

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Computed Tomography (CT) merupakan salah satu modalitas pencitraan medis yang sangat penting dalam praktik radiologi modern karena kemampuannya dalam mendeteksi berbagai kelainan anatomi dan patologis, termasuk objek atau lesi dengan kontras rendah (Njolstad dkk., 2022). Kemampuan deteksi objek kontras rendah menjadi aspek penting dalam konteks klinis karena sering kali berkaitan dengan tahap awal suatu penyakit. Evaluasi performa sistem pencitraan CT menjadi hal yang sangat penting untuk memastikan kualitas citra yang optimal dengan tetap memperhatikan aspek keselamatan radiasi.

Evaluasi kualitas citra CT secara konvensional umumnya dilakukan dengan mengkarakterisasi parameter dasar sistem pencitraan, seperti *contrast to noise ratio* (CNR), *noise power spectrum* (NPS), dan *task transfer function* (TTF) (Anam dkk., 2023). Parameter-parameter tersebut memberikan informasi penting mengenai karakteristik sistem pencitraan, namun tidak secara langsung merepresentasikan kemampuan sistem dalam mendeteksi objek dengan kontras rendah. Untuk itu, evaluasi berbasis tugas dikembangkan dengan menggunakan parameter *detectability index* (d'), yang menggambarkan kemampuan sistem pencitraan dalam mendeteksi suatu objek tertentu secara lebih relevan terhadap kebutuhan klinis (Samei dkk., 2019).

Dalam pendekatan tugas, kemampuan deteksi objek kontras rendah umumnya dievaluasi menggunakan fantom citra berbasis tugas yang dinilai oleh *human observer* (HO), misalnya melalui metode *alternative forced choice* (AFC). Meskipun pendekatan ini dianggap paling mendekati kondisi klinis, pengujian berbasis HO memiliki beberapa keterbatasan utama, antara lain subjektivitas antar pengamat, variabilitas hasil, serta kebutuhan sumber daya yang besar dari segi waktu dan jumlah pengamat. Keterbatasan ini mendorong pengembangan metode evaluasi yang lebih objektif dan efisien.

Sebagai alternatif, dikembangkan pendekatan *model observer* (MO), yaitu model matematis yang dirancang untuk mensimulasikan kemampuan pengamatan manusia dalam mendeteksi objek tertentu. Beberapa MO yang umum digunakan dalam evaluasi kualitas citra CT antara lain *non-prewhitening* (NPW), dan *non-prewhitening with eye filter* (NPWE). MO ini digunakan untuk menghitung nilai d' , yaitu parameter yang menunjukkan kemampuan sistem CT dalam mendeteksi objek kontras rendah secara objektif (Ott dkk., 2017).

Berbagai penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas penggunaan MO dalam mengevaluasi kemampuan deteksi sistem pencitraan CT. Dedovic dkk. (2015) menunjukkan bahwa MO NPW efektif dalam mengevaluasi deteksi objek kontras rendah pada citra CT. Hernandez dkk. (2015) membandingkan kinerja MO NPWE dan CHO dalam mendeteksi objek kontras rendah pada citra CT fantom dan menemukan adanya korelasi serta kesesuaian yang kuat dengan kinerja HO. Sementara Othman dkk. (2021) menemukan bahwa tren respons NPWE sebanding dengan respons HO dalam deteksi tugas dan diskriminasi objek kontras rendah.

Meskipun MO telah terbukti efektif, pendekatan ini masih memiliki keterbatasan, terutama karena membutuhkan fantom yang spesifik serta jumlah data hasil pemindaian yang besar untuk memperoleh data yang akurat. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, dikembangkan konsep *advanced model observer* (AMO). Berbeda dengan MO biasa, AMO hanya memerlukan sejumlah kecil pemindaian fantom standar untuk keperluan *quality control* (QC) untuk mengekstraksi parameter dasar sistem pencitraan, seperti NPS dan TTF. Parameter tersebut selanjutnya digunakan untuk menghasilkan citra sintetis dengan variasi objek yang dibangun secara komputasional. Pendekatan ini menghilangkan kebutuhan akan fantom khusus, pemindaian berulang dalam jumlah besar, serta evaluasi HO yang memakan waktu, sehingga penilaian kualitas citra berbasis tugas menjadi lebih efisien dan fleksibel (Liu dkk., 2023). Secara teoretis, d' yang diperoleh menggunakan AMO setara dengan nilai d' hasil eksperimen berbasis HO (Bellman dkk., 2024). Namun demikian, bukti eksperimental langsung yang memvalidasi kesetaraan tersebut, khususnya dengan menggunakan sumber data citra yang identik, masih terbatas.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini memanfaatkan pendekatan AMO dengan menghasilkan citra sintetis berbasis parameter TTF dan NPS yang kemudian disimpan dalam format *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM). Pendekatan ini memungkinkan HO untuk mengevaluasi citra sintetis yang sama persis dengan citra yang digunakan oleh AMO, sehingga potensi bias akibat perbedaan sumber data dapat dieliminasi. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan secara langsung nilai d' yang diperoleh dari HO menggunakan metode *two-alternative forced choice* (2-AFC) dengan nilai d' yang dihitung menggunakan AMO tipe NPW dan NPWE dalam mendeteksi objek kontras rendah pada citra CT. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis pengaruh variasi arus tabung (100 mA dan 200 mA) serta variasi profil sinyal (Gauss, Flat, dan Designer) terhadap kinerja deteksi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka dapat dirumuskan masalah penelitian, yaitu:

1. Bagaimana tingkat kesetaraan nilai d' antara HO dan AMO dalam mengevaluasi citra yang berasal dari sumber yang sama, mengingat masih terbatasnya bukti eksperimental yang secara langsung memvalidasi kesetaraan tersebut?
2. Pengaruh variasi arus tabung dan profil sinyal memengaruhi kesesuaian nilai d' antara HO dan AMO dalam deteksi objek kontras rendah pada CT?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Melakukan perbandingan d' antara hasil pengukuran oleh HO menggunakan teknik 2-AFC dan AMO dengan model NPW dan NPWE dalam deteksi objek kontras rendah citra CT.

2. Menganalisis pengaruh variasi arus tabung (100 mA dan 200 mA) serta tiga profil sinyal berbeda (Gauss, Flat, dan Designer) terhadap kinerja deteksi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan evaluasi kualitas citra CT berbasis tugas, khususnya dalam memahami kesesuaian antara nilai d' yang diperoleh dari HO dan AMO pada deteksi objek kontras rendah. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam optimasi parameter pencitraan CT, terutama terkait variasi arus tabung dan profil sinyal, serta mendukung penerapan metode evaluasi kualitas citra CT yang lebih objektif, efisien, dan relevan untuk praktik klinis dan QC.