rehani M.M et al., 2011). *Lead Apron* ini memiliki banyak peran dalam penggunaannya dan

harus dalam kondisi penyimpanan yang tepat, untuk keselamatan personil terhadap radiasi (Oyar & Kişlalioglu, 2012).

Kemampuan *lead apron* dalam menahan radiasi didukung dengan cara penyimpanan. *Lead Apron* tidak boleh dilipat atau digantung selama penyimpanan atau penempatan karena hal ini dapat merusaknya dan mengurangi efektivitasnya sebagai perlengkapan perlindungan radiasi. Jika *lead apron* tidak digunakan harus disimpan di rak khusus *lead apron*, dengan posisi *lead apron* telentang di permukaan yang rata dan tidak dalam kondisi terlipat (BAPETEN, 2020), untuk itu ada standar khusus untuk melakukan QC (*Quality Control*) dalam menjaga kualitas *lead apron*.

Untuk memastikan kualitas keluaran peralatan, QC (*Quality Control*) merupakan kegiatan pengukuran rutin yang dilakukan untuk memantau kinerja visual dan uji kinerja peralatan (Iramanda et al., 2021). Pengujian merupakan langkah awal dalam program QC (*Quality Control*) untuk memastikan peralatan memenuhi spesifikasi pabrik. kinerja rutin yang melakukan uji kendali mutu atau pengujian peralatan secara bulanan, mingguan, tahunan, atau berkala (Seeram, 2019). *Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency Lead apron* (2015) harus diuji untuk menjaga kepadatan dan kondisi fisiknya kira-kira setiap 12 hingga 18 bulan. Namun, KEMENKES (2020) menyatakan bahwa pengujian apron timbal dilakukan setahun sekali dengan menggunakan fluoroskopi atau mesin sinar-X konvensional. Tujuan pengujian *lead apron* adalah untuk menjamin bahwa perlengkapan proteksi radiasi dapat memberikan perlindungan sebaik mungkin saat dikenakan. Selain pengujian,

memahami integritas *lead apron* pada saat pembelian sangat penting untuk memastikan keselamatan radiasi yang memadai. Selain itu, perawatan dan pemeliharaan *lead apron* diperlukan untuk menjaga kondisi fisik *lead apron* (Roshan, dkk. 2018).

Terdapat tiga *lead apron* di Instalasi Radiologi RS Prima Pekanbaru saat peneliti melakukan survei awal di sana. Ketiga *lead apron* tersebut dibeli pada tahun yang sama, yaitu 2016. Frekuensi pemakaian 3 buah *lead apron* tersebut digunakan untuk pemeriksaan konvensional dalam rentan 1-3 kali pemakaian dalam sehari dan pemeriksaan C-Arm dalam rentan 1-2 kali pemakaian dalam sehari dengan frekuensi pasien 70-80 orang di Instalasi Radiologi dalam sehari. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan peneliti pada saat survei awal, terdapat dua *lead apron* yang ditumpuk dan dilipat, serta satu apron timbal yang digantung di *Mobile X-ray*. Namun, BAPETEN (2020) menyatakan bahwa *lead apron* tidak boleh dilipat atau digantung karena dapat merusak dan mengurangi kemampuannya dalam melindungi dari radiasi. Tiga *lead apron* di Instalasi Radiologi RS Prima Pekanbaru terakhir kali diuji pada tanggal 16 Agustus 2022; hingga saat ini belum ada pengujian tambahan yang dilakukan. *Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency* (2015) *Lead apron* harus diuji untuk menjaga kepadatan dan kondisi fisiknya kira-kira setiap 12 hingga 18 bulan. Namun, KEMENKES (2020) menyatakan bahwa pengujian *Lead apron* dilakukan setahun sekali dengan menggunakan fluoroskopi atau mesin x-ray konvensional.

Penulis bermaksud untuk meneliti lebih lanjut pengujian *Lead apron* dalam karya ilmiah berdasarkan uraian tersebut di atas, dengan menggunakan judul **“PENGUJIAN ALAT PELINDUNG DIRI PADA *LEAD APRON* DENGAN MENGGUNAKAN 3 METODE DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT PRIMA PEKANBARU”**

1.2 Rumusan Masalah

Mengikuti konteks sebelumnya, penulis menyatakan masalah tersebut dengan cara berikut:

- 1.2.1 Bagaimana hasil uji Alat Pelindung Diri (APD) pada *Lead Apron* dengan menggunakan metode Uji Visualisasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru?
- 1.2.2 Bagaimana hasil uji Alat Pelindung Diri (APD) pada *Lead Apron* dengan menggunakan metode Uji Raba di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru?
- 1.2.3 Bagaimana hasil uji Alat Pelindung Diri (APD) pada *Lead Apron* dengan menggunakan metode Uji Sinar- X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk:

- 1.3.1 Untuk mengetahui hasil uji Alat Pelindung Diri (APD) pada *Lead Apron* dengan menggunakan metode Uji Visualisasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru
- 1.3.2 Untuk mengetahui hasil uji Alat Pelindung Diri (APD) pada *Lead Apron* dengan menggunakan metode Uji Raba di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru
- 1.3.3 Untuk mengetahui hasil uji Alat Pelindung Diri (APD) pada *Lead Apron* dengan menggunakan metode Uji Sinar- X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut ini adalah beberapa manfaat dari penelitian ilmiah:

1.4.1 Manfaat Teoritis

Dapat memberikan informasi mengenai proses pengujian *lead apron* di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru serta menambah wawasan dan pengetahuan penulis serta pembaca.

1.4.2 Manfaat Praktis

Hal ini menjadi pertimbangan penting bagi rumah sakit, khususnya Instalasi Radiologi RS Prima Pekanbaru masih layak digunakan sebagai alat proteksi radiasi atau tidak.

BAB II

TINJAUAN TEORI

2.1 Tinjauan Teoritis

2.1.1 Sinar – X

Dengan panjang gelombang yang sangat pendek, sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik yang menyerupai panas, cahaya, gelombang radio, dan cahaya ultraviolet. Sinar-X tidak terlihat, heterogen, dan memiliki panjang gelombang yang berbeda. Karena panjang gelombangnya yang sangat kecil hanya 1/10.000 dari panjang gelombang cahaya tampak sinar-X berbeda dari gelombang elektromagnetik lainnya. Sinar-X memiliki panjang gelombang yang pendek, yang memungkinkannya menembus objek. Panjang gelombang elektromagnetik dinyatakan dalam angstrom (Rasad H. Syahriar et al., 2018).

2.1.1.1 Proses Terbentuknya Sinar- X

Berdasarkan hasil penelitian (Rasad H. Syahriar et al., 2018), proses terjadinya sinar-X adalah sebagai berikut:

- b. Panas dari transformator memanaskan katode (filamen) hingga lebih dari 2000°C, sehingga menyebabkannya menyala.

- c. Panas tersebut menyebabkan elektron-elektron katode (filamen) terlepas.
- d. Elektron-elektron akan difokuskan pada mangkuk pemfokus dan bergerak cepat menuju anoda ketika dikopel dengan transformator tegangan tinggi.
- e. Dengan memilih potensial yang tinggi, filamen dibuat menjadi sangat negatif terhadap target.
- f. Di target, awan elektron berhenti tiba-tiba, membentuk panas (>99%) dan sinar-X (<1%).
- g. Hanya jendela yang memungkinkan sinar-X yang dihasilkan keluar karena pelindung timah akan menghentikan sinar-X meninggalkan tabung.
- h. Radiator pendingin membuang panas berlebih yang diakibatkan oleh tumbukan elektron pada target.

Miliampere meter (mA) menunjukkan berapa banyak sinar-X yang dilepaskan dalam jangka waktu tertentu, dan perangkat pemantauan waktu mengatur durasi pengambilan gambar (Rasad H. Syahriar et al., 2018).

2.1.1.2 Sifat-sifat sinar-x

Sinar-X memiliki berbagai karakteristik fisik, antara lain daya tembus, hamburan, penyerapan, efek

fotografis, fluoresensi, ionisasi, dan dampak biologis (Rasad H. Syahriar et al., 2018).

a. Daya Tembus

Sinar-X digunakan dalam radiografi dan memiliki kemampuan menembus material dengan kekuatan yang besar. Daya yang digunakan meningkat seiring dengan meningkatnya tegangan tabung (kV). Semakin kuat daya tembus suatu objek, semakin rendah berat atom atau densitasnya.

b. Pertebaran

Bahan atau zat yang dilalui sinar-X akan menyebarkan sinar tersebut ke segala arah, menghasilkan radiasi sekunder, yang juga dikenal sebagai radiasi hamburan, di dalam bahan atau zat tersebut. Sebuah kisi ditempatkan di antara subjek dan film sinar-X untuk mengurangi dampak radiasi hamburan, yang akan menghasilkan gambar radiografi dan film tampak abu-abu dan buram secara menyeluruh.

c. Penyebaran

Bahan atau zat yang sesuai dengan berat atom atau kepadatan bahan atau zat tersebut menyerap sinar-X

dalam radiografi. Penyerapan meningkat seiring dengan kepadatan atau berat atom.

d. Efek Fotografik

Setelah emulsi perak-bromida diproses secara kimia (diangkat) dalam ruang gelap, sinar-X memiliki kemampuan untuk mengubahnya menjadi hitam.

e. Pendar flour (flouresensi)

Bahan-bahan tertentu, seperti kalsium tungstat atau seng sulfida, memancarkan cahaya saat terkena radiasi sinar-X; fenomena ini dikenal sebagai pendaran cahaya. Ada dua jenis pendaran cahaya yang berbeda:

1) Fluorosensi

Cahaya hanya akan dilepaskan oleh fluoresensi jika ada

2) Fosforesensi

Bahkan setelah emisi sinar-X berhenti, cahaya akan tetap ada selama beberapa waktu (cahaya susulan).

f. Ionisasi

Ionisasi partikel bahan atau zat merupakan hasil utama dari sinar-X yang mengenai bahan atau zat.

g. Efek Biologik

Jaringan akan berubah secara biologis sebagai akibat dari sinar-X. Efek biologis dari terapi radiasi sering digunakan.

