

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Computed Tomography (CT-Scan) merupakan salah satu teknik pencitraan medis yang sangat penting dalam membantu dokter melihat kondisi organ tubuh secara detail. Dibandingkan pemeriksaan radiologi biasa, CT-Scan menghasilkan gambar potongan tubuh dengan resolusi tinggi, sehingga menjadi alat utama dalam diagnosis berbagai penyakit, termasuk deteksi batu ginjal (Bushberg dkk., 2012). Batu ginjal adalah masalah kesehatan yang cukup sering ditemui dan dapat menyebabkan nyeri hebat, kondisi saluran kemih yang terinfeksi, hingga fungsi ginjal yang terganggu ketika tidak ditangani dengan cepat. Dalam praktik klinis, CT-Scan tanpa kontras telah menjadi metode pilihan untuk mendeteksi batu ginjal karena tingkat sensitivitasnya yang tinggi (Buri dkk., 2023).

Seiring kemajuan teknologi di bidang pencitraan medis, perangkat CT-Scan generasi terbaru kini dilengkapi dengan fitur *Automatic Tube Voltage Selection* (ATVS), yaitu sistem cerdas yang secara otomatis memilih tegangan tabung berdasarkan karakteristik anatomis pasien, seperti ukuran tubuh dan densitas jaringan, serta area pemeriksaan yang dituju. Tujuan utama dari penerapan sistem ini ialah untuk mengoptimalkan keseimbangan antara dosis radiasi yang diberikan dan kualitas gambar yang dihasilkan, sehingga pencitraan dapat dilakukan dengan efisiensi radiasi maksimal tanpa mengorbankan aspek diagnostik. ATVS dianggap sebagai pendekatan ideal dalam konsep personalisasi dosis pada radiologi modern, selaras dengan prinsip *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA) pada proteksi radiasi (Eijsvoogel dkk., 2021).

Dalam pemeriksaan untuk mendeteksi batu ginjal, penggunaan tegangan tabung yang lebih rendah, seperti 90 kV, kerap dipilih terutama pada pasien dengan ukuran tubuh kecil hingga sedang. Hal ini karena batu ginjal memiliki densitas tinggi dengan nilai *Hounsfield Unit* (HU) yang besar, sehingga perbedaan atenuasi terhadap jaringan lunak di sekitarnya tetap tampak jelas meskipun menggunakan

energi foton yang lebih rendah. Pada tegangan rendah, efek fotoelektrik menjadi lebih dominan, sehingga kontras intrinsik antara batu dan jaringan sekitar tetap terpelihara. Selain itu, secara fisika, penurunan tegangan tabung berbanding lurus dengan penurunan dosis radiasi, sehingga penggunaan 90 kV dinilai mampu mempertahankan kualitas citra diagnostik sekaligus mendukung prinsip optimasi dosis radiasi (Gassenmaier dkk., 2022).

Di sisi lain, tegangan 110 kV juga digunakan sebagai protokol standar pada CT abdomen karena memiliki daya tembus lebih tinggi dan menghasilkan jumlah foton yang lebih besar ke detektor. Hal ini berkontribusi pada penurunan *noise* serta peningkatan nilai *Signal-to-Noise Ratio* (SNR), terutama pada pasien dengan ukuran tubuh besar atau tingkat atenuasi jaringan yang tinggi. Penggunaan 110 kV juga dianggap lebih stabil dalam berbagai kondisi klinis karena mampu menjaga konsistensi kualitas citra dengan risiko peningkatan *noise* yang lebih kecil. Oleh karena itu, pemilihan antara 90 kV dan 110 kV sebaiknya didasarkan pada pertimbangan keseimbangan antara kebutuhan mutu citra diagnostik dan upaya pengurangan dosis radiasi (Mokhtar dkk., 2021).

