

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tuberkulosis (TB) masih menjadi salah satu masalah kesehatan global dengan tingkat morbiditas dan mortalitas yang tinggi, termasuk di Indonesia. Upaya penanggulangan TB memerlukan strategi skrining yang masif, cepat, dan menjangkau wilayah terpencil. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah program skrining berbasis radiografi dada (thorax), karena mampu mendeteksi indikasi TB secara dini bahkan sebelum muncul gejala klinis yang signifikan (Fadhilah et al., 2025). Seiring dengan kebutuhan mobilitas tinggi dalam program skrining tersebut, penggunaan pesawat sinar-X portabel menjadi solusi yang semakin berkembang. Salah satu perangkat yang digunakan adalah Fuji FDR X AIR, yang memiliki desain ultraringan, berbasis baterai, serta dilengkapi dengan teknologi seperti virtual grid untuk meningkatkan kualitas citra tanpa memerlukan grid fisik. Perangkat ini memungkinkan pelaksanaan pemeriksaan radiografi di berbagai kondisi lapangan seperti puskesmas tanpa fasilitas radiologi lengkap, area terbuka, hingga lokasi darurat (Fujifilm, 2025).

Penggunaan pesawat sinar-X portabel di luar ruang radiologi konvensional menimbulkan tantangan serius dalam aspek keselamatan radiasi. Berbeda dengan instalasi radiologi tetap yang dilengkapi dengan perisai struktural seperti dinding timbal (Pb), penggunaan di lapangan sering kali dilakukan tanpa perlindungan tersebut. Hal ini berpotensi meningkatkan paparan radiasi hambur (*scatter radiation*) kepada pekerja radiasi, tenaga kesehatan, serta masyarakat umum di sekitar lokasi pemeriksaan.

Radiasi hambur terutama dihasilkan melalui interaksi Compton antara berkas sinar-X dengan tubuh pasien, yang kemudian menyebar ke berbagai arah dengan intensitas yang bervariasi tergantung pada sudut dan jarak dari sumber hamburan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai distribusi spasial

radiasi hambur menjadi sangat penting untuk menentukan batas aman operasional dalam kondisi tanpa shielding (Moonkum et al., 2023).

Selain itu, prinsip proteksi radiasi seperti optimisasi dan pembatasan dosis harus tetap diterapkan, termasuk memastikan bahwa dosis yang diterima pasien tetap berada dalam batas aman sesuai dengan Diagnostic Reference Level (DRL). Di sisi lain, bagi pekerja radiasi dan masyarakat umum, diperlukan penentuan jarak aman berdasarkan prinsip hukum kuadrat terbalik (*inverse square law*), yang menyatakan bahwa intensitas radiasi berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumber.

Regulasi terkait keselamatan radiasi di Indonesia, seperti Peraturan BAPETEN No. 4 Tahun 2020, telah menetapkan batas dosis bagi pekerja radiasi dan masyarakat umum (BAPETEN, 2020). Namun, implementasi di lapangan, khususnya dalam penggunaan alat portabel tanpa perisai tetap, masih memerlukan kajian berbasis data empiris untuk memastikan bahwa praktik yang dilakukan tetap berada dalam batas yang diizinkan. Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan penelitian yang secara khusus menganalisis distribusi radiasi hambur dari penggunaan pesawat sinar-X portabel Fuji FDR X AIR dalam kondisi lapangan tanpa shielding, serta mengevaluasi aspek keselamatan radiasi bagi pasien, pekerja, dan masyarakat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penentuan prosedur operasional yang aman, termasuk penetapan zona aman dan rekomendasi praktik terbaik dalam program skrining TB berbasis radiografi portabel.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis aspek keselamatan radiasi pada penggunaan pesawat sinar-X portabel dalam program skrining tuberkulosis di area terbuka tanpa perisai radiasi tetap. Secara khusus, tujuan penelitian ini meliputi:

1. Menganalisis pola distribusi radiasi hambur (*scatter radiation*) yang dihasilkan oleh pesawat sinar-X portabel Fuji FDR X AIR pada pemeriksaan radiografi thorax, berdasarkan variasi sudut dan jarak dari objek penyinaran.

2. Menentukan jarak aman minimal bagi pekerja radiasi dan masyarakat umum dengan mengacu pada batas dosis yang diizinkan, melalui pendekatan pengukuran lapangan dan prinsip hukum kuadrat terbalik (inverse square law).
3. Mengukur dan mengevaluasi dosis radiasi yang diterima pasien (Entrance Surface Dose/ESD) serta membandingkannya dengan nilai Diagnostic Reference Level (DRL) untuk memastikan penerapan prinsip optimisasi dosis.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu fisika medis khususnya terkait distribusi radiasi hambur dan keselamatan radiasi pada penggunaan pesawat sinar-X portabel di area terbuka tanpa perisai tetap, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan jarak aman bagi pekerja radiasi dan masyarakat umum, menyusun prosedur operasional yang aman dalam pelaksanaan skrining tuberkulosis di lapangan, serta memastikan bahwa dosis yang diterima pasien tetap berada dalam batas yang direkomendasikan sehingga prinsip proteksi radiasi dapat diterapkan secara optimal.