

BAB I

PENDAHULUAN

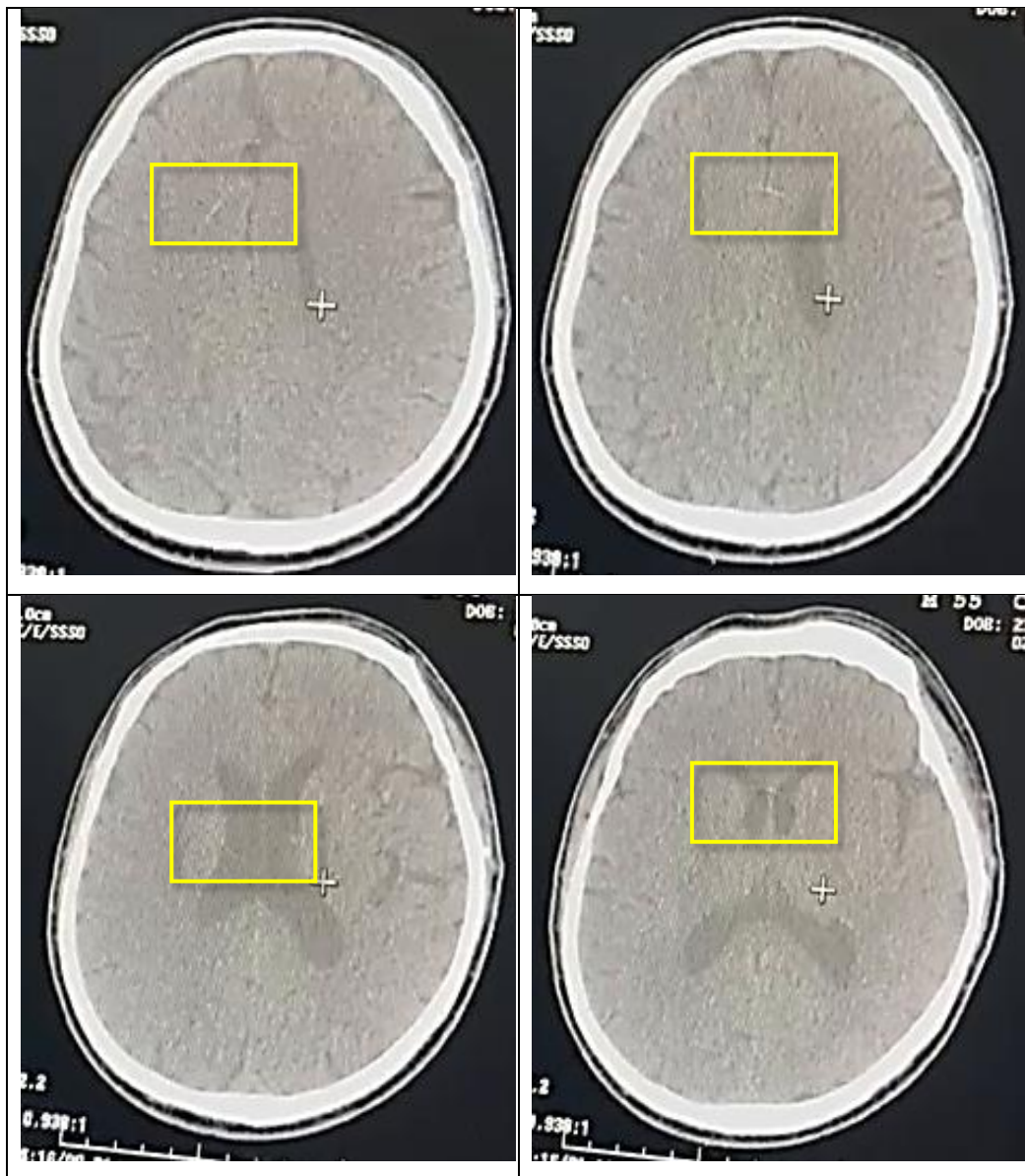
1.1. Latar Belakang

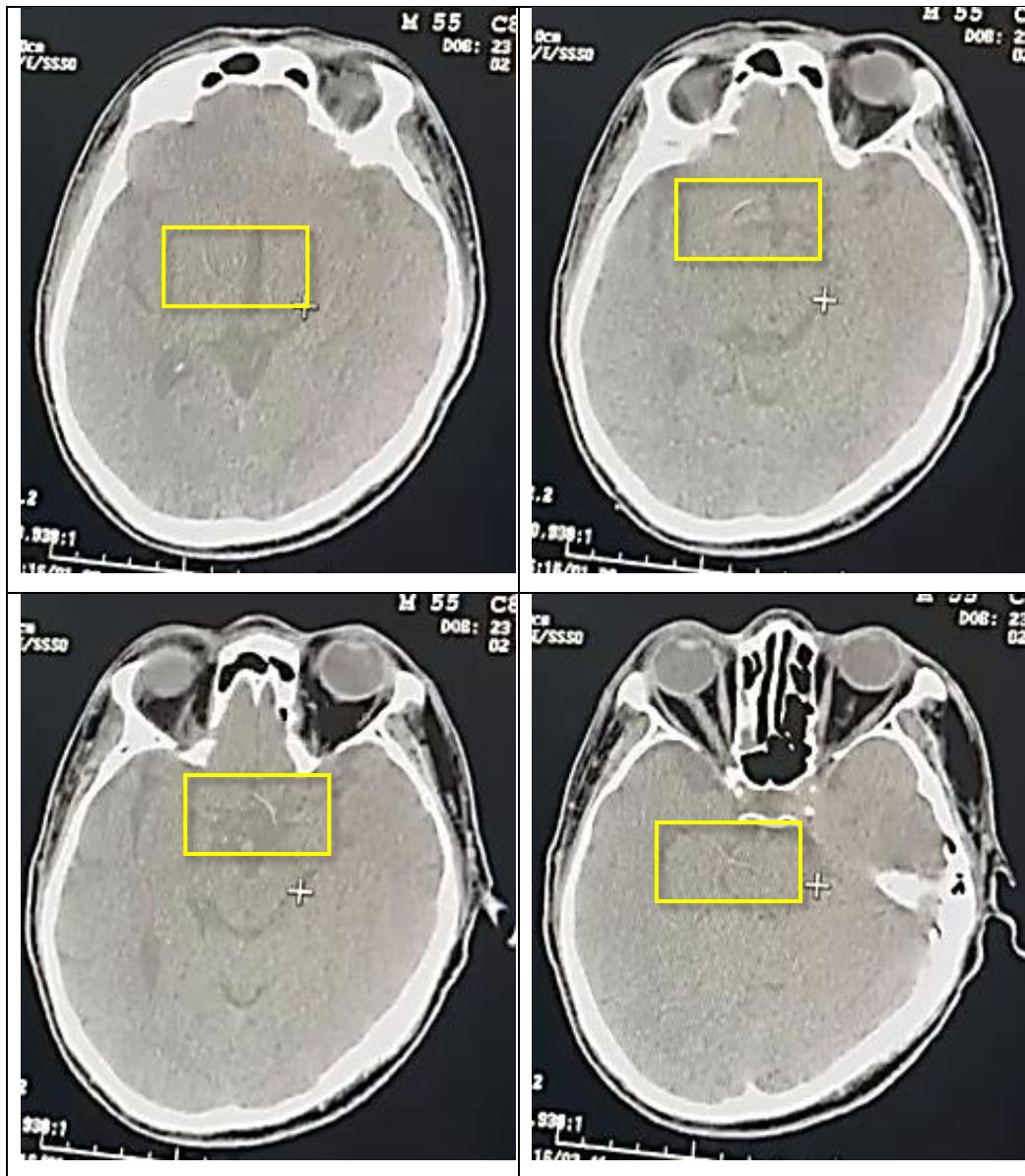
Deteksi penyakit dapat dilakukan melalui pemeriksaan secara fisiologis maupun secara patologis, dengan memperhatikan ketidaknormalan yang terjadi di dalam bagian tubuh manusia. Untuk mengetahui ketidaknormalan yang terjadi pada jaringan dan organ tubuh manusia, digunakan pesawat diagnostik (*imaging*) yang memanfaatkan radiasi sinar-X. Salah satu jenis pesawat yang memanfaatkan radiasi sinar-X untuk keperluan diagnostik adalah CT Scan. *Computed Tomography* atau CT Scan ini merupakan pesawat yang digunakan untuk melakukan pencitraan secara tomografi, di mana terdapat tabung sinar-X sebagai sumber radiasi dan detektor yang berputar mengelilingi objek pemeriksaan untuk memperoleh citra axial (Magfirawati et al., 2022). CT Scan merupakan pesawat sinar-X yang memiliki spesialisasi khusus. Pemeriksaan CT Scan ini merupakan pemeriksaan non-invasif untuk memperoleh citra 3 dimensi dari tubuh manusia. Sehingga dari citra tersebut, akan diperoleh informasi dan citra dari organ bagian dalam tubuh manusia (Omar et al., 2020).

Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki kemampuan penetrasi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperoleh citra bagian dalam tubuh manusia. Kemampuan sinar-X dalam menembus objek bergantung pada komposisi jaringan yang dilewatinya. Semakin padat komposisi jaringan yang dilewati, maka semakin sedikit sinar-X yang dapat menembus jaringan tersebut. Sebagai contoh, apabila sinar-X melewati tulang, maka atenuasinya akan menjadi besar dan atenuasi bernilai kecil jika sinar-X melewati jaringan halus. Setelah sinar-X melewati bagian tubuh yang diperiksa, detektor akan menangkap sinar-X kemudian dilanjutkan dengan rekonstruksi citra (Al Ewaidat et al., 2018; Omar et al., 2020).

Akan tetapi, hasil dari pemeriksaan CT Scan dapat terpengaruhi oleh artefak. Artefak merupakan bagian dari citra yang berupa struktur atau pola yang tidak berasal dari objek penyinaran (IAEA, 2012). Keberadaan artefak disebabkan

oleh nilai *CT number* yang diperoleh pada citra tidak sesuai dengan atenuasi jaringan terhadap radiasi sinar-X yang semestinya (Barrett & Keat, 2004). Sebelum dilakukan pengukuran, pesawat CT Scan GE Optima520 16 *slice* ini mendapati artefak pada citra pemeriksaan pasien. Artefak tersebut dapat dilihat pada *sequence* citra berikut (gambar telah melalui proses penyesuaian kualitas untuk mempermudah visualisasi dalam laporan. Namun untuk analisa citra, digunakan citra *water phantom* tanpa proses penyesuaian).





Gambar 1.1 Sequence Citra dengan Artefak

Berdasarkan *sequence* citra di atas, didapati bahwa artefak yang ada berbentuk lengkungan yang terus melingkar sepanjang *slice* pada citra. Setelah mendapati bahwa terdapat artefak pada citra CT Scan, fisikawan medik perlu melakukan pengecekan alat sesuai dengan keahliannya. Menurut rekomendasi pada publikasi IAEA *Human Health Series* No. 19 (2012), *air calibration* perlu dilakukan untuk menghindari terjadinya *ring artefact*. Pesawat CT Scan GE Optima520 ini telah memiliki kegiatan rutin untuk pelaksanaan *fast calibration*

(*air calibration*), yaitu dilakukan setiap hari di waktu pagi sebelum dimulai pelayanan pasien. Setelah melakukan *fast calibration*, tindakan selanjutnya yang dilakukan oleh fisikawan medik adalah melakukan jaminan kualitas internal berdasarkan parameter uji kesesuaian yang sebelumnya telah ditetapkan oleh BAPETEN.

Jaminan kualitas internal juga perlu dilakukan oleh fisikawan medik sebagai kegiatan evaluasi berkala. Kegiatan jaminan kualitas internal dilakukan untuk memastikan bahwa pemeriksaan CT Scan mampu memberikan informasi diagnostik sesuai yang dibutuhkan, namun tetap menjaga agar dosis radiasi yang diterima oleh pasien *as low as reasonably possible* (ALARA). Tujuan tersebut sesuai dengan prinsip optimisasi dalam proteksi radiasi. Oleh karena itu, terdapat kegiatan jaminan kualitas untuk menguji apakah alat CT Scan tetap dalam kondisi yang optimal (Mekonin & Deressu, 2023). Secara internasional, jaminan kualitas untuk pesawat CT Scan telah diatur pada IAEA *Human Health Series* No. 19 dan No. 47 (IAEA, 2012; IAEA, 2023). Di Indonesia, kegiatan jaminan kualitas telah diadaptasi oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) sebagai Uji Kesesuaian. BAPETEN telah mengatur tentang Uji Kesesuaian dalam Peraturan BAPETEN Nomor 2 tahun 2022 tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional. Uji kesesuaian merupakan upaya yang dilakukan oleh rumah sakit selaku Pemegang Izin pengoperasian alat radiologi diagnostik dalam menjaga kinerja peralatan agar tetap pada kondisi andal (Dewa et al., 2024). Apabila tidak terdapat program QC yang memadai dalam pemanfaatan CT Scan di rumah sakit, dapat menimbulkan resiko ketidaksesuaian kalibrasi dan mempengaruhi akurasi dalam diagnostik serta dapat membahayakan pasien (Purnama et al., 2023).

