

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan teknologi, sinar-X banyak digunakan dalam bidang kedokteran salah satunya pada pemeriksaan *Computed Tomography* (CT). CT scan menggunakan teknik tomografi dan komputerisasi untuk menghasilkan citra jaringan tubuh. Citra CT scan diperoleh dari serangkaian proyeksi sinar-X yang ditembakkan dari berbagai sudut sehingga diperoleh data digital atenuasi sinar-X dalam skala *Hounsfield Unit* (HU) yang dikenal dengan CT Number. Atenuasi sinar-X bergantung pada energi sinar-X, densitas jaringan dan nomor atom jaringan (Jeniyanthi dkk., 2024).

Single Energy CT (SECT) menggunakan satu spektrum energi sinar-X untuk mengukur atenuasi sinar-X. Pada SECT, ketika dua jaringan memiliki densitas yang hampir sama maka CT Number akan bernilai sama meskipun nomor atomnya berbeda. Akibatnya, SECT menghasilkan informasi yang terbatas tentang komposisi jaringan. Untuk mengatasi keterbatasan SECT, dikembangkan *Dual Energy* CT (DECT) yang dapat membedakan komposisi jaringan dengan membandingkan CT Number pada dua tingkat energi yang berbeda (Kurniawati dkk., 2015). DECT dapat memberikan informasi fisiologi yang dapat membantu dalam mendiagnosis adanya keberadaan lesi dengan merekonstruksi *Material Density Image* (MDI). MDI digunakan untuk mendapatkan nilai konsentrasi dari masing-masing material dengan menganalisis spektrum atenuasi pada dua energi yang berbeda (Pfeiffer dkk., 2018). Selain itu, DECT juga dapat menghasilkan *Virtual Monochromatic Image* (VMI) yang mensimulasikan CT Number pada energi tunggal (Hermansyah dkk., 2017).

DECT merupakan sistem pencitraan medis yang kompleks sehingga terdapat resiko terjadinya kegagalan fungsi sistem. Oleh karena itu, diperlukan *Quality Control* (QC) untuk memastikan kesesuaian parameter DECT terhadap spesifikasi vendor (Mar'ie dkk., 2019). Penggunaan DECT dalam bidang pencitraan masih terbatas sehingga QC terhadapnya juga masih dalam pengembangan. Salah satu QC

pada DECT adalah uji kuantifikasi dan uji akurasi CT *Number* (Kojima dkk., 2021). Uji kuantifikasi dilakukan untuk mengetahui nilai konsentrasi material sedangkan uji akurasi CT *Number* digunakan untuk menentukan CT *Number* material. Apabila CT *Number* yang diperoleh di luar kisaran rentang yang direkomendasikan maka perlu dilakukan koreksi untuk memastikan keakuratan citra yang ditampilkan oleh DECT (Nowik dkk., 2015).

Fantom untuk prosedur QC pada DECT telah dikembangkan oleh Gammex tetapi ketersediaannya masih terbatas dan harganya mahal. Sehingga diperlukan pengembangan fantom QC untuk DECT dari material yang sederhana dan ekonomis. Penelitian tentang QC pada DECT menggunakan fantom Gammex telah dilakukan oleh Kojima dkk, 2021 yang mengevaluasi pengaruh variasi dosis terhadap akurasi CT *Number* dan kuantifikasi iodine. Hasil penelitian menunjukkan *Absolute Percentage Error* (APE) dari CT *Number* bernilai $<15\%$ kecuali untuk protokol dosis minimum sedangkan kuantifikasi iodine dengan menggunakan parameter tubuh secara signifikan lebih baik dibandingkan dengan parameter paru-paru dan tulang. Selanjutnya penelitian Takashi dkk, 2018 telah mengevaluasi akurasi CT *Number* menggunakan fantom Gammex, hasil menunjukkan CT *Number* memiliki akurasi yang lebih baik pada DECT berbasis citra saat 100 dan 140 keV. Kemudian penelitian Asiah dkk, 2021 telah berhasil mengembangkan fantom untuk SECT berbahan polyester resin. Hasil penelitian menunjukkan pencampuran polyester resin dan katalis dengan rasio 300:1 menghasilkan error $<6\%$ antara dosis yang terukur pada fantom polyester resin dibandingkan fantom standar PMMA. Akan tetapi, fantom yang dikembangkan oleh Asiah, dkk hanya dapat digunakan untuk QC pada SECT karena tidak mengandung material.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan fantom yang disisipi material kalsium dan iodine yang dapat digunakan untuk uji kuantifikasi dan uji akurasi CT *Number* pada DECT. Prinsip pembuatan fantom dengan tingkat akurasi yang tinggi adalah dengan memilih material yang setara jaringan tubuh manusia dalam merespon sinar-X. Fantom yang akan dikembangkan berbahan polyester resin. Polyester resin memiliki ketahanan yang baik terhadap temperatur tinggi, harga yang relatif murah, proses pengeringan cepat dan proses fabrikasinya mudah

(Fatichah dkk., 2023). Secara umum pembuatan fantom SECT dan DECT berbasis polyester resin melalui proses yang sama, tetapi untuk fantom DECT dilakukan proses pelubangan fantom yang digunakan untuk meletakkan material iodine dan kalsium. Iodine dan kalsium dipilih sebagai material sisipan pada fantom dikarenakan kedua material tersebut memiliki densitas serupa tetapi nomor atomnya berbeda (kalsium $Z=20$ dan iodine $Z=53$). Sehingga iodine dan kalsium sering digunakan untuk menguji keandalan DECT dalam klasifikasi material. Selain itu, akan dilakukan variasi konsentrasi iodine dan kalsium untuk merepresentasikan berbagai jaringan tubuh.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat fantom berbasis polyester resin yang disisipi material iodine dan kalsium untuk uji kuantifikasi dan uji *CT Number* pada DECT.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu tersedianya fantom alternatif untuk uji kuantifikasi dan uji akurasi *CT Number* pada DECT dengan bahan yang mudah diperoleh dan dapat dioperasikan dengan mudah.