2.1.2 Radiasi

Terdapat dua jenis radiasi: partikel dan elektromagnetik. Radiasi partikel meliputi elektron, proton, neutron, dan positron; radiasi elektromagnetik meliputi cahaya tampak, sinar inframerah, sinar ultraviolet, sinar-X, dan sinar gamma (Dance dkk., 2014). Radiasi elektromagnetik tidak memiliki massa, tidak terpengaruh oleh medan listrik atau magnet, dan memiliki kecepatan konstan dalam medium tertentu. Radiasi elektromagnetik merambat melalui materi, namun tidak memerlukan materi untuk penyebarannya. Kecepatan maksimalnya ($2,998 \times 10^8$ m/s) terjadi dalam ruang hampa. (Bushberg Jerrold T. Dkk., 2012)

2.1.2.1 Efek biologi pada Radiasi

Radiasi memiliki kekuatan untuk menghancurkan sel atau mengubah karakteristiknya. Sel dengan karakteristik yang berubah tetap mampu bertahan hidup dan berkembang biak. Efek radiasi terhadap tubuh terbagi menjadi dua, yaitu:

a. Efek Stokastik

Efek tanpa ambang batas dosis yang dapat terjadi kapan saja. Efek acak dapat terjadi bahkan pada tingkat paparan radiasi yang disarankan. Terkait dengan paparan

dosis rendah, yang dapat menyebabkan kanker (kerusakan somatik) atau cacat lahir (kerusakan genetik) pada manusia (Nugraheni et al., 2022).

b. Efek Deterministik

Konsekuensi paparan radiasi pada tubuh manusia yang pasti terjadi jika dosis radiasi tinggi dikenal sebagai efek deterministik. Dosis radiasi yang aman dapat ditentukan dari dampak deterministik ini karena ada korelasi pasti antara tingkat keparahan penyakit dan dosisnya. Misalnya, kulit kemerahan dan timbulnya katarak. Intensitas efek ini sebanding atau sejalan dengan dosis yang dikonsumsi. Ada ambang batas rangsangan untuk efek ini yang harus dilampaui agar tubuh dapat terpengaruh.

2.1.3 Proteksi Radiasi

Proteksi radiasi, sebagaimana didefinisikan oleh BAPETEN NO 4 Tahun 2020, adalah setiap kegiatan yang dilakukan untuk mengurangi akibat buruk radiasi yang diakibatkan oleh paparan radiasi. Proteksi radiasi dimaksudkan untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya efek stokastik ke tingkat yang dapat ditoleransi sekaligus mencegah dampak deterministik atau akibat yang

tidak diinginkan. Untuk mencegah akibat buruk radiasi tersebut, prinsip-prinsip proteksi radiasi, yaitu pembatasan dosis, optimalisasi, dan justifikasi, harus diikuti (Indrati, dkk. 2017).

2.1.3.1 Asas Proteksi Radiasi

Tiga konsep yang membentuk prinsip proteksi radiasi: prinsip justifikasi, prinsip optimalisasi, dan prinsip pembatasan (Wulan Dari et al., 2023).

3.5.1 Asas Justifikasi

Justifikasi untuk setiap aktivitas yang terpapar radiasi adalah bahwa aktivitas tersebut hanya dilakukan jika aktivitas tersebut memberikan nilai tambah atau keuntungan yang nyata. Analisis biaya-manfaat dapat digunakan untuk menimbang pro dan kontra dari aktivitas atau operasi paparan radiasi yang diusulkan untuk membenarkannya dengan menunjukkan bahwa akan ada manfaat yang lebih besar dari pelaksanaannya.

b. Asas Optimisasi

Optimalisasi adalah proses menekan paparan radiasi yang dihasilkan dari suatu aktivitas hingga dosis serendah mungkin. Akronim untuk optimalisasi adalah ALARA, atau *As Low As Reasonably Achievable* (Serendah yang Wajar Dapat Dicapai). Untuk

melindungi pasien, optimalisasi harus dilakukan dengan cara yang menyelaraskan dosis dengan hasil yang diharapkan dari tes atau terapi sekaligus meminimalkan kemungkinan kesalahan dosis. Dosis tertinggi yang boleh diterima oleh pekerja radiasi dan anggota masyarakat dalam jangka waktu tertentu tanpa mengalami konsekuensi somatik dan genetik yang substansial sebagai akibat dari penggunaan energi nuklir dikenal sebagai nilai batas dosis (DLT).

c. Asas Limitasi

Pembatasan mengacu pada proses penerapan nilai batas dosis pada paparan di tempat kerja dan masyarakat. Dosis masyarakat dan pekerja radiasi tidak boleh lebih besar dari nilai batas dosis yang ditentukan.

2.1.4 Alat Proteksi Diri (APD)

Peralatan proteksi radiasi bagi pekerja radiasi meliputi apron timbal Pb (Timah), layar radiasi berlapis Pb, kacamata Pb, sarung tangan Pb, pelindung tiroid Pb, dan pelindung gonad Pb, sesuai dengan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2011. Peraturan ini juga mengatur bahwa pekerja radiasi wajib menggunakan peralatan proteksi radiasi (Pratiwi Arum Dian dkk., 2021).

2.1.4.1 Lead Apron / Apron

Lead Apron setara dengan 0,25 mm (nol koma dua puluh lima milimeter) atau 0,2 mm (nol koma dua milimeter) Pb untuk penggunaan pada mesin sinar-X yang digunakan dalam radiologi diagnostik, dan 0,35 mm (nol koma tiga puluh lima milimeter) Pb atau 0,5 mm (nol koma lima milimeter) Pb untuk penggunaan pada mesin sinar-X yang digunakan dalam radiologi intervensional (BAPETEN, 2020). Gambar apron timbal yang digambarkan pada Gambar 2.1 dan 2.2 disediakan di bawah ini.



Gambar 2. 1 Tampak *Lead Apron* satu sisi (NSW Environment Protection Authority, 2023)



Gambar 2. 2 Tampak *Lead Apron* dua sisi (NSW Environment Protection Authority, 2023)

2.1.4.2 Pelindung Tiroid

Pada daerah leher dikenakan pelindung tiroid yang terbuat dari bahan yang setara dengan timbal setebal 1 mm (satu milimeter). Berikut gambar pelindung tiroid yang ditampilkan pada gambar 2.3 pada daerah leher



Gambar 2. 3 Pelindung Tiroid (NSW Environment Protection Authority, 2023)

2.1.4.3 Pelindung Gonad

Untuk keperluan penggunaan mesin sinar-X radiologi diagnostik, perlindungan gonad setara dengan 0,2 mm (nol koma dua milimeter) timbal (atau 0,25 mm) timbal (atau dua puluh lima milimeter) Pb, dan untuk mesin sinar-X radiologi intervensional, setara dengan 0,35 mm (nol koma tiga puluh lima milimeter) timbal (atau 0,5 mm) seng. Pada apron, ketebalan ekuivalen Pb perlu ditandai secara permanen dan terlihat. Untuk melindungi seluruh gonad dari paparan sinar utama, pelindung ini harus memiliki ukuran dan bentuk yang

tepat (BAPETEN,2011). Ilustrasi sistem pertahanan gonad yang terlihat pada Gambar 2.4 disediakan di bawah ini.



Gambar 2. 4 Pelindung Gonad (NSW Environment Protection Authority, 2023)

2.1.4.4 Sarung Tangan Pb

Bila digunakan bersamaan dengan fluoroskopi, sarung tangan pelindung harus memberikan sedikitnya 0,25 mm (nol koma dua puluh lima milimeter) Pb pada redaman 150 kVp (seratus lima puluh kilovoltagepeak). Seluruh tangan, termasuk jari-jari dan pergelangan tangan, harus dilindungi oleh pelindung ini (BAPETEN, 2020). Gambar sarung tangan Pb yang terlihat pada Gambar 2.5 disediakan di bawah ini.



Gambar 2. 5 Sarung Tangan Pb (NSW Environment Protection Authority, 2023)

2.1.4.5 Kaca Mata Pb

Untuk melindungi area mata, kacamata Pb terbuat dari bahan yang setara dengan 1 mm (satu milimeter) Pb (BAPETEN, 2020). Gambar kacamata Pb yang terlihat pada Gambar 2.6 disediakan di bawah ini.



