

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan pesawat sinar-X dalam pelayanan radiologi diagnostik merupakan salah satu komponen utama dalam sistem pelayanan kesehatan modern. Pemeriksaan radiografi konvensional, mobile X-ray, maupun fluoroskopi berperan penting dalam menunjang penegakan diagnosis klinis secara cepat dan akurat. Namun demikian, penggunaan radiasi pengion memiliki potensi risiko biologis baik bagi pasien, pekerja radiasi, maupun masyarakat sekitar fasilitas pelayanan kesehatan apabila tidak dikelola sesuai prinsip keselamatan radiasi. Prinsip dasar proteksi radiasi yang meliputi **justifikasi, optimisasi (ALARA), dan pembatasan dosis** menjadi landasan dalam setiap penggunaan sumber radiasi pengion. Dalam praktiknya, optimisasi proteksi radiasi tidak hanya bergantung pada pengaturan parameter eksposi (kVp, mAs, waktu), tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi teknis pesawat sinar-X, termasuk **ketepatan kolimasi berkas radiasi** dan **tingkat kebocoran radiasi dari tabung sinar-X**. Salah satu parameter teknis penting dalam menjaga proteksi radiasi adalah **kolimasi berkas sinar-X**, yaitu penentuan batas area penyinaran yang tepat sesuai dengan anatomi target pemeriksaan. Kolimasi yang tepat tidak hanya membantu mengurangi dosis radiasi pasien tetapi juga meminimalkan radiasi hambur (*scatter*) yang dapat menurunkan kontras citra serta meningkatkan paparan terhadap pekerja dan lingkungan. Penelitian klinis terbaru menunjukkan bahwa pembatasan berkas sinar-X melalui kolimasi yang akurat terbukti menurunkan dosis masuk pasien dan mendukung prinsip ALARA (*as low as reasonably achievable*) tanpa mengurangi kualitas diagnostik citra (Khalid M Aloufi, 2024). Kolimasi merupakan mekanisme pembatasan luas lapangan penyinaran agar sesuai dengan area anatomi yang diperiksa.

Ketidaksesuaian kolimasi dapat menyebabkan paparan radiasi yang tidak perlu pada jaringan sehat pasien serta meningkatkan dosis hambur yang berpotensi mengenai pekerja radiasi. Selain itu, kolimasi yang tidak tepat dapat menurunkan kualitas citra diagnostik akibat peningkatan radiasi hambur. Oleh karena itu, evaluasi kesesuaian kolimasi menjadi bagian penting dalam program jaminan mutu (quality assurance) radiologi. Selain kolimasi, **kebocoran radiasi** dari tabung sinar-X merupakan fokus utama dalam program jaminan mutu (quality assurance) radiologi. Kebocoran yang terjadi di luar berkas utama dapat menimbulkan paparan radiasi di luar area yang diinginkan dan berpotensi melampaui batas efektif dosis yang diizinkan, terutama jika tabung atau housing mengalami deviasi teknis. Evaluasi kebocoran secara berkala merupakan langkah ilmiah yang wajib dilakukan untuk memastikan bahwa tingkat paparan radiasi dari unit sinar-X tetap berada dalam batas yang ditetapkan oleh regulasi keselamatan radiasi (Alomairy,2023). Kebocoran radiasi adalah radiasi yang keluar dari tabung selain melalui berkas utama (primary beam). Apabila kebocoran melebihi batas yang dipersyaratkan, maka dapat meningkatkan paparan kronis terhadap pekerja radiasi maupun lingkungan sekitar ruang pemeriksaan. Secara regulatif, pelaksanaan pengawasan dan pengendalian keselamatan radiasi di Indonesia diatur dalam berbagai peraturan perundang-undangan, antara lain :

1. Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran, yang menjadi dasar hukum pemanfaatan tenaga nuklir dan radiasi pengion secara aman dan selamat.
2. Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Zat Radioaktif, yang menegaskan kewajiban penerapan sistem manajemen keselamatan radiasi pada setiap fasilitas pengguna sumber radiasi.
3. Peraturan BAPETEN Nomor 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan

Intervensional, yang secara spesifik mengatur persyaratan teknis, uji kesesuaian, dan program jaminan mutu pesawat sinar-X.

