

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Computed Tomography (CT) menjadi salah satu metode pencitraan paling efektif dalam praktik klinis. Proses pemindaian CT sangat cepat, yaitu hanya membutuhkan beberapa menit, sehingga mempermudah diagnosis dan *treatment planning* (Kingsland, 2005). Selain itu, CT dapat menghasilkan citra tiga dimensi pada organ dalam. Hal ini sangat penting untuk mendiagnosis masalah kesehatan, seperti kanker, penyakit jantung, dan tulang sebelum gejala muncul (Prabhu dkk., 2021). Pada pemeriksaan organ tertentu seperti ginjal dan kanker pada paru-paru menghasilkan citra *low-contrast*. Objek *low-contrast* merupakan objek yang memiliki nilai koefisien atenuasi sinar-X yang hampir sama dengan *background* (Hernandez-Giron dkk., 2011). Objek dengan koefisien atenuasi serupa dapat memiliki nilai HU yang sama, sehingga sulit dibedakan dalam kondisi *low-contrast* (Flohr & Schmidt, 2013). Perbedaan HU yang akurat sangat penting untuk diagnosis, seperti menentukan jenis batu ginjal atau menilai tingkat keparahan emfisema, terutama citra dalam kondisi *low-contrast* (Parui dkk., 2021). Oleh karena itu, diperlukan pengujian standar protokol pada citra *low-contrast* dengan *low-contrast detectability* (LCD) untuk mengetahui kemampuan CT dalam membedakan objek *low-contrast* (Alsleem & Almohiy, 2020).

LCD merupakan parameter penting dalam pencitraan CT. Hal ini karena memengaruhi kemampuan CT untuk mendeteksi objek berukuran kecil dengan kontras rendah pada citra (Anam dkk., 2024). Pengujian LCD dapat dilakukan menggunakan fantom yang dipindai dengan berbagai protokol. Beberapa studi (Chang dkk., 2018)(Payne, 2007) menggunakan fantom ACR 464 CT untuk mengevaluasi berbagai elemen parameter kualitas citra, termasuk kemampuan mendeteksi LCD. Tenaga medis sering kali melakukan penilaian visual untuk menentukan LCD. Penilaian ini ditentukan mengacu pada identifikasi objek terkecil yang dapat terlihat dalam citra fantom. Berbagai studi tentang penilaian LCD pada citra CT secara visual telah dilakukan. Seperti metode *two-alternative forced choice*

(2-AFC) dan *four-alternative forced choice* (4-AFC) (Fan dkk., 2012)(Gong dkk., 2018). Pengamatan LCD secara visual oleh manusia memiliki tingkat kerumitan, membutuhkan waktu lama, dan bersifat subjektif. Hasilnya, objek yang dilihat dari berbagai ukuran dapat bermacam-macam. Selain itu, studi pengamatan oleh manusia dapat menjadi bias karena pengamat mengetahui pola objek pada fantom (Anam dkk., 2022). Pengaruh *noise* dan ukuran objek terhadap kemampuan mendeteksi *low-contrast* tidak dinilai secara kuantitatif dalam metode pengamatan manusia. Hal ini dapat menyebabkan ketidakakuratan dalam evaluasi (Setiawati dkk., 2023). Pengembangan metode yang andal dan objektif untuk menilai kemampuan deteksi *low-contrast* sangat penting karena tantangan terkait dengan penilaian subjektif (Thilander-Klang dkk., 2010). Berdasarkan masalah, hal ini penting untuk pengembangan penilaian LCD secara otomatis dan bersifat objektif.