Gambar 2. 6 Kaca Mata Pb (NSW Environment Protection Authority, 2023)

2.1.4.6 Tabir Tb

Layar radiografer harus dilapisi dengan zat yang setara dengan satu milimeter, atau 1 mm, timbal. Dimensi layar

adalah sebagai berikut: tinggi dua meter dan lebar satu meter, dengan kaca pandang Pb yang mewakili satu milimeter P (satu mm) (BAPETEN, 2011). Ini adalah gambar Layar Pb yang dapat ditemukan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Tabir Tb (NSW Environment Protection Authority, 2023)

2.1.5 *Quality Control*

Banyak tugas penting yang terlibat dalam *Quality control*. Tugas-tugas ini meliputi perbaikan kesalahan, kinerja rutin, dan pengujian penerimaan. Tahap penting pertama dalam program pengendalian mutu adalah pengujian penerimaan, yang memverifikasi bahwa peralatan memenuhi standar produsen. Melaksanakan pengujian pengendalian mutu yang sebenarnya pada peralatan pada interval yang berbeda yaitu: tahunan, setengah tahunan, bulanan, mingguan, atau harian yang disebut sebagai kinerja rutin. Terakhir, perbaikan kesalahan menjamin bahwa mesin yang gagal mencapai batas toleransi atau persyaratan kinerja yang ditetapkan untuk

pengujian QC tertentu harus diperbaiki atau diganti agar memenuhi batas toleransi. (Seeram, tahun 2019).

2.1.6 Perawatan Lead Apron

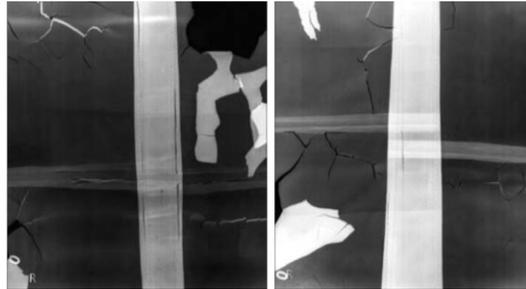
Untuk melindungi pekerja dari radiasi, sangat penting untuk menjaga *lead Apron* mereka. Perawatan *lead Apron* termasuk menghindari faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan, seperti kerusakan yang disebabkan oleh *lead Apron* yang terjatuh atau menumpuk. Saat tidak digunakan, semua *lead Apron* harus diletakkan di rak penyimpanan khusus. Pemutih atau alkohol tidak diperlukan untuk membersihkan *lead Apron*. Air dan sabun dapat digunakan untuk menghilangkan kotoran dari *lead Apron*. Membersihkan *lead Apron* setiap hari dengan sikat atau sikat lembut mungkin merupakan langkah pertama dalam merawatnya (Yoshandi Mohammad et.,al , 2023).



Gambar 2. 8 Penyimpanan *Lead Apron* yang salah (Oyar & Kişlaliöglu, 2012)

Pada Gambar 2.8 merupakan contoh penyimpanan atau peletakan *lead apron* yang salah. Penyimpanan *lead Apron* tidak boleh dalam kondisi yang terlipat dan diletakkan pada daerah yang tidak

benar. *Lead Apron* harus disimpan dirak khusus *lead apron*, dengan posisi *lead apron* terlentang dipermukaan yang rata dan tidak dalam kondisi terlipat .



Gambar 2. 9 Robekan, patahan dan Kerusakan pada *Lead Apron*.(Oyar & Kişlaliöđlu, 2012)

Kerusakan pada *lead apron*, termasuk sobekan dan retakan, diilustrasikan pada Gambar 2.9. Salah satu penyebab kerusakan *lead apron* adalah karena penyimpanan dan perawatannya tidak tepat.

2.1.7 Pengujian Lead Apron

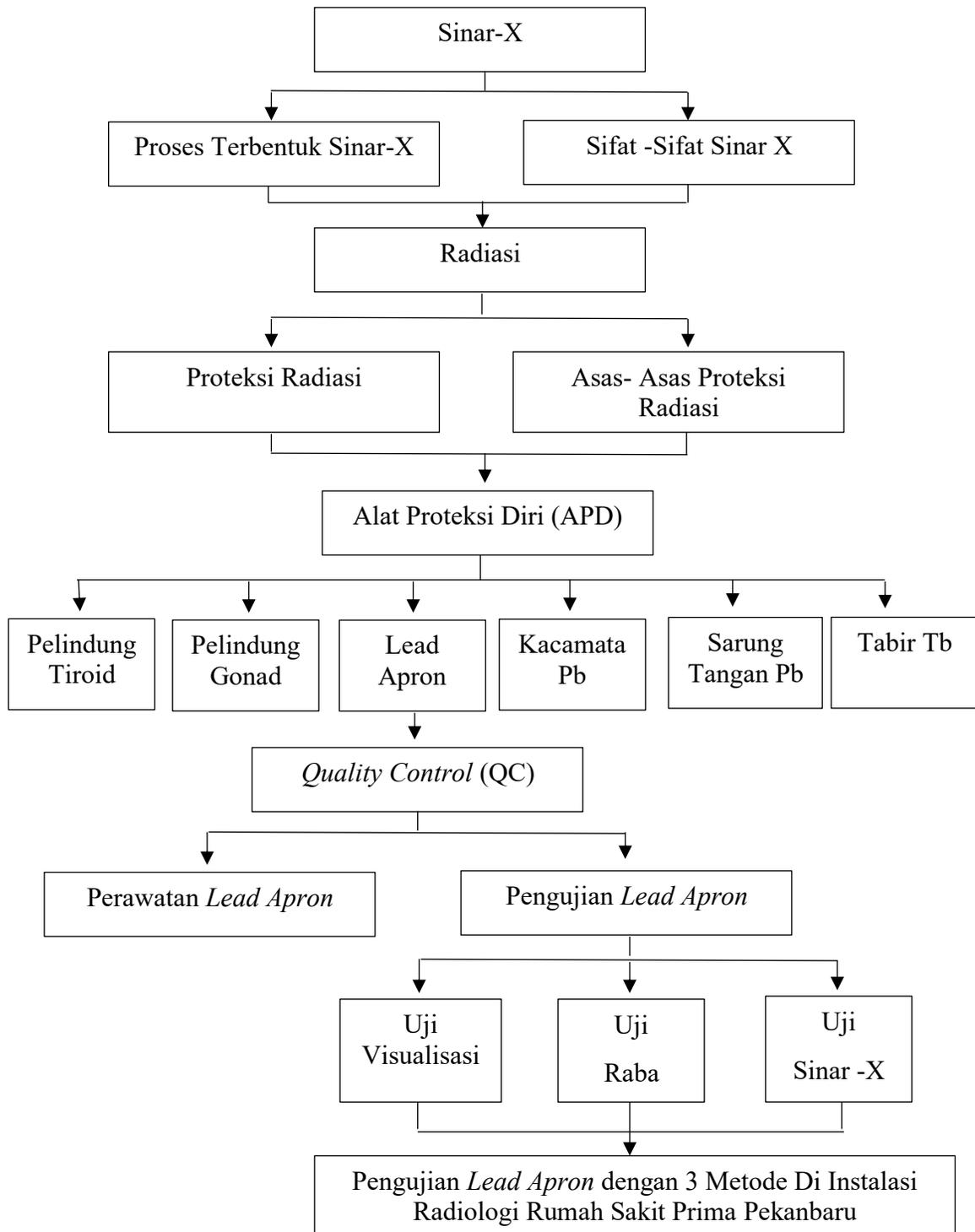
Ada tiga metode untuk mengevaluasi *lead Apron*, sebagaimana dinyatakan oleh Darmayanti (2021), yaitu: inspeksi visual, pengujian taktil, dan pengujian sinar-X. Ketiga pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa apron layak pakai dan aman untuk proteksi radiasi bagi pekerja dan keluarga pasien. Pengujian yang pertama dilakukan yaitu uji raba dengan memeriksa *lead Apron* tersebut terdapat gumpalan, tidak rata, dan pengurangan ketebalan pada beberapa permukaan pada *Lead Apron* tersebut . Pada pengujian kedua, yang

disebut pengujian visualisasi, kondisi fisik *lead Apron* diperiksa. Jika terdapat banyak sobekan pada *lead Apron* dan terdapat kecurigaan bahwa kabel tersebut tidak bersih, pemeriksaan sinar-X akan dilakukan untuk menentukan tingkat kebocoran.

Pengujian sinar-X dilakukan dengan menggunakan mesin sinar-X standar. Untuk melakukannya, kaset berukuran 35x43 cm diletakkan di bawah *lead Apron* setelah diregangkan, dan mesin sinar-X kemudian digunakan untuk menyinari kaset. Total jarak 100 cm memisahkan area fokus dan kaset; kV adalah 62 dan mAs adalah 8.

(Rehani M.M et al., 2011), menyatakan bahwa jika bagian penting *lead Apron* mengalami kerusakan lebih dari 15 mm² dan area yang tidak vital mengalami kerusakan lebih dari 670 mm², *lead Apron* harus ditolak. Menggunakan mesin sinar-X standar atau fluoroskopi, *lead Apron* diuji untuk mengetahui adanya timbal setahun sekali.

