

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebelum pemasangan peralatan sinar-X baru di fasilitas medis, evaluasi awal terhadap keselamatan radiasi harus dilakukan untuk memastikan dosis radiasi yang diterima pekerja dan masyarakat berada di bawah batas yang ditetapkan oleh standar keselamatan radiasi internasional atau regulasi nasional yang berlaku. Salah satu evaluasi yang dapat dilakukan, yaitu penggunaan perisai radiasi. Perencanaan dan pemasangan perisai radiasi dalam struktur bangunan sebaiknya dilakukan sejak tahap konstruksi awal, karena perbaikan atau modifikasi setelahnya memerlukan biaya tinggi (Archer dkk., 2004). Salah satu modalitas sinar-X yang memerlukan perhatian khusus dalam penentuan nilai ketebalan perisai radiasi adalah *CT-Scan*.

Pemindai *Computed Tomography* (CT) menghasilkan radiasi pengion hambur/sekunder yang harus diberi perisai untuk melindungi pekerja radiasi dan masyarakat umum. Oleh karena itu, penting untuk memastikan sejak awal bahwa pemindai CT yang digunakan memenuhi batas dosis, terutama mengingat kemajuan pesat dalam teknologi CT telah menghasilkan pemindai berkinerja tinggi dengan detektor multi-irisan yang meningkatkan kapasitas pemeriksaan pasien (Burrage & Causer, 2006).

Pada tahun 1976, *National Council on Radiation Protection and Measurements* (NCRP) di Amerika Serikat merekomendasikan metode perhitungan perisai radiasi melalui *NCRP Report No. 49* (Gorson dkk., 1976). Pada akhir 1980-an, *NCRP Report No. 49* banyak mendapatkan kritik karena dianggap terlalu konservatif dan kurang menyediakan informasi yang relevan. Beberapa masalah yang diidentifikasi antara lain tidak adanya informasi tentang modalitas baru seperti *Computed Tomography* (CT), mamografi, dan pencitraan digital. Selain itu, beban kerja (W) dengan indikator arus/mAs yang digunakan sudah tidak lagi valid seiring dengan perkembangan film. Kritik lainnya mencakup faktor guna (U) dan faktor hunian (T) yang dianggap terlalu tinggi dan tidak proporsional (Pesianian dkk., 2009).

Menanggapi keterbatasan tersebut, pada tahun 1993, *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM) menerbitkan *Report* No. 39 untuk mengatasi kekurangan informasi mengenai perisai radiasi untuk ruangan CT-Scan. Laporan tersebut mengadaptasi metode yang digunakan dalam NCRP *Report* No. 49, yaitu metode sumber titik isotropik (Lin dkk., 1993). Walaupun menyediakan panduan perhitungan, laporan tersebut tetap belum mengatasi permasalahan mengenai beban kerja (W), faktor guna (U), dan faktor hunian (T) yang telah dijelaskan sebelumnya.

Setelah lebih dari dua dekade, NCRP menerbitkan NCRP *Report* No. 147 yang membahas sebagian besar kekurangan NCRP *Report* No. 49. NCRP *Report* No. 147 tidak lagi mengandalkan pendekatan berbasis rumus dalam perhitungan radiasi primer, hambur/sekunder, dan kebocoran. Sebagai gantinya, laporan tersebut menyajikan data hasil pengukuran langsung di lapangan untuk berbagai prosedur radiologi. Selain itu, data beban kerja (W) dalam laporan tersebut diperoleh dari survei yang dilakukan di berbagai lokasi di Amerika Serikat atau disesuaikan dengan data survei fasilitas medis masing-masing ketika melakukan perhitungan perisai (Archer dkk., 2004).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pesianian dkk. (2009), NCRP *Report* No. 147 memberikan estimasi yang lebih proporsional, memungkinkan pengurangan biaya perlindungan tanpa mengorbankan keselamatan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa ruangan radiografi yang sebelumnya dirancang dengan NCRP *Report* No. 49 masih dapat memenuhi batas dosis baru tanpa perlu penambahan pelindung jika asumsi beban kerja yang proporsional dan rekomendasi NCRP *Report* No. 147 diterapkan (Pesianian dkk., 2009). Namun, meskipun telah memperbaiki banyak aspek, NCRP *Report* No. 147 tetap mendapatkan kritik terutama mengenai radiasi tersier yang dipantulkan dari langit-langit ruang CT-Scan dan angiografi ke area terkontrol. Pada ruang dengan beban kerja tinggi, dosis radiasi yang diterima oleh staf di ruangan sebelah bisa melebihi beberapa mSv per tahun/nilai batas dosis yang telah ditentukan (Sutton dkk., 2012).

