

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang radioterapi telah menghadirkan berbagai inovasi penting yang mendukung peningkatan efektivitas dan akurasi perawatan pasien, khususnya bagi penyintas kanker. Salah satu inovasi tersebut adalah *Computed Tomography Simulator* (CT Simulator), yang berperan penting dalam proses perencanaan terapi radiasi. Berbeda dengan alat CT *scan* biasa (konvensional), CT simulator dilengkapi dengan komponen inti tambahan berupa laser penanda (*Laser Positioning System*) serta alat imobilisasi yang semuanya dirancang dan terhubung secara real-time untuk membantu penentuan posisi pasien secara presisi selama proses peminadaian (Nishidai, dkk., 1990).

CT simulator dirancang agar mampu untuk menghasilkan citra dalam bentuk gambar 3-Dimensi dengan tingkat presisi yang sangat tinggi, sehingga memungkinkan visualisasi struktur anatomi pasien secara detail (Hiraoka, dkk., 1994). Citra hasil pemindaian kemudian diolah menjadi kumpulan elemen tiga dimensi yang disebut dengan voxel (Kalender, 2011). Setiap voxel memiliki titik koordinat (x,y,z) yang menunjukkan posisi spasial jaringan dalam tubuh pasien, serta nilai CT *number* atau *Hounsfield Unit* (HU) yang menggambarkan tingkat kepadatan relatif jaringan terhadap air (Bushberg dkk., 2012). Informasi tersebut para radiografer untuk mengetahui lokasi dan kepadatan jaringan tubuh pasien selama proses perencanaan terapi radiasi (Afifi, dkk., 2020).

Kualitas citra yang dihasilkan sangat mempengaruhi keberhasilan proses tersebut. Citra dengan kualitas tinggi dapat mempermudah proses segmentasi dan memungkinkan diperolehnya gambaran anatomi jaringan tubuh yang tepat dan akurat (Rezaee & Letourneau, 2019). Salah satu parameter penting dalam menilai kualitas citra adalah CT *number*, yang secara klinis berkaitan erat dengan komposisi jaringan tubuh (Cropp, dkk., 2013). CT *number* adalah ukuran koefisien atenuasi linier jaringan, yang dipengaruhi oleh kepadatan material (densitas) dan energi sinar-x. Nilai CT *number* dinyatakan dalam sebuah satuan tanpa dimensi yang

disebut *Hounsfield Unit* (HU) dan dapat dihitung berdasarkan jumlah radiasi sinar-*x* yang diserap atau dilemahkan oleh jaringan di dalam tubuh (Lamba, dkk., 2014; McCollough, dkk., 2015). Karena setiap jaringan memiliki koefisien atenuasi sinar-*x* yang berbeda-beda, maka nilai *CT number* yang dihasilkan juga bervariasi. Proses pemindaian yang beraneka ragam disertai dengan kepadatan organ jaringan juga turut serta menjadi faktor adanya variasi nilai *CT number* (Anam, dkk., 2024).

Untuk menjaga dan meningkatkan kualitas pengobatan radioterapi, evaluasi penting dilakukan untuk memastikan agar citra CT secara akurat mempersentasikan radiodensitas berbagai jaringan di dalam tubuh pasien (Yang, dkk., 2002). Dalam *Quality Assurance*, terdapat dua parameter yang sering digunakan yaitu linearitas dan akurasi *CT number*. Keduanya memiliki fungsi yang saling melengkapi dalam menilai performa sistem CT. Uji linearitas digunakan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan yang proporsional antara nilai *CT number* dan koefisien atenuasi linier dari berbagai material (Yang, dkk., 2002). Sementara uji akurasi *CT number* digunakan untuk menilai sejauh mana nilai *CT number* hasil pengukuran sesuai dengan nilai ideal (teoritis) yang telah ditetapkan untuk masing-masing material (Bushberg dkk., 2012).

Beberapa *software* seperti MicroDicom, ImageJ, dan IndoQCT telah dikembangkan untuk membantu melakukan analisis terhadap kedua parameter tersebut. MicroDicom dan ImageJ banyak dimanfaatkan oleh mahasiswa, dosen, hingga tenaga medis karena mudah diakses, meskipun proses pengukurannya masih dilakukan secara manual. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, Departemen Fisika Universitas Diponegoro mengembangkan *software* IndoQCT sejak tahun 2021. IndoQCT dirancang untuk mengevaluasi kualitas citra CT baik secara manual maupun otomatis, termasuk parameter lain seperti resolusi spasial, ketebalan iris, *noise*, dan *CT number* (Anam, dkk., 2022; Anam, dkk., 2023).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Anam dkk (2023), pengukuran nilai *CT number* secara manual dan otomatis pada citra fantom ACR menggunakan MicroDiom dan IndoQCT mendapatkan hasil bahwa ada ketergantungan antara nilai *CT number* dan kenaikan tegangan tabung. Selain itu ditemukan juga bahwa citra yang diolah oleh kedua *software* tersebut memiliki

nilai CT *number* yang tidak berbeda jauh. Dari hasil penelitian tersebut, penelitian ini dilakukan sebagai pengembangan studi sebelumnya dengan metode dan objek yang berbeda. Citra fantom *Catphan 503* (modul CTP404) hasil pemindaian akan diolah secara manual menggunakan MicroDicom, ImageJ, IndoQCT dan secara otomatis yang sepenuhnya dilakukan oleh IndoQCT. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil nilai CT *number* dari masing-masing *software* terhadap nilai idealnya (teoretis). Juga mengetahui *software* mana yang memberikan hasil paling akurat dan stabil. Melalui penelitian ini, diharapkan diperoleh pemahaman lebih mendalam mengenai evaluasi kualitas citra CT simulator yang dapat mendukung peningkatan kualitas layanan radioterapi di masa mendatang.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk membandingkan hasil pengukuran akurasi nilai CT *number* yang diolah menggunakan MicroDicom, ImageJ, dan IndoQCT secara manual dan otomatis.
2. Untuk menentukan metode pengolahan citra yang menghasilkan nilai CT *number* paling akurat yang sesuai dengan nilai CT *number* ideal (teoretis).

1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan informasi mengenai perbedaan tingkat akurasi dan stabilitas nilai CT *number* dari setiap material yang diukur menggunakan MicroDicom, ImageJ, dan IndoQCT.
2. Menjadi rujukan bagi peneliti atau klinis dalam memilih metode yang menyajikan pengolahan CT *number* paling stabil dan efisien.