

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radiologi diagnostik merupakan bagian penting dari pelayanan kesehatan modern karena memungkinkan visualisasi struktur internal tubuh secara cepat, objektif, dan informatif untuk menunjang penegakan diagnosis (IAEA, 2014). Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) mendefinisikan radiologi diagnostik sebagai teknik radiologi untuk mendiagnosis penyakit atau kelainan morfologi dalam tubuh pasien dengan menggunakan pesawat sinar-X. Penggunaan radiasi pengion menuntut penerapan persyaratan keselamatan radiasi yang ketat. Persyaratan tersebut diperlukan agar perlindungan terhadap pasien, pekerja radiasi, dan masyarakat tetap terjamin (BAPETEN, 2020; IAEA, 2014).

Dalam sistem proteksi radiasi medis, *shielding* merupakan salah satu komponen utama pengendalian paparan radiasi eksternal. National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) Report No. 147 menegaskan bahwa tujuan *shielding* pada fasilitas pencitraan sinar-X medis adalah membatasi paparan radiasi bagi pekerja dan anggota masyarakat di area sekitar fasilitas (NCRP, 2004). International Atomic Energy Agency (IAEA) juga menjelaskan bahwa desain *shielding* dilakukan dengan menghitung dosis atau *air kerma* yang akan diterima tanpa *barrier*. Selanjutnya, tingkat atenuasi yang diperlukan ditentukan melalui parameter seperti *workload*, *use factor*, *occupancy factor*, dan design dose (IAEA, 2006; NCRP, 2004).

Meskipun prinsip umum proteksi radiasi bersifat universal, perhitungan *shielding* pada fasilitas radiologi diagnostik tidak dapat diterapkan secara seragam untuk semua modalitas. Setiap modalitas memiliki karakteristik geometri berkas, distribusi radiasi hambur, beban kerja, dan pola penggunaan yang berbeda (Archer and Gray, 2005; NCRP, 2004). Pada radiografi umum, paparan radiasi umumnya bersifat intermiten, tetapi arah berkas dapat berubah sesuai jenis pemeriksaan, seperti pada *chest bucky*, meja pemeriksaan, dan *barrier* lain. NCRP Report No.

147 bahkan membedakan distribusi *workload* radiografi umum, *chest bucky*, serta *workload* ke *floor or other barriers*, karena keduanya memiliki distribusi energi dan konsekuensi *shielding* yang berbeda (NCRP, 2004) . Temuan Kirby *et al.* (2023) juga menunjukkan bahwa distribusi *workload* dan *use factor* pada sistem digital radiografi modern dapat berbeda dari asumsi historis era film-screen yang banyak menjadi dasar pendekatan lama (Kirby *et al.*, 2023).

Permasalahan utama dalam desain dan evaluasi *shielding* ruang radiografi bukan hanya terletak pada penentuan ketebalan *barrier* secara teoritis, tetapi juga pada kesesuaian antara asumsi perhitungan dengan kondisi operasional nyata di lapangan. Asumsi yang terlalu umum dapat menyebabkan *barrier* menjadi kurang memadai, atau sebaliknya jika terlalu konservatif maka menjadi tidak efisien (Bjarnason *et al.*, 2020). Selain itu, kondisi ruang sekitar, tingkat okupansi, posisi *barrier*, keberadaan pintu dan jendela observasi, serta perubahan fungsi ruang dari waktu ke waktu dapat memengaruhi kecukupan proteksi radiasi (NCRP, 2004; IAEA, 2006). Karena itu, evaluasi *shielding* idealnya tidak berhenti pada tahap kalkulasi, tetapi juga perlu mempertimbangkan inspeksi tata letak ruang, area di sekitar *barrier*, dan verifikasi melalui survei radiasi.

