

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencitraan diagnostik merupakan proses penting dalam dunia medis yang bertujuan untuk memperoleh informasi tentang anatomi dan fisiologi pasien. Salah satu modalitas utama dalam radiologi diagnostik adalah pesawat sinar-X, yang terdiri dari generator tegangan tinggi, panel kendali, tabung sinar-X, kolimator, dan peralatan pendukung lainnya. Pada radiografi konvensional, sistem pencitraan bekerja dengan menembakkan berkas sinar-X ke suatu objek, dimana sebagian sinar akan diserap oleh jaringan dan sebagian lainnya melewati objek untuk membentuk bayangan pada *intensifying screen* sebelum akhirnya terekam pada film *rontgen* (Caroll, 2018).

Proses pencitraan pada radiografi konvensional dimulai dengan mencetak film radiografi secara manual di kamar gelap melalui proses kimia. Film tersebut diproses menggunakan dua cairan utama: *developer* (pengembang) untuk menampilkan gambar laten pada film, dan *fixer* (penetap) untuk mempertahankan gambar dengan menghilangkan sisa bahan yang tidak terpapar cahaya. Metode ini cenderung memberikan dosis radiasi yang tinggi, akurasi rendah, sering memerlukan pengulangan pengambilan gambar, dan sulit untuk dimodifikasi penyinaran (Jennifer dkk., 2020).

Seiring perkembangan teknologi, sistem radiografi mengalami peralihan dari metode konvensional ke *Computed Radiography* (CR) dan *Digital Radiography* (DR). *Digital Radiography* mampu menghasilkan citra dengan lebih cepat, memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi, dan berpotensi mengurangi dosis radiasi pada pasien. Penerapan *Digital Radiography* memerlukan penggantian mesin radiografi konvensional secara keseluruhan, sehingga memerlukan investasi yang besar. Sebagai alternatif, CR dapat menjadi solusi karena masih dapat digunakan dengan peralatan radiografi konvensional sehingga lebih efisien dalam biaya dan transisi teknologi. Pada CR, sistem pembaca film diganti dengan pembaca digital, memungkinkan pemanfaatan mesin radiografi konvensional tetap digunakan. Metode ini menggunakan *photostimulable phosphor* (PSP) untuk

menangkap sinyal setelah sinar-X menembus objek, lalu mengonversinya menjadi citra digital. Proses ini memungkinkan pengolahan citra yang lebih mudah dan efisien, dengan penyesuaian ukuran, kontras, dan kepadatan gambar sebelum dicetak sebagai radiografi (Irsal, 2021).

Salah satu keunggulan utama *Computed Radiography* adalah kemampuannya untuk menurunkan dosis radiasi yang diterima pasien, sesuai dengan prinsip (*As Low As Reasonably Achievable* (ALARA)) (Wulandari, 2023). Kualitas citra radiografi sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk densitas, kontras, ketajaman, dan distorsi. Oleh karena itu, optimalisasi prosedur pencitraan sangat diperlukan untuk menghasilkan citra diagnostik yang berkualitas tinggi (Kjelle dan Chilanga, 2022). Salah satu faktor utama yang mempengaruhi kualitas citra adalah radiasi hambur dan pengaturan faktor eksposi, yang dapat menurunkan ketajaman gambar.

Pada sistem radiografi modern, *Automatic Exposure Control* (AEC) telah diterapkan untuk mengoptimalkan faktor eksposi secara otomatis, AEC bekerja dengan menyesuaikan durasi paparan sinar-X guna memastikan bahwa citra yang dihasilkan memiliki densitas dan kontras yang optimal, sekaligus meminimalkan dosis radiasi yang diterima pasien (Papp, 2011). AEC juga berperan dalam mengontrol parameter tegangan tabung (kV), arus tabung (mA), waktu penyinaran (s), dan *Focus Film Distance* (FFD), yang secara langsung menentukan kualitas dan kuantitas sinar-X yang dihasilkan (Rasad, 2005).

