

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Computed Tomography (CT) merupakan modalitas pencitraan medis berbasis sinar-X yang digunakan untuk memperoleh citra irisan melintang tubuh manusia secara rinci (Kalender, 2006). CT bekerja dengan menggabungkan berbagai proyeksi sinar-X dari berbagai sudut di sekitar tubuh, yang kemudian direkonstruksi menjadi citra *aksial*. Citra *aksial* ini selanjutnya dapat diformat ulang menjadi citra *sagittal*, koronal, *oblique*, maupun tiga dimensi. Kemampuan ini memungkinkan visualisasi struktur internal secara lebih jelas dibandingkan dengan teknik pencitraan konvensional (Seeram, 2016). Keunggulan utama dari CT terletak pada kecepatan akuisisi dan resolusinya yang tinggi, sehingga sangat efektif digunakan dalam berbagai kondisi klinis, terutama pada situasi gawat darurat (Lolli dkk., 2016). Pada kasus cedera otak traumatis, CT sering digunakan untuk mendeteksi perdarahan intrakranial, hematoma, dan fraktur tengkorak, serta membantu dalam mengklasifikasikan tingkat keparahan cedera kepala (Bodanapally dkk., 2015). Selain itu, CT juga memiliki peran penting dalam diagnosis stroke akut, khususnya melalui CT *perfusi* (CTP) yang telah merevolusi pencitraan dengan memungkinkan evaluasi kuantitatif *perfusi* serebral, sehingga membantu mengidentifikasi jaringan otak yang masih dapat diselamatkan dan menilai area *infarkt* dengan lebih akurat dibandingkan CT konvensional (Moraff dkk., 2017). Keunggulan-keunggulan tersebut menjadikan CT sebagai modalitas pencitraan yang paling sering digunakan dalam keadaan darurat medis, karena ketersediannya yang luas dan kemampuannya dalam memberikan informasi diagnostik yang cepat dan akurat (Mahendran dkk., 2022). Namun demikian, CT memberikan dosis radiasi yang lebih tinggi kepada pasien. Dilaporkan bahwa CT menyumbang sekitar 70% dari total paparan radiasi dari semua modalitas pencitraan berbasis sinar-X, sehingga optimalisasi dosis menjadi aspek krusial dalam praktik medis (Saeed dkk., 2021).

Salah satu strategi untuk mengurangi dosis radiasi tanpa mengorbankan kualitas citra CT adalah dengan menerapkan kemiringan *gantry*, yaitu penyesuaian sudut pemindaian guna meminimalkan paparan radiasi primer terhadap organ-organ sensitif seperti lensa mata dan kelenjar tiroid. Dalam praktiknya, *gantry* biasanya dimiringkan ke arah posterior saat melakukan pemindaian CT kepala untuk menghindari jalur langsung sinar-X menuju lensa mata. Penentuan orientasi sudut pemindaian ini mengacu pada garis referensi anatomi, seperti *orbitomeatal* (OM) dan *supraorbitomeatal* (SOM) *baseline*. Penggunaan *baseline* OM cenderung menyebabkan lensa mata berada dalam jalur radiasi primer, sedangkan penjajaran dengan *baseline* SOM memungkinkan posisi lensa mata berada di luar jalur langsung, sehingga menerima radiasi hambur (Ishizaka dkk., 2020).

Kemiringan *gantry* telah terbukti menjadi metode yang efektif dalam mengurangi dosis radiasi tanpa menurunkan kualitas citra, khususnya untuk organ-organ yang sangat sensitif terhadap radiasi. sebuah studi menunjukkan bahwa kemiringan *gantry* sebesar 30° dapat mengurangi dosis radiasi yang diterima oleh lensa mata hingga 92,5% (Lai dkk., 2015). Teknik ini lebih unggul dibandingkan penggunaan pelindung bismut, yang hanya mampu menurunkan dosis sebesar 30-48%, namun berisiko menimbulkan artefak citra (Poon dkk., 2019). Studi lain juga melaporkan bahwa kemiringan *gantry* mampu menurunkan dosis radiasi pada lensa mata hingga 88% (Heaney dan Norvill, 2006). Selain itu, penerapan kemiringan *gantry* dalam CT jantung juga telah terbukti dapat mengurangi dosis radiasi pada jaringan payudara hingga 74% (Hoppe dkk., 2013).