Software dapat digunakan untuk mendeteksi LCD secara objektif. *Software* dapat membedakan objek *low-contrast* meskipun citra mengandung *noise* (Anam dkk., 2022). Parameter paling sederhana untuk mengukur LCD yaitu *contrast-to-noise ratio* (CNR). Parameter CNR menggabungkan elemen kontras dan *noise* yang sangat penting untuk mengidentifikasi objek *low-contrast* pada citra CT (Goenka dkk., 2016). Beberapa studi (Setiawati dkk., 2023)(Novitasari dkk., 2024) telah membuktikan bahwa CNR merupakan indikator yang akurat untuk LCD. Pengukuran CNR dapat dilakukan dengan peletakan *region of interest* (ROI) secara manual dan peletakan ROI secara otomatis menggunakan teknik seperti *template matching* (Novitasari dkk., 2024). Peletakan ROI secara manual sering bergantung pada pengamat manusia, sehingga bersifat subjektif dan variasi dalam hasil. Pengamat yang berbeda mungkin memiliki tingkat pengalaman dan persepsi yang berbeda, sehingga menghasilkan evaluasi yang tidak konsisten (Li dkk., 2019). Peletakan ROI secara manual juga memerlukan banyak tenaga dan waktu, karena membutuhkan upaya yang besar untuk menafsirkan setiap citra. Terutama jika terdapat berbagai parameter, seperti pengaturan arus dan tegangan tabung yang diubah-ubah (Novitasari dkk., 2024). Oleh karena itu, peletakan ROI secara otomatis diperlukan.

Studi sebelumnya (Novitasari dkk., 2024) menunjukkan bahwa *noise* berpengaruh terhadap nilai CNR dan pengaruh diameter objek belum dibahas pada studi tersebut. Dalam studi ini, sistem dikembangkan secara otomatis untuk mengenali objek *low-contrast* pada fantom ACR 464 CT menggunakan parameter CNR. Pengaruh efek kuantitatif seperti ukuran objek dan *noise* terhadap LCD akan dianalisis pada studi ini. Selain itu, pengaruh $CTDI_{vol}$ terhadap *noise* citra dan CNR juga dianalisis pada studi ini. Parameter *cut-off* CNR digunakan untuk menentukan apakah objek *low-contrast* dapat terdeteksi atau tidak. Nilai $CNR \geq 1$ menunjukkan kualitas citra yang memadai untuk mendeteksi objek *low-contrast* mengacu pada standar ACR *accreditation*. Hal ini digunakan untuk memastikan bahwa citra diagnostik berkualitas tinggi dapat mendeteksi dan mendiagnosis penyakit abdomen secara akurat (Kim dkk., 2021). Pendekatan segmentasi *thresholding* digunakan untuk mendapatkan *centroid* dari objek *low-contrast* terbesar (koordinat referensi) dan *centroid* dari fantom (koordinat pusat). *Template matching* digunakan untuk menempatkan ROI pada objek *low-contrast* lainnya mengacu pada koordinat pusat dan referensi. Sistem ini dirancang menjadi *Graphical User Interface* (GUI) menggunakan MATLAB R2013a agar lebih mudah dalam penggunaan. Algoritma diuji keandalannya dengan citra yang dirotasi, kemudian divalidasi dengan analisis statistik *one-way* ANOVA. Validasi juga dilakukan dengan perhitungan kontras, *noise*, dan CNR secara manual menggunakan *software* micro DICOM viewer untuk menganalisis pengaruh ukuran objek dan *noise* terhadap LCD. Validasi manual dengan *software* micro DICOM viewer digunakan untuk meningkatkan kemampuan deteksi *low-contrast* dengan memberikan pengecekan kualitatif (validasi) terhadap metode otomatis (Hernandez-Giron dkk., 2011). Uji *paired sample t-test* digunakan untuk menilai apakah terdapat perbedaan signifikan antara hasil otomatis dengan manual (Solomon dkk., 2015).

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan yaitu:

1. Membuat sistem deteksi objek *low-contrast* ACR 464 CT secara otomatis menggunakan MATLAB R2013a.

2. Menganalisis pengaruh ukuran objek dan *noise* terhadap detektabilitas LCD serta efek $CTDI_{vol}$ terhadap *noise* dan CNR pada objek *low-contrast* ACR 464 CT.

1.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk melakukan pengujian standar protokol pada objek *low-contrast* ACR 464 CT secara otomatis dan objektif. Dengan demikian, penelitian ini dapat membantu mengevaluasi kemampuan CT dalam membedakan objek *low-contrast* dari *background*.