Secara umum, solusi terhadap permasalahan tersebut telah dirumuskan dalam pedoman internasional. NCRP REPORT NO. 147 menyediakan kerangka perhitungan *shielding* berbasis *air kerma* dengan mempertimbangkan *design goal* untuk area terkontrol dan tidak terkontrol, jarak ke area okupansi, faktor hunian, faktor penggunaan, serta karakteristik beban kerja setiap jenis fasilitas (NCRP, 2004). Pedoman ini menggantikan pendekatan NCRP No. 49 yang lebih lama dan dinilai kurang representatif untuk perkembangan fasilitas pencitraan sinar-X modern. Tinjauan Bjarnason *et al.* (2020) mencatat bahwa kajian yang membandingkan NCRP 49 dan NCRP REPORT NO. 147 menunjukkan NCRP 49 dapat melebihi estimasi kebutuhan ketebalan timbal secara signifikan (Bjarnason *et al.*, 2020), sedangkan penelitian Ohba *et al.* (2009) menegaskan pentingnya verifikasi konsep evaluasi *shielding* menurut NCRP REPORT NO. 147 dalam praktik fasilitas pencitraan medis (Ohba *et al.*, 2009).

Pendekatan evaluasi *shielding* yang menggabungkan perhitungan dan verifikasi lapangan memberikan hasil yang lebih aplikatif. Rimi et al. (2023), misalnya, mengevaluasi ketebalan *shielding* ruang radiodiagnostik menggunakan formulasi NCRP Report No. 147 dan membandingkannya dengan ketebalan *barrier* terpasang serta hasil area monitoring. Studi tersebut menunjukkan bahwa kecukupan *shielding* tidak hanya ditentukan oleh hasil perhitungan teoritis, tetapi juga perlu dibuktikan melalui pengukuran lapangan untuk memastikan tidak terdapat kebocoran radiasi yang berlebihan (Rimi et al., 2023). Pada saat yang sama, Kirby et al. (2023) menekankan bahwa data operasional aktual dari sistem radiografi digital modern penting digunakan dalam evaluasi *shielding*, karena perubahan distribusi *workload* dan *use factor* dapat memengaruhi hasil desain *barrier* (Kirby et al., 2023).

Ketepatan parameter desain dan kesesuaian hasil perhitungan dengan kondisi nyata fasilitas menjadi dua aspek penting dalam evaluasi *shielding* radiografi umum. Namun, sebagian besar studi terdahulu masih berfokus pada evaluasi di fasilitas luar negeri, pada satu atau sedikit ruang, atau menekankan salah satu aspek saja, yaitu kalkulasi atau verifikasi lapangan (Ohba et al., 2009; Yusuf et al., 2020; Kirby et al., 2023; Rimi et al., 2023). Kebutuhan evaluasi berbasis data operasional lokal tetap penting, terutama pada rumah sakit rujukan besar dengan intensitas pelayanan tinggi. Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Dr. Kariadi merupakan rumah sakit kelas A pendidikan dan rumah sakit rujukan bagi wilayah Jawa Tengah. Sehingga evaluasi *shielding* pada ruang radiografi umumnya memiliki relevansi praktis yang tinggi dari sudut pandang keselamatan radiasi dan tata kelola fasilitas.

Evaluasi *shielding* pada ruang radiografi umum di RSUP Dr. Kariadi perlu dilakukan secara site-specific dengan mempertimbangkan parameter geometrik, data operasional fasilitas, ketebalan *barrier* eksisting, serta hasil verifikasi paparan radiasi di area sekitar ruangan. Pendekatan tersebut penting agar penilaian kecukupan *shielding* tidak hanya didasarkan pada asumsi generik, tetapi juga merepresentasikan kondisi aktual fasilitas. Dengan demikian, hasil evaluasi

diharapkan dapat memberikan dasar yang lebih objektif dalam menilai kecukupan proteksi radiasi dan mendukung optimisasi keselamatan radiasi pada ruang radiografi umum.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menghitung kebutuhan *shielding* pada ruang radiografi umum di RSUP Dr. Kariadi berdasarkan parameter desain yang sesuai dengan NCRP Report No. 147.
2. Mengevaluasi kesesuaian antara hasil perhitungan kebutuhan *shielding* dengan *barrier* yang telah terpasang pada masing-masing ruang radiografi umum.
3. Memverifikasi kecukupan proteksi radiasi ruangan melalui pengukuran paparan radiasi pada area di sekitar *barrier*.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi mengenai evaluasi *shielding* pada fasilitas radiologi diagnostik, khususnya pada modalitas radiografi umum yang menggunakan pendekatan NCRP Report No. 147. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi rumah sakit atau fasilitas radiologi dalam menilai kecukupan *barrier* ruangan, mendukung upaya optimisasi proteksi radiasi, serta membantu perencanaan perbaikan apabila ditemukan bagian *barrier* yang belum memadai.