Pengukuran uji kesesuaian generator dan tabung sinar-X pada pesawat CT Scan Philips 128 *slice* sebelumnya telah dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Daerah Mangusada oleh (Purnama et al., 2023). Berdasarkan hasil yang diperoleh, kinerja generator dan tabung sinar-X pada pesawat CT Scan dalam kondisi andal sesuai dengan Peraturan BAPETEN Nomor 2 tahun 2022. Uji kesesuaian terkait kualitas citra dinilai berdasarkan parameter keseragaman *CT*

number. Pengukuran *CT number* telah dilakukan oleh (Putra et al., 2025). Pengukuran dilakukan pada pesawat CT Scan GE *Multislice* yang terinstal di Rumah Sakit Umum Kertha Usada. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa berdasarkan parameter keseragaman *CT number*, hasil pengukuran yang diperoleh telah memenuhi standar yang ditetapkan untuk penggunaan klinis.

Di samping itu, telah dilakukan juga penelitian yang membandingkan pengukuran keseragaman *CT number* yang telah ditentukan oleh BAPETEN serta pengukuran homogenitas yang dikembangkan dalam aplikasi IndoQCT. Perbandingan tersebut digunakan untuk mendeteksi citra dengan artefak. Menurut penelitian (Anam et al., 2025), uji keseragaman *CT number* kurang mampu dalam mendeteksi adanya artefak pada citra karena hanya terbatas pada 5 ROI. Uji homogenitas memiliki ROI yang lebih besar dan mencakup 85% area citra. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa Uji Keseragaman *CT number* tidak dapat mendeteksi artefak, sedangkan Uji Homogenitas mampu menunjukkan artefak berdasarkan nilai HU yang didapatkan.

Aplikasi IndoQCT telah dikembangkan sejak tahun 2018 hingga sekarang. Pada aplikasi ini, dapat dilakukan berbagai prosedur QC pesawat CT Scan mulai dari harian, bulanan, dan tahunan. Aplikasi IndoQCT juga telah mencakup pengukuran dengan berbagai standar seperti BAPETEN, AAPM, IAEA, dan ACR. Aplikasi IndoQCT juga dapat melakukan pengujian dengan berbagai merk *phantom* yang tersedia, dan *phantom* dari GE merupakan salah satu merk yang dapat dilakukan pengujian pada aplikasi IndoQCT. Sejumlah penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi IndoQCT dapat digunakan dalam prosedur QC pesawat CT Scan. *Display* pada aplikasi IndoQCT telah diuji oleh (Anam et al., 2019) dan hasilnya menunjukkan bahwa aplikasi IndoQCT mampu mencitrakan berbagai jenis jaringan dengan densitas yang berbeda-beda secara simultan. Pengujian-pengujian lainnya yang telah dilakukan dengan aplikasi indoQCT dapat diakses pada halaman berikut <https://indosect.com/publication-indoqct/>.

Di samping mematuhi peraturan yang telah diatur oleh badan regulasi nasional, uji kesesuaian perlu dilakukan untuk memastikan kinerja dari alat.

Berdasarkan Peraturan BAPETEN Nomor 2 tahun 2022 tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional, uji kesesuaian untuk pesawat CT Scan dilakukan setiap 4 tahun sekali. Fisikawan medik, dalam menunjang pelayanan di rumah sakit, dianjurkan untuk melakukan jaminan kualitas internal dalam interval waktu yang lebih singkat. Jaminan kualitas dilakukan sesuai dengan parameter dan batas toleransi yang telah ditetapkan untuk uji kesesuaian. Adanya pendekatan yang lebih baik dalam deteksi artefak atau ketidaknormalan yang terjadi pada pesawat CT Scan juga diharapkan dalam peran fisikawan medik di rumah sakit. Pesawat CT Scan GE Optima520 16 *slice* terpasang pada tahun 2014, dengan pergantian tabung sinar-X terakhir dilakukan pada bulan Juli 2024. Di tahun yang sama, ditemukan artefak pada citra pasien. Dinamika dalam usia penggunaan, spesifikasi alat, dan kondisi operasional pada masing-masing pesawat dapat mempengaruhi hasil jaminan kualitas internal. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran jaminan kualitas internal pesawat CT Scan dan/atau pengukuran lainnya sebagai tindak lanjut dari pengukuran kualitas citra berupa artefak.

1.2. Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini yaitu

1. Mengetahui apakah pesawat CT Scan GE Optima520 16 *slice* dalam kondisi andal berdasarkan hasil jaminan kualitas internal.
2. Mengetahui kesesuaian hasil pengukuran terhadap *ring artefact*.

1.3. Manfaat

Adapun manfaat dari tugas akhir ini, yaitu

1. Menjadi acuan bagi para ahli terkait program jaminan kualitas internal untuk pesawat CT Scan.
2. Menjadi acuan untuk rumah sakit dalam membuat program pengadaan CT Scan berdasarkan pertimbangan faktor ekonomi dan efisiensi biaya.