

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radioterapi merupakan salah satu modalitas utama dalam pengobatan kanker, selain pembedahan dan kemoterapi. Secara global, lebih dari 50–60% pasien kanker membutuhkan radioterapi pada salah satu tahap pengobatannya, baik dengan tujuan kuratif maupun paliatif. Data dari *International Atomic Energy Agency* (IAEA) menunjukkan bahwa radioterapi menyumbang sekitar 40% kontribusi keberhasilan pengendalian kanker, menjadikannya komponen esensial dalam layanan onkologi modern (IAEA, 2017). Dalam praktik klinis, radioterapi dapat dilakukan melalui dua metode utama, yaitu teleterapi dan brakiterapi, dengan teleterapi menjadi metode yang paling banyak digunakan (Podgorsak, 2010)

Pelaksanaan radioterapi modern tidak terlepas dari peran perangkat penunjang, salah satunya adalah CT simulator. CT simulator berfungsi untuk memperoleh citra anatomi pasien dalam posisi terapi yang presisi, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses delineasi volume target, *organ at risk*, serta perhitungan dosis pada *Treatment Planning System* (TPS). Selain itu, CT simulator dirancang untuk menyediakan informasi densitas jaringan pasien secara kuantitatif yang direpresentasikan dalam bentuk CT number (Podgorsak, 2010).

CT number mencerminkan perbedaan koefisien atenuasi jaringan terhadap sinar-X dan dinyatakan dalam satuan *Hounsfield Unit* (HU). Informasi CT number ini memiliki peranan penting karena digunakan sebagai dasar dalam berbagai proses lanjutan, termasuk karakterisasi jaringan dan konversi densitas jaringan pada TPS. Kesalahan pada nilai CT number dapat berujung pada ketidaktepatan konversi densitas jaringan, yang pada akhirnya berpotensi menyebabkan deviasi perhitungan dosis radioterapi (Sueangiam et al, 2026).

Hubungan antara CT number dan *relative electron density* (RED) menjadi aspek yang sangat krusial dalam penggunaan CT simulator untuk radioterapi. Hubungan linieritas CT number terhadap RED diperlukan untuk memastikan

bahwa informasi densitas jaringan yang ditransfer dari CT simulator ke TPS tetap akurat dan konsisten, sehingga tidak menimbulkan kesalahan dalam perhitungan dosis radioterapi. Oleh karena itu, evaluasi linieritas CT number terhadap RED perlu dilakukan secara berkala melalui prosedur *quality control* (QC) CT simulator, yang umumnya dilaksanakan dalam pengujian bulanan (Sueangamiam et al, 2026).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Anam et al (2023) mengevaluasi linieritas CT number menggunakan tiga jenis fantom Catphan, yaitu Catphan 500, 504, dan 604. Penelitian tersebut menggunakan pendekatan pengukuran otomatis dengan segmentasi objek pada modul sensitometri untuk memperoleh nilai CT number setiap material, yang kemudian dianalisis menggunakan regresi linier. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Catphan 500 dan Catphan 504 memenuhi kriteria linieritas dengan nilai $R^2 > 0,99$, sementara Catphan 604 tidak memenuhi batas toleransi tersebut. Studi ini menegaskan pentingnya pengujian linieritas CT number secara periodik serta menunjukkan bahwa variasi jenis fantom dapat memengaruhi hasil evaluasi linieritas.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Lubis et al (2020) yang mengembangkan dan mengevaluasi fantom *in-house multipurpose* untuk pengujian performa CT, termasuk evaluasi linieritas CT number. Dalam penelitian tersebut, linieritas CT number dari fantom *in-house* dibandingkan dengan fantom Catphan 604 menggunakan analisis regresi linier. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun fantom *in-house* menunjukkan linieritas yang baik, nilai koefisien regresinya masih berada di bawah Catphan 604, dengan selisih linieritas hingga 7,51% pada tegangan tabung tertentu. Penelitian ini menegaskan bahwa perbedaan material dan karakteristik fantom dapat memengaruhi hasil evaluasi linieritas CT number.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, sebagian besar studi masih berfokus pada evaluasi linieritas CT number pada satu sistem CT atau pada perbandingan antar jenis fantom. Studi yang secara spesifik membandingkan karakteristik linieritas CT number terhadap RED antar CT simulator dari vendor yang berbeda masih relatif terbatas. Padahal, perbedaan desain sistem, algoritma rekonstruksi, dan karakteristik detektor antar vendor berpotensi menghasilkan

perbedaan nilai CT number pada material yang sama, yang pada tahap selanjutnya dapat memengaruhi konsistensi proses perencanaan radioterapi.

Oleh karena itu, diperlukan suatu studi yang secara sistematis membandingkan linieritas CT *number* terhadap RED pada CT simulator dari vendor yang berbeda dengan menggunakan fantom Catphan 503 sebagai standar pengujian. Kriteria kelulusan pengujian linieritas CT number dinyatakan terpenuhi apabila nilai koefisien determinasi $R^2 > 0,99$, sesuai dengan standar toleransi yang direkomendasikan oleh BAPETEN

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui linieritas CT *number* terhadap RED pada CT simulator Canon dan CT simulator Toshiba Aquilion menggunakan fantom Catphan 503.
2. Membandingkan karakteristik linieritas CT *number* terhadap RED antara CT simulator Canon dan CT simulator Toshiba Aquilion.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai linieritas CT *number* terhadap RED pada CT simulator Canon dan CT simulator Toshiba Aquilion, sehingga dapat digunakan sebagai bahan evaluasi kualitas kinerja CT simulator dalam mendukung keakuratan data masukan pada TPS serta sebagai referensi pelaksanaan QC CT simulator pada praktik radioterapi.