2.2 Kerangka Teori



Bagan 2. 1 Kerangka Teori

2.3 Penelitian Terkait

Penelitian yang terkait dengan karya ilmiah ini antara lain:

- 2.3.1 Penelitian terkait temuan Oktarina Damyanti mengenai Hasil Uji Kebocoran Alat Pelindung Diri Dengan Tiga Cara Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Karawang (2021). Untuk mengetahui kualitas kabel Apron di Instalasi Radiologi RSUD Karawang yang secara fisik dinilai tidak layak pakai, penelitian ini dilakukan dengan tiga metode berbeda, yaitu uji visualisasi, uji raba dan uji sinar-x. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah *lead Apron* benar-benar dapat melindungi karyawan dan keluarga pasien dari risiko radiasi dan dapat dianggap aman. Ada dua belas *lead Apron* di ruang radiografi RSUD Karawang; namun, hanya tiga di antaranya yang dinilai kurang layak berdasarkan tampilan luarnya yang diperiksa untuk penelitian ini. Temuan penelitian menunjukkan bahwa tiga *lead Apron* menjalani tiga fase pengujian kebocoran yang berbeda: pemeriksaan uji visualisasi, uji raba dan uji sinar-x. Kebocoran radiasi dinyatakan ada di ketiga *lead Apron* tersebut. Ada paralel dalam penelitian ini karena pengujian *lead Apron* dilakukan di rumah sakit dengan tiga teknik berbeda: pengujian uji visualisasi, uji raba dan uji sinar-x.
- 2.3.2 Penelitian terkait tentang Evaluasi Kelayakan dan Efektivitas *Lead Apron* sebagai Alat pelindung Diri di Instalasi Radiologi oleh Vara

Taufiq, Dian Milvita, Hasnel Sofyan, dan Amel Oktavia S. (2024). Uji kelayakan dan efektivitas *lead Apron* diintegrasikan dalam penelitian ini. Tiga pengujian digunakan untuk mengumpulkan data untuk penelitian ini: pengamatan, pengujian kelayakan, dan pengujian efektivitas dari *lead Apron* yang dipasang di instalasi radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas. *Lead Apron 5* mengalami kerusakan yang cukup besar berupa lubang dan retakan berdasarkan lima *lead Apron* yang telah diuji; namun, *lead Apron 5* lebih jarang digunakan daripada *lead Apron 1*. *Lead Apron 5* rusak karena teknik penyimpanan, yang melibatkan penyebarannya di permukaan yang tidak rata. Seperti penelitian sebelumnya, penelitian ini meneliti kemampuan perlindungan radiasi *lead Apron* dengan melalui kondisi fisik, tampilan, dan keefektivasannya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian pada Karya Tulis Ilmiah ini adalah kuantitatif dengan pendekatan observasional dengan melakukan pengujian, pengukuran dan dokumentasi.

3.2 Populasi Dan Sample

3.2.1 Populasi

Populasi dari Karya Tulis Ilmiah ini adalah tiga buah *lead Apron* yang ada di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru.

3.2.2 Sample

Sample pada Karya Tulis Ilmiah ini adalah tiga buah *lead Apron* yang ada di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru.

3.3 Lokasi dan Waktu Pengambilan data

3.3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pelaksanaan penelitian pada Karya Tulis Ilmiah ini akan dilaksanakan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru, Jalan. Bima No.1, Delima, Kec. Tampan, Kota Pekanbaru, Riau.

3.3.2 Waktu Pengambilan Data

Waktu Pengambilan data Penelitian pada Karya Tulis Ilmiah ini dilaksanakan pada April – Mei 2024

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat untuk mengumpulkan, mengolah, menganalisa dan menyajikan data-data secara sistematis serta objektif dengan tujuan memecahkan suatu persoalan atau menguji suatu hipotesis (Nasution Hamni Fadlilah, 2016). Instrumen penelitian pada Karya Tulis Ilmiah ini yaitu:

a. Pesawat Radiografi Konvensional

- 1) Pesawat Sinar- X : *X-Ray Meheral Pupose (DR)*
- 2) Merk : *United Imaging*
- 3) No.Seri : *0H0271*



Gambar 3. 1 Pesawat Radiografi Konvensional

- b. Kaset ukuran 35 x 43



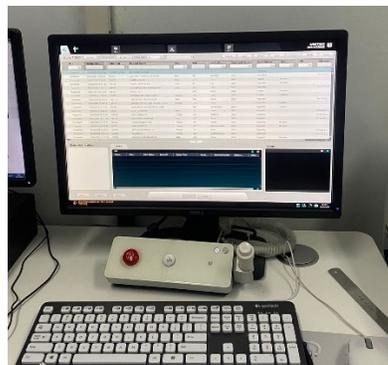
Gambar 3. 2 Kaset ukuran 35 x 43 cm

- c. Lead Apron berjumlah 3 buah



Gambar 3. 3 Lead Apron berjumlah 3 buah

- e. Komputer Consule



Gambar 3.4 Komputer Consule

- f. Alat Tulis

- g. Marker

h. Kamera Digital

3.5 Prosedur Penelitian

Pengujian *lead apron* akan dilakukan dalam 3 metode prosedur pengujian *lead apron* yaitu :

3.5.1 Pengujian *Lead Apron* Menggunakan Uji Visualisasi

Prosedur Pengujian *lead Apron* Menggunakan Uji Visualisasi bertujuan untuk melihat kondisi fisik *lead Apron* seperti kondisi *lead apron* yang tidak dalam kondisi bersih atau terdapat beberapa robekan pada beberapa bagian dari *lead apron* tersebut. Pengujian *Lead Apron* Menggunakan Uji Visualisasi yaitu dengan cara melihat kondisi fisik dari *lead Apron* tersebut, setelah itu mengevaluasi *lead Apron* yang sudah diuji dan mencatat hasil dari evaluasi tersebut

3.5.2 Pengujian *Lead Apron* Menggunakan Uji Raba

Pengujian *lead Apron* Menggunakan Uji Raba bertujuan untuk memeriksa *lead Apron* tersebut terdapat gumpalan yang tidak rata dan pengurangan ketebalan pada beberapa permukaan pada bagian *lead Apron*. Pengujian *Lead Apron* Menggunakan Uji Raba yaitu dengan cara meraba menggunakan tangan lalu meraba beberapa bagian dari permukaan dari *lead Apron* tersebut, setelah itu mengevaluasi *lead Apron* yang sudah diuji dan mencatat hasil dari evaluasi tersebut.

3.5.3 Pengujian *Lead Apron* Menggunakan Uji Sinar-X

- a. Mengatur pesawat konvensional sinar-X dengan arah sinar tegak lurus dan pengaturan FFD (*Focus Film Distance*) 100 cm. *Central Point* berada dipertengahan *lead apron* pada masing-masing kuadran.
- b. Setelah itu, ambil *lead apron* dan bagi menjadi empat kuadran kemudian diberi tanda berupa marker untuk membedakan pada masing- masing bagian.



Keterangan gambar :

1. Kuadran 1 (bagian kanan atas)
2. Kuadran 2 (bagian kiri atas)
3. Kuadran 3 (bagian kanan bawah)
4. Kuadran 4 (bagian kiri bawah)

Gambar 3. 3 Pembagian kuadran *Lead Apron*

- c. Meletakkan imaging plate ukuran 35 x 43 cm dimeja pemeriksaan dan dibawah *lead apron* pada masing-masing kuadran secara bergantian.
- d. Letakkan *lead apron* diatas imaging plate pada masing-masing kuandran secara bergantian, pastikan daerah yang

akan dilakukan ekposi masuk seluruhnya kedalam Imaging Plate.

- e. Melakukan ekposi secara bergantian pada masing-masing kuadran sebanyak satu kali sesuai dengan kuadran yang telah ditentukan dengan faktor ekposi yang sama pada setiap *lead apron*.
- f. Melakukan re-ekposi pada masing-masing kuadran *lead apron* untuk menghindari human error maupun kesalahan dari alat minimal 2 kali pengulangan
- g. Melakukan pengukuran dan evauasi dari hasil pengujian lead apron dengan menggunakan fitur *Aligment*, untuk retakan dan robekan menggunakan fitur *aligment Length* dengan meletakkan titik awal di pangkal retakan dan titik akhir di ujung retakan maka akan langsung diketahui seberapa besar retakan yang terjadi *Lead apron* dikatakan layak jika terdapat lubang berdiameter < 2 mm, untuk lubang/sobekan pada lead apron harus < 15 mm² serta retakan/patahan < 4 mm² pada daerah sensitif dan tidak sensitif (daerah yang tidak sensitif adalah kuadran I dan kuadran II sedangkan daerah sensitif adalah kuadran III dan kuadran IV) (Oyar & Kişlalioğlu, 2012) dan memasukkan data hasil kedalam tabel hasil pengujian lead apron

3.6 Analisis Data

Pengumpulan data diperoleh dengan melakukan pengujian, pengukuran dan dokumentasi. Hasil pengujian yang diperoleh dicatat dengan bentuk data untuk mempermudah dalam hasil pembacaan yaitu data mengenai hasil dari evaluasi pengujian tersebut.

Dari data yang diperoleh untuk pengujian uji visualisasi dan uji raba, jika dilihat apakah *lead apron* tersebut mengalami kerusakan berupa kerusakan internal maupun eksternal. Kerusakan internal merupakan kerusakan *lead apron* yang memiliki banyak lekukan dan warna *lead apron* yang tidak merata, sedangkan kerusakan eksternal merupakan kerusakan yang adanya noda pada *lead apron* dan robekan pada kain luar. Jika hasil evaluasi dari pengujian tersebut mengalami kerusakan berupa kerusakan eksternal dan internal, maka *lead apron* tersebut perlu untuk dibuat pelaporan dan diganti.