Fitur kemiringan *gantry* saat ini tersedia pada seluruh pemindai CT modern (Noo dkk., 2004). Sudut kemiringan *gantry* didefinisikan sebagai sudut antara bidang vertikal yang melalui *isocenter* dengan bidang *gantry* CT, dan umumnya disesuaikan secara manual oleh operator sesuai kebutuhan klinis dalam rentang -30° hingga $+30^\circ$ (Fung dkk., 2005; Parsi dkk., 2017; Ali dkk., 2013). Evaluasi berkala terhadap akurasi kemiringan *gantry* sangat penting untuk memastikan bahwa sudut yang ditampilkan

pada panel *gantry* benar-benar sesuai dengan sudut aktual, sehingga kualitas pencitraan tetap optimal (Anam dkk., 2019; Nishizawa dkk., 1991; Abou-Elainein, 2013). Salah satu metode validasi yang umum digunakan adalah dengan menggunakan pelat pencitraan pada *Computed Radiography* (CR) atau busur derajat (*protactor*) pada film radiografi, yang diposisikan tegak lurus terhadap meja dalam bidang *sagittal* (AAPM, 1993). Pelat atau film tersebut kemudian dipindai dalam mode *axial* pada berbagai sudut kemiringan *gantry* (Sharma dkk., 2006). Citra hasil pemindaian digunakan untuk menghitung sudut kemiringan aktual. Biasanya, dilakukan tiga kali pemindaian dengan sudut $-\theta, 0^0, +\theta$ pada pelat atau film yang sama sehingga menghasilkan tiga jejak garis (AAPM, 1993). sudut kemiringan hasil pengukuran pada posisi $-\theta$ dan $+\theta$ terhadap posisi netral (0^0) diharapkan sesuai dengan nilai yang tertera pada *gantry*, dengan deviasi maksimum yang masih dapat ditoleransi adalah $\pm 3^0$ (Abou-Elainein, 2013; AAPM, 1993).

Sebagai alternatif, pengukuran kemiringan *gantry* juga dapat dilakukan menggunakan fantom silinder yang umumnya dipakai untuk pengujian kualitas citra CT. Fantom tersebut dipindai dua kali, yakni pada sudut 0^0 dan pada sudut *gantry* tertentu (θ). Dari kedua pemindaian tersebut, diperoleh dua citra aksial dengan panjang diameter *anteroposterior* (AP) yang berbeda. Perbedaan panjang diameter AP tersebut digunakan untuk menghitung sudut kemiringan *gantry* (Samei, 2019). Noviliawati dkk kemudian mengembangkan metode yang lebih praktis dengan hanya menggunakan satu kali pemindaian. Dalam metode tersebut, sudut kemiringan *gantry* dihitung dengan membandingkan panjang diameter lateral (LAT) dan AP. hasilnya menunjukkan bahwa metode ini mampu menghasilkan pengukuran kemiringan *gantry* yang akurat dengan deviasi kurang dari 1^0 (Noviliawati dkk., 2021).

Namun demikian, perlu dicatat bahwa akurasi pengukuran kemiringan *gantry* menggunakan fantom silinder sangat dipengaruhi oleh posisi fantom selama pemindaian. Dalam praktik klinis, sering kali terjadi ketidaksesuaian posisi fantom, seperti kemiringan terhadap bidang pemindaian, yang dapat menyebabkan menurunnya

akurasi pengukuran kemiringan *gantry*. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki dua tujuan utama. Pertama memperkenalkan metode baru untuk mengukur kemiringan fantom, dan menggunakannya sebagai koreksi untuk meningkatkan akurasi estimasi *gantry tilt* pada citra CT aksial dari *phantom* silindris.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan metode baru untuk mengukur kemiringan fantom berdasarkan perubahan posisi pusat fantom pada citra *aksial* CT.
2. Mengevaluasi pengaruh variasi kemiringan fantom terhadap akurasi pengukuran sudut kemiringan *gantry* dalam pencitraan CT.

1.3 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan metode validasi kemiringan *gantry* berbasis koreksi kemiringan fantom yang lebih praktis dan akurat
2. Meningkatkan akurasi rekonstruksi citra CT dengan meminimalkan kesalahan geometris akibat fantom
3. Membuka peluang penerapan metode koreksi kemiringan fantom secara otomatis dalam perangkat lunak evaluasi CT untuk mendukung praktik radiologi yang lebih aman dan efisien