

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kanker prostat merupakan jenis kanker yang paling sering didiagnosis di 112 negara dan menjadi penyebab utama kematian akibat kanker di 48 negara, serta menjadi penyebab utama kelima kematian terkait kanker pada pria di seluruh dunia, dengan lebih dari 1,4 juta kasus baru dan 375.304 kematian dilaporkan setiap tahunnya [1]. Berdasarkan data dari *American National Cancer Institute*, usia rata-rata kematian akibat kanker prostat adalah 80 tahun, di mana sekitar 75% kematian terjadi pada individu yang berusia di atas 75 tahun, sementara usia rata-rata saat diagnosis adalah 66 tahun [1]. Di Indonesia sendiri, kanker prostat menempati urutan kelima sebagai kanker paling umum di kalangan pria, dengan jumlah kasus mencapai 13.563 pada tahun 2020, menurut *Global Cancer Statistics* yang dilaporkan oleh *International Agency for Research on Cancer* dari *World Health Organization* [2]. Rata-rata usia dari penderita kanker prostat di Indonesia selama 8 tahun terakhir berada pada rata-rata usia 67,18 tahun [3].

Meskipun kanker prostat adalah penyakit yang paling umum dialami oleh kalangan pria di Indonesia, 70% pria Indonesia yang didiagnosis menderita kanker prostat baru mencari pengobatan medis ketika sudah terlambat, dimana sebagian besar pasien mencari pengobatan ketika kanker sudah mencapai stadium akhir [2]. Maka dari itu, deteksi tingkat penyebaran kanker yang sudah mencapai stadium akhir dengan tepat menjadi proses yang sangat penting untuk menginformasikan strategi pengobatan dan memprediksi hasil akhir pasien, sehingga dapat mengurangi angka kematian akibat kanker prostat.

Saat ini, pendekatan tradisional untuk mendiagnosis kanker prostat masih memiliki sejumlah kelemahan. Salah satu metode tradisional dalam mendiagnosis kanker prostat adalah TRUS (*Transrectal ultrasonography guided biopsy*), namun metode ini memiliki tingkat kesalahan hasil yang tinggi dan prosedur yang

menyakitkan, terutama karena sebagian besar kasus kanker jenis ini ditemukan pada pria berusia lanjut [4]. Oleh karena itu, diperlukan teknik yang lebih aman dan efektif untuk menghasilkan klasifikasi penyebaran kanker prostat yang akurat, guna meningkatkan pengalaman pasien dan meminimalkan risiko yang terkait dengan prosedur diagnosis [4]. Perkembangan teknologi dalam pencitraan medis seperti MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) menjadi alternatif yang baik saat ini dalam mendeteksi kanker prostat, dan menjadi panduan prosedur utama yang dapat dilakukan untuk mendeteksi kanker prostat sebelum diperlukan metode biopsi [5]. Sebagian besar protokol klinis juga menganggap pencitraan MRI sebagai metode utama untuk *staging* dan *restaging* pasien dengan kanker prostat [6]. Pencitraan mpMRI (*multi-parametric Magnetic Resonance Imaging*) juga terbukti dapat meningkatkan sensitivitas dan dapat mengurangi biopsi yang tidak diperlukan, serta menurunkan risiko over-diagnosis dibandingkan dengan metode standar TRUS. Namun, diagnosa kanker prostat menggunakan MRI memerlukan waktu dan pengalaman tinggi, sehingga dapat memperlambat penerapan keputusan berbasis MRI di banyak klinik [7].

Oleh karena itu, diperlukan pengembangan model yang dapat mempercepat pendeteksian, diagnosa kanker prostat dari citra MRI. AI (*Artificial Intelligence*) memiliki potensi besar untuk merevolusi analisis gambar medis dengan mengotomatiskan tugas-tugas manual, meningkatkan kinerja diagnosis, dan mengurangi biaya perawatan kesehatan [8]. Dalam beberapa tahun terakhir, *deep learning* yang merupakan pengembangan AI lebih lanjut, banyak digunakan seiring meningkatnya ketersediaan *dataset* berkualitas tinggi dan algoritma yang lebih efektif. Banyak studi menunjukkan bahwa *deep learning* dapat digunakan untuk secara otomatis mengekstrak informasi diagnostik dari data pencitraan yang sangat kompleks [8].

Beberapa penelitian terdahulu menggunakan CNN (*Convolutional Neural Network*) untuk mendeteksi kanker prostat, dan menghasilkan hasil yang cukup baik. Penelitian [9] menggunakan kerangka kerja berbasis CNN untuk klasifikasi otomatis lesi prostat pada MRI yang dapat membantu diagnosis kanker prostat.

Penelitian [10] menemukan bahwa model CNN dapat mendeteksi kanker prostat yang agresif dan tidak agresif pada MRI, yang mendekati kinerja ahli radiologi. Namun, berdasarkan perkembangan metode *deep learning* saat ini, *transformers* dapat menunjukkan kinerja yang kompetitif dibandingkan dengan jaringan saraf konvolusional (CNN) dalam bidang computer vision [11]. Hal ini dikarenakan *transformer* dapat menangkap ketergantungan jarak jauh dan korelasi spasial, dimana hal ini sering kali menjadi kelemahan bagi metode CNN tradisional [12]. Penelitian ini juga menemukan bahwa model *cross-shaped transformer* dapat mengungguli CNN dalam mendeteksi kanker prostat yang signifikan secara klinis dari MRI bi-parametrik. Penelitian [13] menemukan bahwa *Vision Transformer* dapat digunakan untuk mengklasifikasikan pola kanker prostat pada seluruh gambar dan membantu ahli patologi dalam diagnosis kanker prostat. Berdasarkan penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa *deep learning* baik dengan metode CNN maupun *transformer* telah menunjukkan potensi besar dalam deteksi dan klasifikasi kanker beserta penyebarannya.

