

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemeriksaan radiografi *thorax* (dada) merupakan salah satu jenis pemeriksaan medis yang paling sering dilakukan di rumah sakit militer dan fasilitas pelayanan kesehatan. Pemeriksaan ini berfungsi untuk melihat kondisi paru-paru, jantung, pembuluh darah besar, tulang iga, dan struktur penting lainnya di dalam rongga dada, sehingga sangat membantu dalam menegakkan diagnosis berbagai penyakit pernapasan maupun kardiovaskular (Bontrager & Lampignano, 2017). Agar tujuan diagnostik tercapai, kualitas citra radiografi *thorax* harus benar-benar baik dan informatif.

Perkembangan teknologi komputer telah mendorong penggunaan simulasi digital dalam bidang radiologi, salah satu perangkat lunak simulasi radiografi dalam simulasi pencitraan radiografi adalah *aRTist* (*Analytical Radiographic Testing Inspection Simulation Tools*). Dengan *aRTist*, peneliti bisa membuat model *phantom thorax* secara virtual dan mensimulasikan citra sinar-X sesuai parameter eksposi yang diinginkan (Zanetti et al., 2020). Keunggulan utama *aRTist* adalah mempercepat proses eksperimen, menghemat biaya riset, dan mempermudah analisis pengaruh perubahan tegangan tabung dan arus tabung terhadap kualitas gambar (Suliyanto et al., 2021).

Penelitian ini menggunakan metode *Computed Radiography* (CR) sebagai model sistem pencitraan. CR merupakan salah satu teknik radiografi digital yang cukup luas digunakan di berbagai fasilitas layanan kesehatan di Indonesia. Sistem ini menggunakan pelat penyimpan gambar dan pembacaan digital, serta memungkinkan penyesuaian kontras dan analisis kualitas citra secara kuantitatif. Simulasi CR dengan *aRTist* dipilih untuk mengkaji pengaruh variasi parameter eksposi terhadap kualitas citra radiografi *thorax*.

Hingga saat ini, penelitian di Indonesia yang memanfaatkan *aRTist* untuk mensimulasikan citra CR *thorax* dan mengevaluasi faktor eksposi secara spesifik masih sangat terbatas. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan dan peluang untuk melakukan penelitian mendalam, sekaligus memperkuat kualitas pelayanan radiologi di Indonesia. Oleh sebab itu, penelitian ini sangat penting untuk dilaksanakan agar diketahui sejauh mana *aRTist* mampu mensimulasikan citra CR *thorax* secara realistis dan sesuai kondisi klinis. Fokus utama penelitian ini adalah mengevaluasi secara kuantitatif pengaruh variasi tegangan tabung (kV) dan arus-waktu (mAs) terhadap kualitas citra hasil simulasi CR *thorax*.

Pelaksanaan simulasi pada penelitian ini menggunakan objek tiruan atau *phantom*. *Phantom* dalam radiografi merupakan salah satu upaya penting untuk memastikan kualitas dan keamanan pencitraan. *Phantom* adalah benda tiruan yang menyerupai karakteristik jaringan tubuh manusia, sehingga dapat digunakan untuk mensimulasikan prosedur penyinaran tanpa melibatkan pasien. Penggunaan *phantom thorax*, berbagai variasi tegangan tabung dan arus tabung bisa diuji berulang kali tanpa melibatkan pasien secara langsung (Bushberg et al., 2012). Selain lebih aman, penggunaan *phantom* juga memudahkan eksperimen hingga ditemukan pengaturan faktor eksposi terbaik untuk kebutuhan klinis (Mahmoudi et al., 2019).

Penilaian kualitas citra hasil simulasi *aRTist* akan dievaluasi menggunakan parameter *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) yang umum digunakan dalam penilaian citra radiografi (Mason et al., 2021). Dengan pendekatan ini, diharapkan diperoleh data untuk menentukan parameter faktor eksposi yang optimal sehingga kualitas citra CR *thorax* meningkat sekaligus memastikan paparan radiasi terhadap pasien tetap rendah sesuai prinsip keselamatan radiasi (IAEA, 2006).

