

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Computed Tomography (CT) Scan merupakan salah satu modalitas pencitraan medis yang paling banyak digunakan di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Kemampuannya dalam menghasilkan gambaran anatomi tiga dimensi yang detail, cepat, dan akurat menjadikan CT-Scan sebagai standar emas (gold standard) untuk berbagai keperluan diagnosis klinis, mulai dari evaluasi trauma, deteksi tumor, hingga pemeriksaan organ dalam seperti abdomen (Noveranty et al., 2024). Di instalasi radiologi rumah sakit modern, pemeriksaan CT-Scan abdomen merupakan salah satu prosedur yang paling sering dimintakan oleh klinisi karena kemampuannya mengevaluasi organ-organ di rongga perut secara komprehensif dalam waktu singkat.

Di balik manfaat diagnostiknya yang besar, CT-Scan menjadi salah satu sumber paparan radiasi pengion terbesar dalam pencitraan medis. Diperkirakan CT-Scan menyumbang sekitar 70 % dari total dosis radiasi yang diterima pasien dari seluruh modalitas pencitraan medis (Nurzahro et al., 2024). Paparan radiasi yang berlebihan dan tidak terkontrol diketahui dapat meningkatkan risiko efek stokastik jangka panjang seperti kanker. Oleh karena itu, setiap pemeriksaan CT-Scan harus mempertimbangkan keseimbangan antara manfaat diagnostik dan risiko paparan radiasi yang diterima pasien, yang dikenal dengan prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) (Jannah et al., 2023).

Prinsip ALARA mengharuskan paparan radiasi ditekan serendah mungkin selama masih dapat dipertanggungjawabkan secara medis. Implementasi prinsip ini memerlukan alat ukur yang tidak hanya mampu mengukur output mesin CT-Scan, tetapi juga mampu merefleksikan dosis yang sesungguhnya diterima oleh pasien dengan karakteristik fisik yang bervariasi. Di sinilah letak permasalahan utama yang menjadi latar belakang penelitian ini.

Selama ini, parameter dosis yang secara rutin ditampilkan pada *console* mesin CT-Scan adalah Volume Computed Tomography Dose Index (CTDIvol). Nilai CTDIvol ini diperoleh dari pengukuran menggunakan phantom standar berdiameter 32 cm untuk pemeriksaan tubuh dan 16 cm untuk pemeriksaan kepala. Dengan demikian, CTDIvol sejatinya merupakan representasi output dosis mesin, bukan estimasi dosis yang sesungguhnya diterima oleh pasien secara spesifik. Kondisi ini mengakibatkan potensi ketidakakuratan dalam estimasi dosis, nilai CTDIvol akan cenderung meremehkan (underestimate) dosis pada pasien dengan ukuran tubuh lebih kecil dari phantom, dan sebaliknya cenderung melebih-lebihkan (overestimate) dosis pada pasien dengan ukuran tubuh lebih besar dari phantom.

Variasi ukuran tubuh pasien dewasa dalam praktik klinis sangat luas. Pasien abdomen dewasa dapat memiliki diameter efektif yang berkisar dari kurang dari 20 cm pada individu bertubuh kecil hingga lebih dari 40 cm pada pasien dengan obesitas. Penggunaan CTDIvol *console* sebagai satu-satunya indikator dosis tanpa mempertimbangkan ukuran spesifik pasien berpotensi menimbulkan kesalahan estimasi dosis yang signifikan. Penelitian oleh Joshi et al. (2024) di Nepal menunjukkan bahwa nilai rata-rata CTDIvol pada pemeriksaan abdomen adalah $9,42 \pm 3,26$ mGy, sedangkan nilai rata-rata SSDE yang dihitung secara manual lebih tinggi, yakni $13,48 \pm 3,53$ mGy sebuah perbedaan yang cukup bermakna secara klinis.

Untuk mengatasi keterbatasan CTDIvol ini, American Association of Physicists in Medicine (AAPM) pada tahun 2011 menerbitkan Task Group Report 204 yang memperkenalkan konsep *Size-Specific Dose Estimate* (SSDE). SSDE merupakan estimasi dosis yang dikoreksi berdasarkan ukuran fisik tubuh pasien, diperoleh dengan mengalikan nilai CTDIvol dengan faktor konversi (f_{size}) yang bergantung pada diameter efektif pasien ($D_{eff} = \sqrt{(AP \times LAT)}$). Pendekatan ini memungkinkan fisikawan medis dan radiografer untuk memperoleh estimasi dosis yang lebih personal dan akurat dibandingkan hanya mengandalkan nilai CTDIvol dari *console* mesin (AAPM TG 204, 2011 dalam Hardy, 2021).