Namun demikian, penerapan ATVS dalam praktik klinis masih menunjukkan ketidakkonsistenan, terutama dalam kasus pencitraan abdomen untuk deteksi batu ginjal. Secara teori, ATVS mampu memilih tegangan serendah 90 kV pada pasien bertubuh kecil atau sedang. Akan tetapi, pada kenyataannya sistem ini masih sering menetapkan tegangan default sebesar 110 kV, bahkan untuk kasus di mana kondisi pasien memungkinkan penggunaan tegangan lebih rendah. Ketetapan tegangan tinggi secara otomatis ini berpotensi mengabaikan peluang penghematan dosis, padahal berbagai studi menunjukkan bahwa tegangan serendah 90 kV sudah memadai untuk mendeteksi batu ginjal. Fenomena ini menimbulkan pertanyaan klinis yang penting dan mendesak: Mengapa sistem ATVS masih memilih tegangan yang terlalu tinggi pada kasus-kasus yang sebenarnya dapat ditangani dengan tegangan yang lebih rendah. Jika penggunaan tegangan lebih rendah dapat secara konsisten menghasilkan citra diagnostik yang dapat diandalkan, maka tidak ada alasan klinis maupun etik untuk mempertahankan protokol tegangan tinggi yang justru meningkatkan paparan radiasi pasien.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menelaah hubungan antara parameter teknis CT dengan dosis radiasi dan kualitas citra. Penelitian oleh Noveranty dkk. (2024) di RSUD Raden Mattaher Jambi mengevaluasi pengaruh variasi tegangan tabung (80, 100, dan 120 kV) serta arus tabung terhadap nilai dosis radiasi dan kualitas citra menggunakan *phantom* abdomen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan tegangan dan arus tabung menghasilkan peningkatan dosis sekaligus perbaikan kualitas citra. Namun, penggunaan *phantom* menjadikan temuan penelitian tersebut belum sepenuhnya mencerminkan variasi anatomi dan kondisi klinis pasien nyata. Sementara itu, Fiarka dkk., (2023) meneliti pengaruh variasi tegangan tabung terhadap dosis radiasi pada pemeriksaan CT abdomen menggunakan data pasien nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan tegangan tabung secara signifikan meningkatkan seluruh parameter dosis radiasi, sehingga tegangan tabung dinyatakan sebagai faktor utama yang memengaruhi besarnya paparan radiasi pasien. Meskipun demikian, penelitian tersebut belum memasukkan evaluasi kualitas citra secara kuantitatif.

Dari kedua penelitian diatas, tampak adanya *research gap* atau ketimpangan penelitian yakni belum diterapkan kajian komprehensif di Indonesia yang dengan sistematis membandingkan dua tingkat tegangan tabung spesifik, seperti 90 kV dan 110 kV, pada pemeriksaan CT abdomen tanpa kontras khususnya untuk deteksi batu ginjal, dengan evaluasi terhadap dosis radiasi dan kualitas citra pada pasien nyata. Maka dari itu, studi ini ditujukan untuk mengevaluasi dan membandingkan penggunaan dua tegangan tabung tersebut dengan fokus pada dua aspek utama, yaitu dosis radiasi yang diukur melalui *Computed Tomography Dose Index Volume* (CTDIvol) dan *Dose Length Product* (DLP), serta kualitas citra yang dievaluasi menggunakan parameter *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR) dan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR). Penelitian ini menggunakan data sekunder dari sistem *Picture Archiving and Communication System* (PACS) rumah sakit, sehingga mencerminkan praktik pencitraan klinis yang berlangsung dalam pelayanan kesehatan sehari-hari.

Berdasarkan latar belakang tersebut, terdapat tiga aspek utama yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini. Pertama, bagaimana perbandingan dosis radiasi yang dihasilkan antara penggunaan tegangan 90 kV dan 110 kV pada

pemeriksaan CT abdomen tanpa kontras, ditinjau dari nilai CTDIvol dan DLP. Kedua, apakah kualitas citra yang dihasilkan pada tegangan 90 kV berdasarkan parameter CNR dan SNR, masih berada dalam batas optimal untuk mendeteksi batu ginjal secara akurat. Ketiga, apakah tegangan 90 kV dapat dipertimbangkan sebagai protokol pemeriksaan yang layak untuk CT abdomen tanpa kontras dengan mempertimbangkan keseimbangan antara penurunan dosis radiasi dan kualitas citra yang tetap memenuhi standar diagnostik.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisa dosis radiasi yang dihasilkan dari pemeriksaan CT pada tegangan 90 kV dan 110 kV berdasarkan nilai CTDIvol dan DLP.
2. Menganalisa kualitas gambar hasil pemeriksaan CT pada tegangan 90 kV dan 110 kV berdasarkan nilai CNR dan SNR.
3. Menganalisa perbandingan dosis radiasi dan kualitas citra antara tegangan 90 kV dan 110 kV untuk menentukan tegangan yang lebih optimal pada pemeriksaan CT abdomen tanpa kontras.

1.3 Manfaat Penelitian

Di bawah ini sejumlah manfaat yang dapat dihasilkan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Menyediakan informasi ilmiah yang mendukung pemilihan tegangan kV yang optimal untuk CT tanpa kontras dalam deteksi batu ginjal.
2. Menjadi dasar pertimbangan dalam pengembangan protokol CT yang lebih efisien dan aman bagi pasien.
3. Memberikan referensi data kuantitatif dan kualitatif yang dapat dimanfaatkan untuk peningkatan mutu layanan pencitraan medis.