Kualitas citra radiografi sangat dipengaruhi oleh parameter eksposi, terutama tegangan tabung (kV) dan arus-waktu (mAs), yang berdampak pada kontras, ketajaman, dan tingkat noise (Seeram, 2019). Jika faktor eksposi terlalu rendah, gambar akan tampak kabur dan banyak noise, sehingga detail anatomis sulit diidentifikasi. Sebaliknya, jika faktor eksposi

terlalu tinggi, gambar menjadi terlalu gelap dan paparan radiasi kepada pasien meningkat. Oleh sebab itu, pengaturan faktor eksposi harus dioptimalkan agar citra tetap bagus dan paparan radiasi pasien tetap seminimal mungkin sesuai dengan prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) (IAEA, 2006).

Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan, baik dari sisi akademis maupun praktis. Selain memperkaya kajian literatur dalam bidang radiologi dan fisika medis, hasilnya berpotensi menjadi pedoman teknis bagi tenaga radiografer dan fisikawan medis dalam menentukan parameter eksposi optimal. Lebih jauh lagi, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan acuan yang valid dalam upaya peningkatan mutu pelayanan radiologi, khususnya di lingkungan rumah sakit militer. Dengan pendekatan simulasi yang aman, efisien, dan berbasis bukti, penelitian ini turut mendorong pengembangan standar baru dalam penerapan teknologi digital guna mendukung pelayanan kesehatan yang unggul, profesional, dan berorientasi pada keselamatan pasien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan yaitu :

- a. Bagaimana pengaruh tegangan tabung (kV) terhadap kualitas citra (SNR dan CNR) pada pemodelan *phantom thorax* program simulasi *aRTist*?
- b. Bagaimana pengaruh arus waktu (mAs) terhadap kualitas citra (SNR dan CNR) pada pemodelan *phantom thorax* program *aRTist*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan diatas, maka

tujuan dalam penelitian ini antara lain yaitu :

- a. Mengetahui pengaruh tegangan tabung (kV) terhadap kualitas citra pada pemodelan radiografi *phantom thorax* program simulasi *aRTist*.
- b. Mengetahui pengaruh arus waktu (mAs) terhadap kualitas citra pada pemodelan radiografi *phantom thorax* program simulasi *aRTist*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini berkontribusi dalam memperkaya ilmu pengetahuan di bidang fisika medis dan radiologi diagnostik, khususnya mengenai pemodelan *phantom thorax* dan analisis parameter eksposi menggunakan simulasi komputer. Selain itu, hasilnya diharapkan dapat menjadi acuan dan dasar pengembangan lebih lanjut dalam riset-riset radiografi berbasis simulasi, sekaligus memperkuat konsep optimasi kualitas citra dan keselamatan radiasi sesuai prinsip ALARA.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pedoman konkret untuk menentukan parameter eksposi radiografi *thorax* yang optimal di lingkungan pelayanan kesehatan, khususnya di Rumah Sakit Militer. Dengan memanfaatkan program *aRTist*, fasilitas radiologi dapat melakukan pengujian dan simulasi secara aman dan efisien tanpa melibatkan pasien, sehingga kualitas gambar meningkat dan paparan radiasi pasien tetap rendah.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan program simulasi *aRTist* dengan memodelkan *Computed Radiography* (CR) terhadap *Phantom thorax* lelaki dewasa berumur kurang lebih 30 tahun dengan ukuran Asia

umum. Dilakukan 5 (lima) kali ekspos pada *phantom thorax* dengan variasi faktor eksposi yaitu tegangan tabung (kV) dan arus waktu (mAs) sebesar 55 kV / 10 mAs , 65 kV / 8 mAs, 75 kV / 4 mAs, 85 kV / 2 mAs dan 95 kV / 1 mAs. Dengan penilaian meliputi penilaian *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) pada citra yang dihasilkan dari simulasi pada program *aRTist*. Penelitian ini tidak mengukur dosis radiasi yang diterima,