Meskipun konsep SSDE telah diperkenalkan lebih dari satu dekade lalu, adopsi klinisnya di banyak rumah sakit terutama di Indonesia masih sangat terbatas. Pengukuran diameter AP dan LAT dari citra aksial CT dan perhitungan SSDE secara manual masih jarang dilakukan secara rutin di instalasi radiologi. Padahal, ketepatan estimasi dosis radiasi pasien memiliki dampak langsung pada optimasi protokol scanning, pelaporan dosis yang akurat, penetapan tingkat panduan diagnostik lokal (Local Diagnostic Reference Level/LDRL), serta komunikasi risiko radiasi kepada pasien. Evaluasi dan Anam et al. (2018) menunjukkan bahwa pendekatan SSDE memberikan informasi dosis yang jauh lebih mendekati dosis serap sesungguhnya dibandingkan CTDIvol, terutama pada pasien dengan ukuran tubuh yang menyimpang jauh dari phantom standar (Anam et al., 2018 dalam Evaluasi CTDIvol dan DLP, 2023).

Berdasarkan uraian di atas, terdapat kebutuhan nyata untuk melakukan evaluasi perbandingan nilai CTDIvol *console* dengan nilai SSDE hasil perhitungan manual pada pasien pemeriksaan CT-Scan abdomen dewasa. Penelitian ini diharapkan memberikan gambaran seberapa besar deviasi antara kedua nilai tersebut dan bagaimana variasi ukuran tubuh pasien mempengaruhi akurasi estimasi dosis radiasi. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar rekomendasi optimasi dosis dan penerapan SSDE secara rutin dalam praktik klinis fisika medis di rumah sakit.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana perbedaan nilai CTDIvol pada *console* mesin dengan nilai SSDE hasil perhitungan manual pada pasien pemeriksaan CT-Scan abdomen dewasa?
2. Bagaimana pengaruh variasi ukuran pasien (diameter efektif) terhadap deviasi dosis yang diterima antara nilai CTDIvol dan SSDE?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengevaluasi akurasi estimasi dosis radiasi pada pemeriksaan CT-Scan abdomen melalui perbandingan nilai CTDIvol *console* dengan nilai SSDE yang dihitung berdasarkan ukuran spesifik pasien dewasa.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menganalisis perbandingan nilai CTDIvol *console* dengan nilai SSDE yang dihitung secara manual menggunakan metode diameter efektif berdasarkan AAPM TG Report 204.
2. Mengevaluasi akurasi estimasi dosis radiasi pasien berdasarkan karakteristik fisik pasien (ukuran tubuh/diameter efektif) dan menentukan faktor koreksi yang tepat.
3. Mengidentifikasi pola deviasi nilai CTDIvol terhadap SSDE pada berbagai kelompok ukuran tubuh pasien dewasa.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Rumah Sakit dan Instalasi Radiologi

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar pertimbangan untuk mengimplementasikan pengukuran SSDE secara rutin dalam alur kerja pemeriksaan CT-Scan abdomen. Selain itu, data deviasi antara CTDIvol dan SSDE dapat digunakan sebagai masukan untuk optimasi protokol scanning dan penetapan tingkat panduan diagnostik lokal (LDRL) yang lebih representatif bagi populasi pasien setempat.

1.4.2 Bagi Fisikawan Medis

Penelitian ini memberikan bukti empiris tentang pentingnya koreksi dosis berdasarkan ukuran spesifik pasien, sekaligus menyediakan data rujukan yang dapat digunakan fisikawan medis dalam evaluasi dan audit dosis radiasi di institusi masing-masing.

1.4.3 Bagi Penulis

Menambah wawasan, pengetahuan, dan kompetensi praktis dalam bidang dosimetri CT-Scan, khususnya dalam implementasi metode SSDE sebagai salah satu standar estimasi dosis yang direkomendasikan oleh AAPM sebagai organisasi fisika medis internasional terkemuka.

1.4.4 Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur ilmiah di bidang fisika medis, khususnya mengenai dosimetri CT-Scan pada populasi pasien Indonesia yang memiliki karakteristik antropometri berbeda dengan populasi Barat yang menjadi dasar pengembangan phantom standar AAPM.