

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Computed Tomography* (CT) *scan* merupakan salah satu modalitas pencitraan radiografi yang dapat menghasilkan citra dengan kualitas yang tinggi untuk diagnosis berbagai jenis penyakit dan kelainan (Ammatulah dkk., 2023). Kemajuan yang signifikan pada teknologi CT *scan* dalam dua dekade terakhir, telah meningkatkan kemampuan diagnostik dan aplikasi klinis dari modalitas ini (Hernandez dkk., 2021). Pemeriksaan dengan CT *scan*, memanfaatkan sinar-X dengan bantuan komputer untuk menghasilkan citra dalam bentuk irisan tampang lintang (*cross section*) anatomi tubuh. Irisan-irisan citra tampang lintang dapat digunakan untuk membentuk citra 3D. Citra hasil CT dapat memberikan visualisasi yang lebih jelas pada organ atau jaringan yang diperiksa (Jung, 2021). Penggunaan CT *scan* dapat digunakan dalam berbagai jenis pemeriksaan, beberapa diantaranya adalah seperti pemeriksaan jantung (jantung), fraktur, urologi, pemeriksaan area thoraks (dada), *abdomen*, pencitraan area kepala, dan sebagainya (Wolbarst dkk., 2013).

Kualitas citra berhubungan dengan seberapa baik sebuah citra dapat menyampaikan informasi anatomis dan fungsional tubuh sehingga diagnosis yang lebih akurat dapat dibuat (Bushberg dkk., 2012). Beberapa parameter yang dapat digunakan untuk menilai kualitas citra CT ialah *noise*, resolusi kontras, dan resolusi spasial (Anam dkk., 2018). Parameter ini dievaluasi secara berkala dalam program *Quality Control* (QC) rutin, untuk memastikan kualitas citra yang dihasilkan oleh sistem pencitraan. Resolusi spasial merupakan kemampuan sistem pencitraan untuk membedakan dua objek yang berdekatan (Ichikawa dkk., 2019). Dalam pencitraan medis, resolusi spasial yang baik memungkinkan tampilan struktur anatomi mikro secara jelas, sehingga mendukung penegakan diagnosis yang akurat (Azhari dkk., 2020). Evaluasi terhadap resolusi spasial citra dapat dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Evaluasi secara kualitatif dilakukan melalui pengamatan pada citra fantom pola *bar*, dengan mengamati seberapa dekat dua *bar* masih dapat dibedakan. Namun metode ini bersifat subjektif karena tergantung pada

kemampuan visualisasi pengamat. Metode yang lebih objektif yaitu melalui pengukuran *Modulation Transfer Function* (MTF) (Anam dkk., 2019; Boone, 2001).

MTF merupakan kurva yang memberikan informasi resolusi spasial dalam berbagai frekuensi spasial (Madhav dkk., 2009). Kurva MTF dapat diperoleh melalui beberapa metode pengukuran diantaranya metode *Point Spread Function* (PSF), *Line Spread Function* (LSF), dan *Edge Spread Function* (ESF). Metode PSF merupakan metode yang banyak digunakan dalam pengukuran MTF karena praktis secara konseptual dan aplikasinya. Metode ini menggunakan sumber titik sebagai input pada sistem pencitraan untuk dianalisis. Sumber titik dapat diperoleh dengan pemindaian pada fantom kawat tipis atau *micro bead* (Kayugawa, 2013; Nakaya, 2012). Hasil pengukuran MTF dapat dipengaruhi oleh parameter CT seperti *Field of View* (FOV), *slice thickness*, ukuran *focal spot*, maupun algoritma rekonstruksi yang digunakan, misalnya kernel rekonstruksi (Anam dkk., 2019; Watanabe dkk., 2011; Hernandez dkk., 2020).

Pengukuran MTF dengan metode *point* telah dilaporkan dalam beberapa penelitian dengan menggunakan fantom standar seperti *American College Radiology* (ACR) (Friedman dkk., 2013), *CatPhan* (Liang dkk., 2017), *American Association Physics Medicine Phantom* (AAPM) (Kim dkk., 2016), *GE QA phantom* (Setiawan dkk., 2023). Sementara itu, pengukuran MTF dengan metode *point* menggunakan fantom kawat sederhana berhasil dilakukan oleh Anam dkk., 2019. Fantom yang dikembangkan terbuat dari bahan utama berupa *injector syringe* dan kawat timah tipis. Namun, penelitian yang disebutkan ini masih terbatas pada pengukuran MT aksial atau hanya pada sumbu x-y.

Sistem CT modern pada saat ini, telah menghasilkan pencitraan dengan resolusi spasial isotropik. Resolusi spasial isotropik adalah resolusi spasial yang seragam pada arah aksial (x-y) dan sumbu (z). Pencitraan dengan resolusi spasial isotropik memungkinkan rekonstruksi citra 3D dan *multiplanar* koronal sagital dapat dilakukan dengan kualitas citra yang tinggi. Hal ini menjadikan citra 3D termasuk citra koronal dan sagital telah digunakan secara rutin untuk evaluasi berbagai kondisi klinis disamping penggunaan citra aksial. Akan tetapi, pada saat

ini pengukuran resolusi spasial pada CT *scan* hanya dilakukan pada arah aksial. Oleh karena itu, penelitian mengenai analisis resolusi spasial 3D pada arah aksial dan sumbu-z secara komprehensif perlu dilakukan.

Pada saat ini telah dikembangkan fantom untuk pengukuran MTF 3D. Fantom ini diberi nama *Cylindrical 3D wire phantom* dan merupakan hasil pengembangan dari mahasiswa Departemen Fisika Universitas Diponegoro. Fantom ini terbuat dari tabung akrilik berdimensi 12 cm x 11 cm yang didalamnya dipasang tiga buah kawat tipis dari bahan *stainless steel* dengan diameter kawat 0,3 mm. Posisi ketiga kawat didalam fantom saling berpotongan sehingga membentuk tiga sumbu yaitu x, y, dan z. Analisis resolusi spasial 3D menggunakan *Cylindrical 3D wire phantom* belum dilakukan dengan variasi parameter tegangan tabung dan kernel rekonstruksi. Sehingga penelitian lebih lanjut mengenai hal ini perlu dilakukan.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis resolusi spasial citra CT melalui pengukuran MTF 3D dengan variasi tegangan tabung dan kernel rekonstruksi menggunakan *cylindrical 3D wire phantom*. Pengukuran MTF dilakukan pada sumbu x, y, dan z menggunakan citra aksial, koronal, dan sagital fantom.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu disediakan metode praktis untuk pengukuran MTF 3D yang bisa mendukung kegiatan *quality control* (QC) di rumah sakit.