Dari data yang diperoleh untuk pengujian uji sinar-x, jika hasil pengujian menunjukkan adanya lubang atau robekan pada *lead apron* lebih dari 15 mm^2 pada bagian sensitif dan 670 mm^2 pada daerah non sensitif, maka *lead apron* tidak dapat digunakan lagi dan harus diganti (Oyar & Kişlalioğlu, 2012). Hasil pengukuran melewati batas toleransi menunjukkan pada kerusakan berat terhadap *lead apron* yang tidak berfungsi untuk melindungi organ dari radiasi, kain pada penutup luar sudah hancur, kecacatan pada lapisan pelindung area organ vital jelas terlihat dan tindakan reject harus segera dilakukan. Hasil pengukuran yang masih dalam batas toleransi, maka dapat dinyatakan *lead*

apron tersebut layak untuk digunakan. Sedangkan jika hasil pengukuran melebihi batas toleransi, lead apron tersebut perlu untuk dibuat pelaporan dan diganti.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Instalasi Radiologi RS Prima Pekanbaru telah melakukan pengujian *lead apron*. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan penulis saat pengumpulan data, Instalasi Radiologi RS Prima Pekanbaru memiliki tiga *lead apron* yang semuanya dibeli pada tahun yang sama, yaitu tahun 2016. Frekuensi pemakaian 3 buah *lead apron* tersebut digunakan untuk pemeriksaan konvensional dalam rentan 1-3 kali pemakaian dalam sehari dan pemeriksaan C-Arm dalam rentan 1-2 kali pemakaian dalam sehari dengan frekuensi pasien 70-80 orang di Instalasi Radiologi dalam sehari.

Di Instalasi Radiologi RS Prima Pekanbaru, terdapat rak khusus untuk menyimpan *lead apron* di ruang CT Scan. Namun, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1, dua *lead apron* saat ini ditumpuk dan dilipat, dan yang ketiga digantung di atas mobil X-Ray.



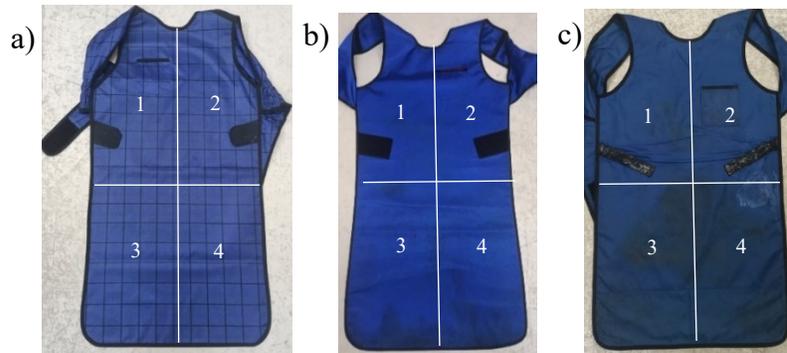
Gambar 4. 1 Kondisi Penyimpanan Lead apron Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima

Persyaratan *lead apron* diperoleh dari hasil observasi dan dokumentasi terhadap tiga *lead apron* yang akan diuji di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru, dan ditunjukkan pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Data Spesifikasi Lead Apron Di Unit Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Kode Lead Apron	Type	Tahun Pembelian	Ketebalan	Warna	Penyimpanan/ Peletakan <i>Lead apron</i>
1	<i>Single Lead Apron</i>	2016	0,5 mm	Biru Tua	CT Scan
2	<i>Single Lead Apron</i>	2016	0,5 mm	Biru Tua	CT Scan
3	<i>Single Lead Apron</i>	2016	0,5 mm	Biru Tua	CT Scan

Peneliti melakukan empat bagian kuadran pemotongan *lead apron* untuk mengukurnya menggunakan tiga metode: Uji Visualisasi, Uji Raba, dan Uji Sinar-X. Kuadran 1 adalah bagian kanan atas (Gambar 4.2) yang diberi kode 1. Kuadran 2 adalah bagian kiri atas (Gambar 4.2) yang diberi kode 2. Kuadran 3 adalah bagian kanan bawah (Gambar 4.2) yang diberi kode 3. Kuadran 4 adalah bagian kiri bawah (Gambar 4.2) yang diberi kode 4.



Gambar 4. 2 *Lead Apron* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru, a) *Lead apron 1*, b) *Lead Apron 2*, Dan c) *Lead apron 3*

Keterangan gambar :

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. Kuadran 1 (Kode 1) | 3. Kuadran 3 (Kode 3) |
| 2. Kuadran 2 (Kode 2) | 4. Kuadran 4 (Kode 4) |

4.1.1 Hasil Pengujian Alat Pelindung Diri *Lead Apron 1* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

1) Hasil Uji Visualisasi *Lead Apron 1* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Menerapkan Uji Visualisasi pada *lead apron* memerlukan perluasan dan kondisi fisiknya sehubungan dengan kuadran bernomor yang disediakan untuk setiap bagian.



Gambar 4. 3 Kondisi Fisik dari *lead apron* 1 Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru,

Keterangan gambar :

- 1) Garis putus-putus : Pembagian kuadran pada *lead apron*
- 2) Nomor (1, 2, 3, 4): Penomoran kuadran pada *lead apron*

Gambar 4.3 menunjukkan langkah-langkah untuk menguji *Lead apron* 1 secara visual, yang meliputi merentangkan *Lead apron* secara mendatar di atas permukaan dan memeriksa kondisi fisiknya menurut kuadran yang dipisahkan. *Lead apron* 1 lulus Uji Visualisasi, yang berarti kain luarnya bebas dari kerusakan yang terlihat.

- 2) Hasil Uji Raba Alat Pelindung Diri *Lead Apron* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Pengujian *lead apron* menggunakan Uji Raba dengan membenteng *lead apron* lalu meraba menggunakan tangan pada

setiap sisi dari *lead apron* tersebut sesuai kuadran yang diberi penomoran pada setiap bagian yang telah diberikan.



Gambar 4. 4 Kondisi Permukaan dari *lead apron* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru,

Keterangan gambar :

- 1) Lingkaran Putih : Lipatan pada *Lead Apron*
- 2) Garis putus-putus : Pembagian kuadran pada *lead apron*
- 3) Nomor (1, 2, 3, 4): Penomoran kuadran pada *lead apron*

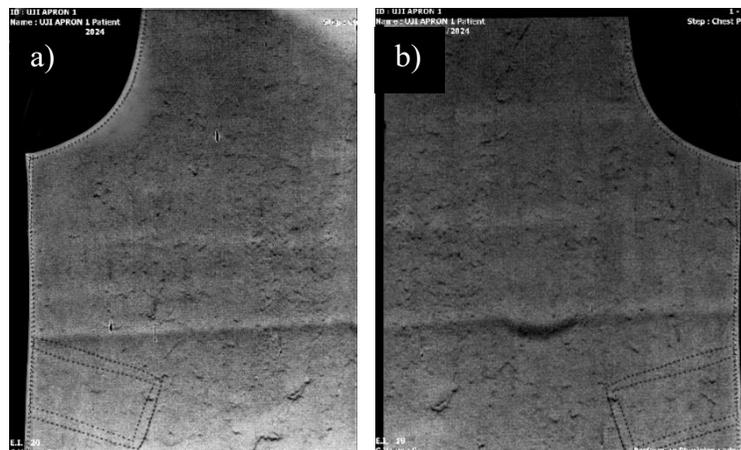
Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4, langkah pertama Uji Raba pada *Lead apron* 1 adalah meletakkan *Lead apron* secara mendatar dan kemudian merasakan keempat sudutnya menggunakan tangan. Uji Raba mengungkapkan bahwa *Lead apron* 1 memiliki satu lipatan yang berjalan horizontal melintasi kuadran 1 dan 2 dan kuadran 3 dan 4, berturut-turut. Selain itu, ada satu lipatan yang berjalan horizontal melintasi kuadran 5 dan 6 pada permukaan *Lead apron*.

Seperti yang terlihat pada Gambar 4.4, lipatan tersebut telah dilingkari dengan warna putih.

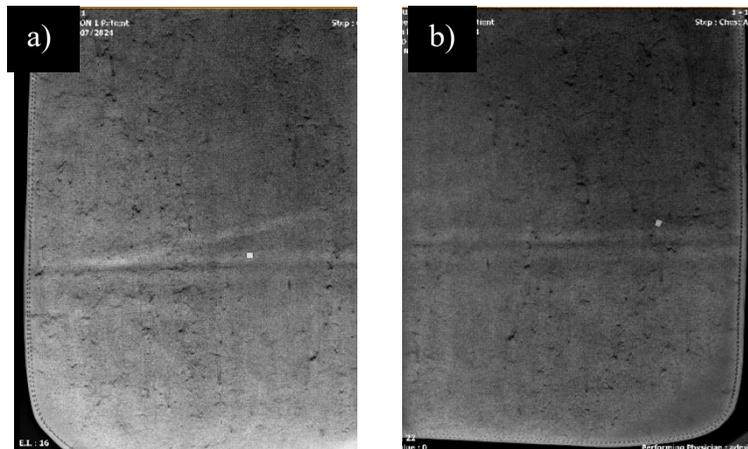
3) Hasil Uji Sinar-X Alat Pelindung Diri *Lead Apron* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Pengujian sinar-X dengan peralatan radiografi konvensional dan digital (DR) digunakan untuk pengujian *lead apron*. *Lead apron* kemudian dibentangkan di atas meja pemeriksaan dan dibagi menjadi empat kuadran. *Lead apron* yang akan diperiksa diletakkan di bawah *Imaging Plate* 35 x 43, dan pengujian kemudian dilakukan dengan faktor paparan 62 kV dan 8 mAs.