Penelitian mengenai AEC telah menunjukkan berbagai manfaat dalam optimasi pencitraan radiografi. Moore dkk., (2016) menggunakan SNR, CNR, dan *effective Noise Equivalent Quanta* (eNEQ) untuk mengkalibrasi AEC pada sistem CR Agfa, ditemukan bahwa menggunakan kalibrasi berbasis SNR/eNEQ kualitas diagnostik yang didapatkan lebih baik pada pemeriksaan abdomen dan dosis radiasi yang minimal. Mazzocchi dkk., (2019) meneliti pengaruh pengaturan AEC terhadap kualitas citra dan menemukan bahwa pengaturan AEC meningkatkan kualitas citra sekaligus mengontrol dosis radiasi. Fitriana, dkk., (2021) Menunjukkan bahwa penggunaan AEC secara signifikan menurunkan dosis radiasi dibandingkan dengan metode tanpa AEC, namun disertai peningkatan noise citra.

Penelitian Kawashima dkk., (2019) mempelajari dampak AEC pada radiografi abdomen dengan variasi ketebalan fantom. Hasil menunjukkan bahwa meskipun AEC *default* mampu menghasilkan nilai piksel yang konsisten, kualitas citra masih dipengaruhi oleh ketebalan subjek, sehingga diperlukan penyesuaian dosis berdasarkan ketebalan untuk mempertahankan SNR yang stabil. Sementara itu, Ibad dkk., (2021) meneliti penggunaan AEC pada pemeriksaan thoraks anak-anak dan menemukan bahwa penggunaan AEC mampu mengurangi dosis radiasi hingga 61% tanpa menurunkan kualitas citra medis. Hal ini menjadi penting mengingat bayi, anak-anak dan remaja memiliki resiko lebih tinggi terhadap efek biologis radiasi dibandingkan orang dewasa (Nations dkk., 2022).

Secara keseluruhan, perbedaan utama pada penelitian yang dilakukan dengan penelitian sebelumnya terletak pada fokus, variabel yang dikaji, serta tujuan yang dicapai. Penelitian ini difokuskan pada upaya optimasi AEC dalam sistem CR melalui pengujian variasi ketebalan subek dan penyesuaian sensitivitas AEC. Pendekatan tersebut dikombinasikan dengan analisis kuantitatif terhadap kualitas citra menggunakan parameter SNR, kontras, dan *exposure index*. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat menjadi acuan praktis untuk penerapan prosedur radiografi yang aman, efisien, dan tetap mempertahankan kualitas diagnostik yang optimal.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh variasi ketebalan subjek fantom terhadap kualitas citra radiografi dalam sistem *Computed Radiography* berdasarkan parameter kontras dan *gray level*.
2. Mengevaluasi penyesuaian sensitivitas *Automatic Exposure Control* (AEC) terhadap perubahan ketebalan subjek serta dampaknya terhadap kualitas visual dan diagnostik citra radiografi dalam sistem CR.

Manfaat dari penelitian ini adalah Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data empiris mengenai pengaruh ketebalan subjek fantom terhadap kualitas citra radiografi, yang menjadi referensi bagi teknologi radiologi dalam

memberikan parameter ekposur yang optimal. Kemudian penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi paduan pada penggunaan AEC yang lebih efektif pada *Computed Radiography*, sehingga dapat membantu dalam menyesuaikan dosis radiasi secara optimal sesuai dengan kebutuhan diagnostik.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian yaitu:

1. Penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi RS Universitas Andalas dengan fokus pada analisis kualitas citra radiografi sistem CR.
2. Objek penelitian menggunakan fantom CDR dan PMMA dengan variasi ketebalan 10, 15, 20, dan 25 cm. Pemilihan ketebalan didasarkan pada rentang ketebalan yang umum dijumpai dalam praktik klinis. Fantom CDR untuk menganalisis kontras spesifik, sedangkan PMMA untuk menilai pengaruh ketebalan objek terhadap kualitas citra
3. Tegangan tabung ditetapkan pada 70 kV, sesuai dengan rentang optimal untuk pemeriksaan abdomen dan uji fantom (Bushong, 2013).
4. Jarak FFD diatur 100 cm untuk meminimalkan distorsi.
5. Citra dianalisis menggunakan perangkat lunak *ImageJ* dan uji statistik *one-way ANOVA* digunakan untuk menilai perbedaan signifikan antar variasi ketebalan.
6. Penelitian ini memberikan pemahaman untuk fisikawan medis tentang pengaruh ketebalan subjek terhadap kualitas citra dan penyesuaian sensitivitas AEC untuk meminimalkan dosis radiasi.