Sebagai alternatif, pendekatan yang berbeda digunakan oleh *British Institute of Radiology* (BIR) dalam panduannya yang pertama kali diterbitkan pada tahun 2000 dan diperbarui pada tahun 2012. Berbeda dengan NCRP, BIR

menghitung perisai dengan asumsi bahwa dosis standar diperlukan pada detektor, baik itu film, *computed radiography*, atau *direct digital radiography*. Selain itu, radiasi hambur pada perisai dihitung menggunakan rumus yang menghubungkan dosis hambur dengan tegangan tabung dan *Kerma Area Product* (KAP). Pada ruang CT-Scan, perisai radiasi hambur dihitung berdasarkan *Dose Length Product* (DLP) yang dihasilkan dari pemeriksaan di dalam ruangan tersebut (Sutton & William, 2000). Versi 2012 dari panduan tersebut juga mencakup radiasi tersier yang dipantulkan dari langit-langit dan lorong. Meskipun begitu, radiasi bocor yang sebelumnya dianggap signifikan dalam NCRP Report No. 49 sama sekali tidak dibahas dalam publikasi BIR (Sutton dkk., 2012).

Perbedaan metode perhitungan tersebut juga dibahas dalam penelitian yang dilakukan oleh Wulandhari (2015), yang membandingkan ketebalan perisai berdasarkan NCRP Report No. 49, NCRP Report No. 147, dan BIR 2000. Penelitian tersebut menemukan bahwa metode NCRP Report No. 49 cenderung menghasilkan perisai lebih tebal dibandingkan metode lain karena perhitungannya didasarkan pada dosis ekivalen, yang umumnya lebih tinggi dari dosis efektif. Dosis ekivalen hanya mempertimbangkan jenis radiasi dan dampak biologisnya, sedangkan dosis efektif juga memperhitungkan sensitivitas organ terhadap efek stokastik. Akibatnya, metode NCRP Report No. 49 menghasilkan kebutuhan perisai yang lebih tebal dibandingkan metode yang mempertimbangkan dosis efektif (Wulandhari dkk., 2015).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, diperlukan perbandingan metode perhitungan perisai radiasi pada ruangan CT-Scan karena:

Pada penelitian Pesianian dkk. (2009), perhitungan berdasarkan NCRP Report No. 147 menunjukkan estimasi yang lebih proporsional dibandingkan NCRP Report No. 49, memungkinkan pengurangan biaya perlindungan tanpa mengorbankan keselamatan. Namun, penelitian tersebut lebih berfokus pada ruangan radiografi secara umum, sehingga diperlukan kajian khusus untuk ruangan CT-Scan.

Pada penelitian Wulandhari (2015), metode NCRP Report No. 49 menghasilkan perisai lebih tebal dibandingkan metode lain karena menggunakan dosis ekivalen, sedangkan NCRP Report No. 147 dan BIR 2000 mempertimbangkan dosis efektif

yang lebih relevan. Meskipun studi tersebut membandingkan beberapa metode, analisis spesifik terhadap ruangan *CT-Scan* masih perlu dilakukan.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini, yaitu:

1. Membandingkan metode perhitungan ketebalan perisai radiasi pada ruangan *CT-Scan* berdasarkan *AAPM Report No.39/NCRP Report No. 49*, *NCRP Report No. 147*, dan *BIR 2012* dengan menggunakan besaran fisis utama berupa laju kerma udara;
2. Mengevaluasi kecukupan ketebalan perisai hasil perhitungan dari masing-masing metode dalam memastikan keselamatan radiasi berdasarkan Nilai Batas Dosis (NBD) sehingga didapatkan metode perhitungan perisai radiasi yang lebih efisien dan sesuai untuk ruangan *CT-Scan*.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan rekomendasi metode perhitungan perisai radiasi yang lebih efisien dan sesuai untuk ruangan *CT-Scan*;
2. Menyediakan referensi bagi regulator atau fisikawan medik dalam menentukan standar keselamatan radiasi.