Peraturan BAPETEN Nomor 1 Tahun 2025 tentang Penilaian Kesesuaian Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional, yang memperkuat kewajiban evaluasi parameter teknis termasuk kolimasi dan kebocoran radiasi sebagai bagian dari verifikasi keselamatan peralatan.

Berdasarkan regulasi tersebut, setiap fasilitas radiologi wajib melaksanakan uji kesesuaian dan program kendali mutu secara berkala untuk memastikan bahwa pesawat sinar-X yang digunakan tetap memenuhi persyaratan keselamatan dan laik operasi.

Instalasi Radiologi di RSUD Kardinah Tegal sebagai fasilitas pelayanan kesehatan rujukan di Kota Tegal memiliki tanggung jawab dalam menjamin keselamatan pasien dan pekerja radiasi melalui penerapan proteksi radiasi yang optimal. Mengingat intensitas penggunaan pesawat sinar-X yang tinggi dalam pelayanan sehari-hari, maka evaluasi tingkat kesesuaian kolimasi dan kebocoran radiasi menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa peralatan yang digunakan tetap berada dalam batas toleransi yang ditetapkan regulasi. Sebagai bagian dari RPL Profesi Fisikawan Medik, kegiatan evaluasi ini merupakan implementasi kompetensi profesional dalam bidang pengujian kesesuaian, proteksi radiasi, dan jaminan mutu radiologi. Hasil evaluasi diharapkan dapat memberikan gambaran tingkat kepatuhan teknis pesawat sinar-X terhadap standar nasional, mengidentifikasi potensi deviasi, serta memberikan rekomendasi perbaikan guna meningkatkan keselamatan radiasi di Instalasi Radiologi RSUD Kardinah Tegal. Dengan demikian, penelitian ini menjadi relevan tidak hanya secara akademik dalam pemenuhan tugas akhir RPL Profesi Fisikawan Medik, tetapi juga secara praktis dalam mendukung peningkatan mutu pelayanan radiologi yang aman, efektif, dan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah tingkat kesesuaian kolimasi berkas sinar-X pada pesawat sinar-X di Instalasi Radiologi RSUD Kardinah Tegal telah memenuhi batas toleransi dan persyaratan teknis sesuai standar yang berlaku?
2. Apakah tingkat kebocoran radiasi dari housing tabung sinar-X masih berada dalam batas yang diizinkan berdasarkan ketentuan keselamatan radiasi nasional?

1.3 Tujuan

1.3.1. Tujuan Umum

Mengetahui dan mengevaluasi tingkat kesesuaian kolimasi serta kebocoran radiasi pesawat sinar-X dalam rangka menjamin proteksi radiasi di Instalasi Radiologi RSUD Kardinah Tegal.

1.3.2. Tujuan Khusus

- 1.3.2.1 Mengukur dan menganalisis tingkat kesesuaian luas lapangan penyinaran (kolimasi) terhadap lapangan cahaya pada pesawat sinar-X.
- 1.3.2.2 Mengukur tingkat kebocoran radiasi pada housing tabung sinar-X sesuai prosedur uji kesesuaian.
- 1.3.2.3 Membandingkan hasil pengukuran dengan standar batas toleransi yang ditetapkan dalam regulasi nasional.

1.4 Manfaat penelitian

- 1.4.1. Memberikan gambaran objektif mengenai kondisi teknis pesawat sinar-X di Instalasi Radiologi RSUD Kardinah Tegal.
- 1.4.2. Menambah khasanah keilmuan di bidang fisika medis khususnya dalam evaluasi teknis pesawat sinar-X terkait kolimasi dan kebocoran radiasi.

- 1.4.3. Menjadi referensi akademik bagi mahasiswa RPL Profesi Fisikawan Medik dalam penerapan kompetensi proteksi radiasi dan quality assurance.
- 1.4.4. Mendukung implementasi prinsip optimisasi proteksi radiasi (ALARA) dalam praktik radiologi diagnostik.