Menurut temuan pengujian *lead apron* 1, yang diukur menggunakan aplikasi pada DR dan ditampilkan dalam hasil radiografi, banyak area kerusakan terlihat di Kuadran 1, 2, 3, dan 4.



Gambar 4. 5 Hasil Uji Sinar-X *Lead Apron* 1, a) Kuadran 1, b) Kuadran 2



Gambar 4. 6 Hasil Uji Sinar-X *Lead Apron 1*, a) Kuadran 3, b) Kuadran 4

Dapat dengan cepat menentukan ukuran retakan atau lubang dengan menggunakan fitur alignment Length, yang melibatkan penempatan titik awal di dasar struktur dan titik akhir di ujungnya. Hasil uji sinar-X untuk *lead apron 1*, kuadran 1, 2, 3, dan 4, yang diukur menggunakan fitur Alignment, ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Sinar-X Dengan Robekan *Lead Apron 1*, Kuadran 1, 2, 3, dan 4

Kode Apron	Kuadran	Jenis Kerusakan	Total Kerusakan	Jumlah Kerusakan	Area Kerusakan	Keterangan Layak
			Panjang(mm)			
1	1	Patahan	1,950.65	117	Vital	Tidak Layak
		Lubang	41.81	3	Vital	Tidak Layak
	2	Patahan	3,888.88	129	Vital	Tidak Layak
		Lubang	14.45	1	Vital	Tidak Layak
	3	Patahan	1,388.78	100	Non Vital	Tidak Layak

	Lubang	-	-	-	-
4	Patahan	2,962.54	116	Non Vital	Tidak Layak
	Lubang	-	-	-	-
Total		10,247.11	466		

Pada hasil uji sinar -x *lead apron* 1 terdapat patahan dan lubang, yang terdapat pada daerah vital maupun non vital. Total patahan pada kuadran 1 yaitu 1,950.65 mm berjumlah 117 patahan dan total lubang pada kuadran 1 yaitu 41.81 mm berjumlah 3 lubang. Total patahan pada kuadran 2 yaitu 3,888.88 mm berjumlah 129 patahan dan total lubang pada kuadran 2 yaitu 14.45 mm berjumlah 1 lubang. Total patahan pada kuadran 3 yaitu 1,388.78 mm berjumlah 100 patahan dan total patahan pada kuadran 4 yaitu 2,962.54 mm berjumlah 116 patahan.

Kerusakan pada *lead apron* 1 di kuadran 1, 2, 3, dan 4 ditotal, dan hasil temuan menunjukkan kerusakannya adalah 10.247,11 mm, dengan 4.351,32 mm di daerah non vital dan 5.895,79 mm di daerah vital.

4.1.2 Hasil Pengujian Alat Pelindung Diri *Lead Apron 2* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

1) Hasil Uji Visualisasi *Lead Apron 2* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Dengan memperluasnya dan membandingkan keadaan fisiknya dengan kuadran bernomor di setiap bagian, dapat menguji *lead apron* menggunakan Uji Visualisasi.



Gambar 4. 7 Kondisi Fisik dari *lead apron 2* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru,

Keterangan gambar :

- 1) Lingkaran Putih : Bercak berwarna hitam
- 2) Garis putus-putus : Pembagian kuadran pada *lead apron*
- 3) Nomor (1, 2, 3, 4) : Penomoran kuadran pada *lead apron*

Visualisasi data Langkah-langkah untuk menguji *Lead apron 2* meliputi meletakkannya dalam keadaan datar dan memeriksa kondisi fisiknya dalam kaitannya dengan keempat sudutnya. Hasil Uji

Visualisasi pada *lead apron 2*, pada kuadran 1 terdapat satu bercak hitam, pada kuadran 3 terdapat dua bercak hitam dan pada kuadran 4 terdapat bercak hitam. Bercak hitam tersebut telah dilingkari berwarna putih seperti Gambar 4.7 .

2) Hasil Uji Raba Lead Apron 2 Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Pengujian *lead apron* menggunakan Uji Raba dengan membentangi *lead apron* lalu meraba menggunakan tangan pada setiap sisi dari *lead apron* tersebut sesuai kuadran yang diberi penomoran pada setiap bagian yang telah diberikan.



Gambar 4. 8 Kondisi Permukaan dari lead apron 2 Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru,

Keterangan gambar :

- 1) Lingkaran Putih : Lipatan pada *Lead Apron*
- 2) Garis putus-putus : Pembagian kuadran pada *lead apron*

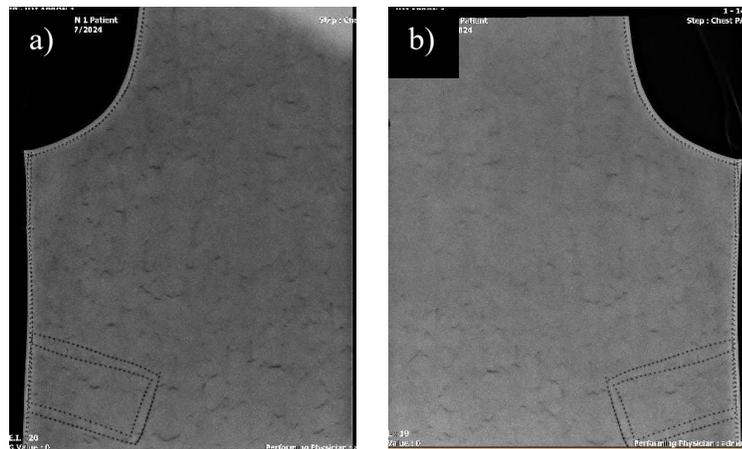
3) Nomor (1, 2, 3, 4): Penomoran kuadran pada *lead apron*

Pengujian Raba *lead apron 2*, meliputi langkah-langkah meratakan *lead apron* dan merasakan setiap sisinya dengan tangan sesuai dengan kuadran *lead apron* (Gambar 4.8). Uji Raba pada *lead apron 2*, pada kuadran 3 dan kuadran 4 terdapat dua lipatan yang membentang horizontal dari sisi kuadran 3 sampai kuadran 4 pada permukaan *lead apron* tersebut. Lipatan tersebut telah dilingkarin bewarna putih seperti Gambar 4.8.

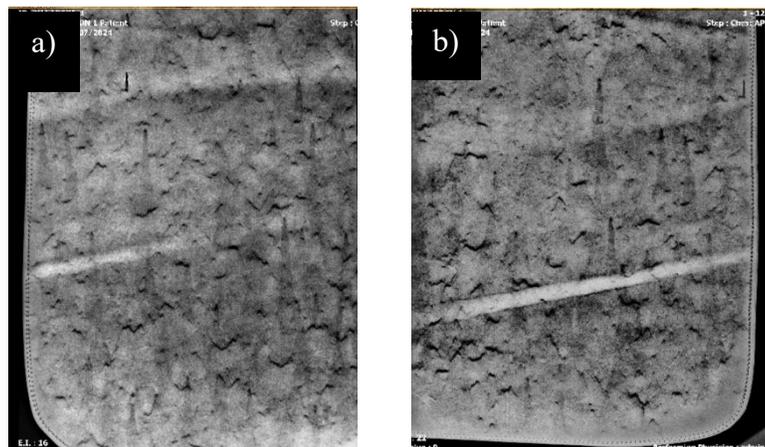
3) Hasil Uji Sinar-X Lead Apron 2 Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Pengujian sinar-X dengan peralatan radiografi konvensional dan digital (DR) digunakan untuk pengujian *lead apron*. *Lead apron* kemudian dibentangkan di atas meja pemeriksaan dan dibagi menjadi empat kuadran. *Lead apron* yang akan diperiksa ditempatkan di bawah *Imaging Plate 35 x 43*, dan pengujian kemudian dilakukan dengan faktor paparan 62 kV dan 8 mAs.

Banyak area kerusakan ditemukan di Kuadran 1, 2, 3, dan 4 sebagai akibat dari pengujian *lead apron 2*, yang diukur menggunakan aplikasi pada DR dan ditampilkan dalam hasil radiografi.