Meskipun *deep learning* dengan metode CNN dan *transformer* telah menunjukkan kinerja yang menjanjikan, tantangan utama dalam penerapan model ini adalah bagaimana memastikan bahwa input data, seperti citra MRI, dapat diolah sedemikian rupa agar model mampu menangkap informasi diagnostik secara optimal. Pengolahan citra (*image processing*) menjadi salah satu langkah penting yang dapat mendukung performa model *deep learning*, seperti yang dilakukan oleh penelitian [14] yang menunjukkan bahwa teknik *image processing* bisa meningkatkan kualitas deteksi wajah, terutama dalam mengatasi masalah noise dan pencahayaan yang buruk. Dalam konteks citra medis, penelitian [15] berhasil menunjukkan bahwa teknik *image processing* berupa *Gaussian-blur-based sharpening* dapat membantu meningkatkan kejelasan dan detail dalam gambar MRI otak yang cukup kompleks, sehingga dapat meningkatkan akurasi klasifikasi model *deep learning* dibandingkan model *deep learning* biasa. Penelitian [16] menunjukkan bahwa penggunaan teknik *image processing* berupa *operator Sobel* pada model *deep learning* multi-modal dapat secara signifikan meningkatkan akurasi klasifikasi lesi jinak dan ganas pada citra kanker payudara dibandingkan

model single-modal tanpa *operator Sobel*. Penelitian [17] juga menunjukkan penggunaan teknik *image processing* berupa *Gabor filter* yang diimplementasikan dalam arsitektur CNN dapat meningkatkan akurasi pada klasifikasi tumor otak menggunakan gambar MRI.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penerapan teknik pengolahan citra yang tepat dapat menonjolkan fitur-fitur penting dalam citra, sehingga model dapat lebih efektif dalam mempelajari pola-pola yang ada. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, dilakukan eksplorasi terhadap berbagai metode pengolahan citra, seperti *Gaussian*, *Sobel*, dan *Gabor filtering*, untuk meningkatkan akurasi model *transformer* dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan kanker prostat dari citra MRI. Penelitian ini sendiri diharapkan bisa memberikan solusi dalam pendeteksian pada citra MRI prostat dan dapat mendukung proses diagnosis kanker prostat dengan lebih efektif.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang model deteksi metastasis kanker prostat dengan memanfaatkan pendekatan *transformer* pada citra MRI?
2. Bagaimana pengaruh penerapan teknik pengolahan citra, seperti *Gaussian*, *Sobel*, dan *Gabor filtering*, terhadap akurasi model *transformer* dalam deteksi metastasis kanker prostat?
3. Bagaimana hasil evaluasi performa model *Transformer* yang diterapkan dengan dan tanpa teknik *preprocessing*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan model deteksi metastasis kanker prostat dengan pendekatan *transformer* pada citra MRI
2. Menganalisis pengaruh teknik pengolahan citra (seperti *Gaussian*, *Sobel*, dan *Gabor filtering*) terhadap akurasi model *transformer* dalam deteksi metastasis kanker prostat.

3. Menilai performa model *transformer* dengan dan tanpa penerapan teknik *preprocessing*.

1.4. Urgensi Penelitian

1. Tingginya angka kejadian kanker prostat, terutama pada pria usia lanjut, dengan metastasis menjadi salah satu penyebab utama penurunan kualitas hidup dan peningkatan angka kematian.
2. Metastasis kanker prostat yang sering menyebar ke tulang, kelenjar getah bening, atau organ lainnya menyebabkan komplikasi serius seperti nyeri kronis, fraktur patologis, dan kerusakan organ.
3. Proses deteksi metastasis yang saat ini masih mengandalkan interpretasi manual citra medis seperti MRI atau CT memiliki risiko subjektivitas, keterlambatan diagnosis, dan potensi kesalahan akibat gejala yang tidak spesifik.
4. Kebutuhan akan pengembangan model berbasis kecerdasan buatan, khususnya dengan pendekatan *transformer*, untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan metastasis kanker prostat secara akurat dan efisien dari citra MRI.

1.5. Luaran Penelitian

Luaran dari penelitian ini berupa sebuah karya tulis yang akan di-submit pada jurnal IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology dan juga draft HKI.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis. Manfaat penelitian ini akan dijabarkan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode deep learning dengan menggunakan teknik *image processing* dan algoritma *transformer* dalam bidang analisis citra medis, khususnya untuk mendeteksi metastasis kanker prostat.

- b. Memperluas kajian ilmiah tentang penerapan transformer dalam klasifikasi multi-kelas untuk citra medis, dengan fokus pada kanker prostat.

2. Manfaat Praktis

- a. Merancang model deep learning untuk mendeteksi metastasis kanker prostat berdasarkan analisis citra MRI.
- b. Membantu tenaga medis dalam mempercepat proses klasifikasi metastasis kanker prostat, sehingga pasien dapat menerima diagnosis yang lebih cepat dan pengobatan yang sesuai dengan tingkat penyebaran penyakit mereka.