Gambar 4. 9 Hasil Uji Sinar-X *Lead Apron 2*, a) Kuadran 1, b) Kuadran 2



Gambar 4. 10 Hasil Uji Sinar-X *Lead Apron 2*, a) Kuadran 3 dan b) Kuadran 4

Hasil uji sinar-X *Lead Apron 2* untuk empat kuadran pertama yang diukur keselarasan ditampilkan dalam tabel berikut, untuk patahan dan lubang menggunakan fitur alignment Length, dengan meletakkan titik awal di pangkal patahan atau lubang dan titik akhir di ujung patahan atau lubang, maka akan langsung diketahui seberapa besar patahan atau lubang yang terjadi.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Sinar-X Dengan Robekan *Lead Apron 2*, Kuadran 1, 2, 3, dan 4

Kode Apron	Kuadran	Jenis Kerusakan	Total Kerusakan	Jumlah Kerusakan	Area Kerusakan	Keterangan Layak
			Panjang(mm)			
2	1	Patahan	2,930.57	148	Vital	Tidak Layak
		Lubang	22.43	1	Vital	Tidak Layak
	2	Patahan	2,892.13	163	Vital	Tidak Layak
		Lubang	18.34	1	Vital	Tidak Layak
	3	Patahan	4,862.87	164	Non Vital	Tidak Layak
		Lubang	22,38	1	Non Vital	Tidak Layak
	4	Patahan	6,684.41	206	Non Vital	Tidak Layak
		Lubang	-	-	-	-
Total			17,433.13	683	-	-

Pada hasil uji sinar -x *lead apron 2* terdapat patahan dan lubang, yang terdapat pada daerah vital maupun non vital. Total patahan pada kuadran 1 yaitu 2,930.57 mm berjumlah 148 patahan dan total lubang pada kuadran 1 yaitu 22.43 mm berjumlah 1 lubang. Total patahan pada kuadran 2 yaitu 2,892.13 mm berjumlah 163 patahan dan total lubang pada kuadran 2 yaitu 18.34 mm berjumlah 1 lubang. Total patahan pada kuadran 3 yaitu 4,862.87 mm berjumlah 164 patahan dan total lubang pada kuadran 3 yaitu 22,38 mm berjumlah 1 lubang. Total patahan pada kuadran 4 yaitu 6,684.41 mm berjumlah 206 patahan dan terdapat 1 lekukan.

Kerusakan pada Lead Apron 2 di kuadran 1, 2, 3, dan 4 dijumlahkan dan hasilnya adalah 17.433,13 mm, dengan kerusakan 5.863,47 mm di daerah esensial dan 11.569,66 mm di daerah non vital.

4.1.3 Hasil Pengujian Alat Pelindung Diri *Lead Apron 3* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

1) Hasil Uji Visualisasi Lead Apron 3 Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Menerapkan Uji Visualisasi pada *lead apron* memerlukan perluasan dan kondisi fisiknya sehubungan dengan kuadran bernomor yang disediakan untuk setiap bagian.



Gambar 4. 11 Kondisi Fisik dari lead apron 3 Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru,

Keterangan gambar :

- 1) Lingkaran Putih : Bercak berwarna hitam
- 2) Lingkaran Kuning : Bercak berwarna putih
- 3) Garis putus-putus : Pembagian kuadran pada *lead apron*

4) Nomor (1, 2, 3, 4) : Penomoran kuadran pada *lead apron*

Uji Visualisasi data melakukan pemeriksaan *Lead apron 3* sesuai dengan keempat sudutnya melibatkan pertama-tama menyebarkan apron pada permukaan yang rata. Hasil Uji Visualisasi pada *lead apron 3*, pada kuadran 1 terdapat satu bercak hitam, pada kuadran 3 terdapat dua bercak hitam dan pada kuadran 4 terdapat dua bercak hitam dan satu bercak putih. Bercak hitam telah dilingkarin bewarna putih dan bercak putih telah dilingkarin bewarna kuning seperti Gambar 4.11 .

2) Hasil Uji Raba Lead Apron 3 Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Lead apron dapat diuji menggunakan Uji Raba, yang meliputi peregangan *lead apron* dan penggunaan tangan untuk merasakan sisi-sisinya sesuai dengan kuadran bernomor yang disediakan untuk setiap bagian.



Gambar 4. 12 Kondisi Permukaan dari *lead apron 3* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Keterangan gambar :

- 1) Garis putus-putus : Pembagian kuadran pada *lead apron*
- 2) Nomor (1, 2, 3, 4) : Penomoran kuadran pada *lead apron*

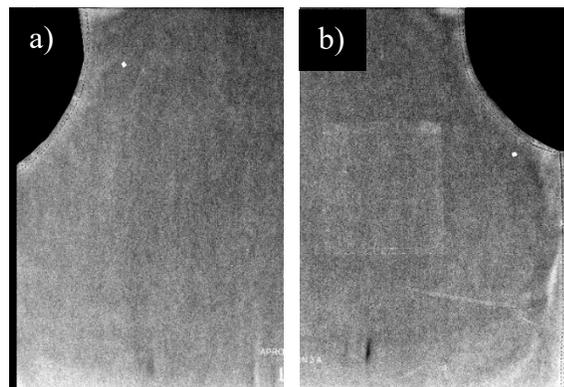
Seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 4.12, *Lead apron* dapat diuji dengan membentangkannya secara datar dan merasakan setiap sisinya dengan tangan, mengikuti langkah-langkah yang diuraikan pada *Lead apron 3*. Hasil Uji Raba pada *lead apron 3*, tidak terdapat lipatan pada permukaan *lead apron* tersebut.

3) Hasil Uji Sinar-X Lead Apron 3 Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

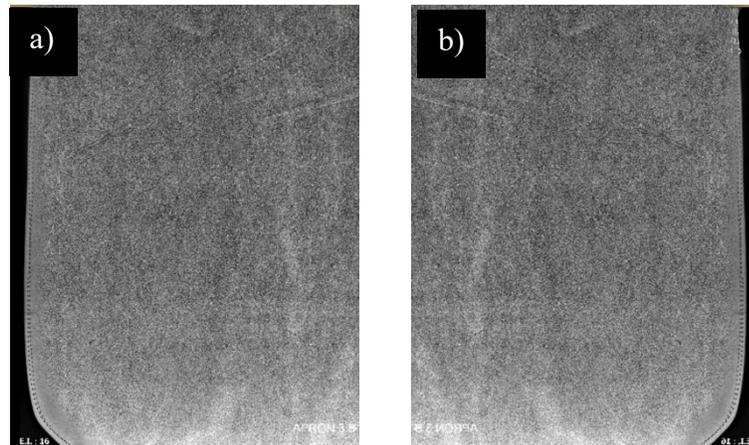
Pengujian sinar-X dengan peralatan radiografi konvensional dan digital (DR) digunakan untuk pengujian *Lead apron*. *Lead apron* kemudian dibentangkan di atas meja pemeriksaan dan dibagi menjadi empat kuadran. *Lead apron* yang akan diperiksa ditempatkan di bawah Imaging Plate 35 x 43, dan pengujian kemudian dilakukan dengan faktor paparan 62 kV dan 8 mAs.

Banyak area kerusakan ditemukan di Kuadran 1, 2, 3, dan 4 sebagai akibat dari pengujian *Lead apron* 1, yang diukur menggunakan aplikasi pada DR dan ditampilkan dalam hasil radiografi.

Kerusakan ditemukan di Kuadran 3 dan 4 menurut uji *lead apron* 3, yang diukur menggunakan aplikasi DR dan ditampilkan dalam hasil radiografi.



Gambar 4. 13 Hasil Uji Sinar-X Lead Apron 3, a) Kuadran 1, b) Kuadran 2



Gambar 4. 14 Hasil Uji Sinar-X Lead Apron 3, a) Kuadran 3, b) Kuadran 4

Berikut tabel hasil Uji Sinar-X *lead apron* 3, kuadran 1, 2, 3, dan 4 yang telah diukur menggunakan menggunakan fitur Aligment, untuk patahan dan lubang menggunakan fitur aligment Length, dengan meletakkan titik awal di pangkal patahan atau lubang dan titik akhir di ujung patahan atau lubang, maka akan langsung diketahui seberapa besar patahan atau lubang yang terjadi

Tabel 4. 4 Hasil Uji Sinar-X Dengan Robekan Lead Apron 2, Kuadran 1, 2, 3, dan 4

Kode Apron	Kuadran	Jenis Kerusakan	Total Kerusakan		Area Kerusakan	Keterangan Layak
			Panjang (mm)	Jumlah Kerusakan		
3	1	Patahan	-	-	-	-
		Lubang	-	-	-	-
	2	Patahan	-	-	-	-
		Lubang	-	-	-	-
	3	Patahan	27.55	1	Non Vital	Layak
		Lubang	-	-	-	-
4	Patahan	94.2	3	Non Vital	Layak	

Lubang	-	-	-	-
Total	127.55	4	-	-

Pada hasil uji sinar -x *lead apron* 3 terdapat patahan dan lubang, yang terdapat pada daerah non vital. Total patahan pada kuadran 3 yaitu 27.55 mm berjumlah 1 patahan dan total patahan pada kuadran 4 yaitu 94.2 mm berjumlah 3 patahan. Kerusakan pada *lead apron* 3 di kuadran 3 dan 4 totalnya, dan hasilnya adalah 127,55 mm.

4.2 Pembahasan

Menurut *Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency* (2015), *lead apron* perlu diuji untuk menjaga kepadatan dan kondisi fisiknya setiap 12 hingga 18 bulan. Namun, KEMENKES (2020) menyatakan bahwa pengujian *lead apron* dilakukan setahun sekali menggunakan fluoroskopi atau mesin sinar-X konvensional. Namun pada Instalasi Radiologi Di Rumah Sakit Prima Pekanbaru tidak melakukan pengujian *lead apron* selama 2 tahun, pengujian *lead apron* terakhir dilaksanakan pada tanggal 16 Agustus 2022. Menurut (Mohammad Yoshandi et al., 2021), Pentingnya pengujian adalah untuk menjamin bahwa bahan aman digunakan dan juga sebagai bagian dari Quality Control.

4.2.1. Hasil Uji Visualisasi Alat Pelindung Diri *Lead Apron* Di Instalasi

Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Dua dari tiga *lead apron* yang diuji menunjukkan tanda-tanda kerusakan eksterior. *Lead apron* tersebut ditemukan mengalami kerusakan eksterior, khususnya noda dan sobekan pada kain luar (Nikmawati et al., 2014).

Berdasarkan hasil Uji Visualisasi *Lead Apron* yang digunakan di bagian radiologi RS Prima Pekanbaru, apron 2 dan 3 dalam kondisi rusak akibat kerusakan eksterior dan adanya noda, khususnya bintik hitam dan putih.

Keadaan fisik *Lead Apron* yang memperlihatkan kerusakan eksternal berupa noda media kontras dan sobekan pada kain pembungkus yang disebabkan oleh pembersihan *Lead Apron* yang tidak tepat, menunjukkan bahwa kerusakan tersebut menurut penulis disebabkan oleh perawatan dan pembersihan yang tidak memadai. Hal ini harus diperhatikan karena dapat mengurangi daya tarik estetika *Lead Apron*. Sebaiknya *Lead Apron* dibersihkan secara teratur dengan air sabun atau air saja, untuk mencegah kertas pembungkus mudah robek (Nikmawati et al., 2014). Selain itu, perawatan harian dapat dilakukan untuk menjaga *Lead Apron* tetap bersih menggunakan air sabun atau air biasa dan sikat berbulu halus. Sebaiknya juga dibuat poster yang berisi petunjuk tentang cara merawat dan menangani *Lead Apron*

dengan benar dan menggantungnya di dinding ruang pemeriksaan (Nikmawati et al., 2014).

4.2.2. Hasil Uji Raba Alat Pelindung Diri *Lead Apron* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Dua dari tiga *lead apron* mengalami kerusakan internal, menurut hasil pengujian. *Lapron* mengalami kerusakan internal dan eksterior (Nikmawati et al., 2014). Kerusakan internal terwujud sebagai sebagian besar *lead apron* yang banyak tertekuk dan warna yang tidak konsisten.

Lead apron 1 dan 2 pada kondisi permukaan terdapat lipatan pada *lead apron*, menurut temuan Uji Raba *lead apron* Alat Pelindung Diri di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru. *Lead apron* 1 dan 2 mengalami kerusakan internal dengan lipatan permukaan, sebagai bagian dari kondisinya.

Kondisi permukaan *lead apron* yang terlipat, menunjukkan bahwa kerusakan tersebut disebabkan oleh penyimpanan yang tidak memadai. Hal ini dapat terjadi sebagai akibat dari perawatan dan praktik penyimpanan yang buruk, seperti menjatuhkan *lead apron* ke lantai, menumpuknya, atau tidak meletakkannya di permukaan datar atau rak khusus. Akibatnya, *lead apron* mengalami kerusakan internal berupa lubang, penyok, patah, dan robek serta warna yang tidak merata (Nikmawati et al., 2014).

4.2.3. Hasil Uji Sinar-X Alat Pelindung Diri *Lead Apron* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru

Pengujian *lead apron* dilakukan dengan cara meregangkan *lead apron* di atas meja pemeriksaan dan membaginya menjadi empat kuadran menggunakan pengujian sinar-X dengan peralatan radiografi konvensional dan Radiografi Digital (DR). Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan *lead apron* yang akan diuji ke dalam Imaging Plate 35 x 43, kemudian diberikan faktor paparan sebesar 62 kV dan 8 mAs.

Menurut (Nikmawati et al., 2014) pada hasil pencitraan terlihat adanya garis membujur berwarna hitam pada layar monitor Radiografi Digital (DR). Menurut (Nikmawati et al., 2014) adanya celah membujur berwarna hitam menunjukkan adanya patahan, gambar bergelombang berwarna putih menunjukkan adanya lengkungan, gambar melingkar berwarna hitam menunjukkan adanya lipatan, dan gambar bergelombang berwarna putih tumpang tindih dengan lubang. Hasil pengujian apron timbal yang diperoleh di Instalasi Radiologi RS Prima Pekanbaru dengan metode uji sinar-X terdapat patahan, lubang, dan lengkungan pada area vital dan non vital. Daerah *lead apron* yang mengelilingi organ panggul dan toraks merupakan bagian yang paling penting. Daerah *lead apron* yang mengelilingi organ dada dan panggul, demikian pula setiap daerah *lead apron* yang tumpang tindih atau terbalik, merupakan daerah non-vital (Nikmawati et al., 2014).

Kerusakan pada *lead apron* 1 di kuadran 1, 2, 3, dan 4 mengakibatkan kerusakan total 5.895,79 mm di daerah vital dan 4.351,32 mm di daerah non-vital, sehingga totalnya menjadi 10.247,11 mm. Kerusakan pada *lead apron* 2 di kuadran 1, 2, 3, dan 4 mengakibatkan kerusakan total 11.569,66 mm di daerah non-vital dan 5.863,47 mm di daerah vital sehingga totalnya menjadi 17.433,13 mm. *Lead apron* di kuadran 3 dan 4 mengalami kerusakan dengan ukuran 127,55 mm.

Menurut hasil pengujian ketiga *lead apron*, *lead apron* 1 dan 2 menunjukkan kerusakan yang seragam di masing-masing kuadran yaitu kuadran 1, 2, 3, dan 4. *Lead apron* rusak karena tidak disimpan atau dirawat dengan benar. Petugas dengan penempatan yang buruk sering kali menggunakan *lead apron* 1 dan 2 selama inspeksi C-Arm. *Lead apron* ketiga tidak rusak parah karena disimpan di rak khusus di ruang CT-Scan dan hanya dipakai untuk pemeriksaan konvensional. Devika dkk. (2017) menyatakan bahwa menjaga kondisi fisik *lead apron* sangat penting untuk menjaganya tetap dalam kondisi baik. Hal ini dapat dicapai dengan menghindari tindakan yang dapat merusak *lead apron*, seperti meletakkannya di lantai, menumpuknya tinggi-tinggi, atau menggantungnya. Karena semua aktivitas ini berisiko merusak *lead apron* secara internal, yang dapat membahayakan kemampuan *lead apron* untuk melindungi. Menurut gagasan Grover (2002), untuk menjaga *lead apron* dalam kondisi baik dan

mencegahnya kehilangan fungsinya, disarankan untuk menyimpan *lead apron* secara horizontal di lemari khusus daripada menumpuknya.

Lead apron 1 dan 2 tidak lagi layak pakai karena kerusakannya melebihi normal, yaitu 15 mm² di area sensitif dan 670 mm² di area tidak sensitif. Di sisi lain, *lead apron* 3 masih layak pakai berdasarkan hasil uji sinar-X yang dilakukan pada ketiga *lead apron* tersebut.

Lead apron tersebut telah rusak parah dan tidak lagi mampu melindungi organ dari radiasi. Kain penutup luarnya juga telah hancur, dan terdapat cacat yang jelas pada lapisan pelindung yang mengelilingi area organ vital. Tindakan penolakan perlu segera dilakukan. Hasil pengukuran melebihi batas toleransi. Jika hasil pengukuran tetap dalam batas toleransi, *lead apron* tersebut dianggap layak pakai. Sementara itu, *lead apron* perlu dilaporkan dan diganti jika hasil pengukurannya lebih tinggi dari batas toleransi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- 5.1.1. Temuan Uji Visualisasi *Lead Apron* Alat Pelindung Diri di Radiologi Akibat perawatan dan pembersihan yang tidak tepat, terjadi kerusakan pada *Lead Apron* 2 dan 3 selama pemasangan di Rumah Sakit Prima Pekanbaru.
- 5.1.2. Uji Raba *Lead Apron* alat pelindung diri di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru menemukan bahwa kedua *Lead Apron* , nomor 1 dan 2, rusak akibat penyimpanan yang tidak memadai.
- 5.1.3. Berdasarkan informasi yang dikumpulkan untuk uji sinar-X, *Lead Apron* 1 dan 2 tidak lagi layak digunakan karena kerusakannya melebihi standar, yaitu 15 mm² di area sensitif dan 670 mm² di area tidak sensitif. *Lead Apron* 3 masih layak digunakan.

5.2 Saran

Berikut ini adalah beberapa saran yang dapat diberikan oleh peneliti terkait pengujian *Lead Apron* di Instalasi Radiologi RS Prima Pekanbaru:

- a) *Lead Apron* sebaiknya disimpan pada rak khusus yang disusun secara horizontal dan tidak ditumpuk untuk mencegah hilangnya fungsi.
- b) Untuk mengetahui kondisi *Lead Apron* , sebaiknya dilakukan pengujian *Lead Apron* secara berkala, yaitu setiap 12 sampai 18 bulan sekali.

- c) Instalasi Radiologi Rumah Sakit Prima Pekanbaru melakukan uji coba terhadap *lead apron* dan menemukan dua diantaranya sudah tidak layak pakai. Sebaiknya di lakukan reject atau membuat laporan agar kedua *lead apron* tersebut tidak digunakan dan segera diganti.