

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi di bidang kesehatan telah mengalami kemajuan yang sangat pesat dalam beberapa dekade terakhir. Salah satu inovasi terbesar adalah penerapan teknologi pencitraan medis (*medical imaging*) yang memungkinkan para profesional kesehatan untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang kondisi organ-organ dalam tubuh manusia. Teknologi citra medis seperti Computed Tomography (CT) scan, Magnetic Resonance Imaging (MRI), dan Ultrasound telah menjadi alat yang sangat penting dalam membantu diagnosis berbagai penyakit. CT scan yang memiliki kemampuan untuk menyediakan lebih banyak informasi, dan mengidentifikasi spesifik klinis [1], MRI yang memiliki resolusi kontras yang superior [2], dan ultrasound yang memiliki pemindaian menggunakan gelombang suara untuk menghasilkan gambar di dalam tubuh [3]. Seiring meningkatnya kebutuhan akan diagnosis yang cepat dan akurat, muncul kebutuhan untuk mengintegrasikan teknologi kecerdasan buatan, khususnya deep learning, dalam analisis citra medis yang berguna untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam mendeteksi penyakit.

Salah satu penyakit kronis yang memerlukan diagnosis dini dan akurat adalah Penyakit Ginjal Kronis (*ChronicKidneyDisease/CKD*). Penyakit ginjal kronis adalah salah satu penyakit yang mengkhawatirkan yang dihadapi banyak orang di seluruh dunia [4]. Penyakit ginjal kronis tersebar luas yang berdampak pada lebih dari 10% populasi global dan secara langsung mempengaruhi 800 juta orang. Prevalensi CKD secara khusus lebih tinggi pada orang tua, wanita, ras minoritas, dan mereka yang memiliki kondisi kronis seperti diabetes mellitus dan hipertensi [5]. Deteksi dini CKD sangat penting untuk mencegah progresivitas penyakit serta menurunkan angka morbiditas dan mortalitas.

Pencitraan medis, seperti CT scan, memiliki peranan penting dalam mendeteksi, mengevaluasi, dan memantau perkembangan CKD. Melalui CT scan, dapat diperoleh informasi anatomi ginjal secara detail yang memungkinkan deteksi perubahan struktural seperti penyusutan ginjal, kista, batu atau adanya jaringan abnormal. CT scan dalam pemeriksaan ginjal sangat ideal untuk dipelajari karena memberikan informasi tiga dimensi dan gambar irisan demi irisan. Jika kelainan ginjal seperti kista, batu, dan tumor tidak terdeteksi dan diobati secara dini, maka dapat menyebabkan gagal ginjal [6]. Namun, analisis manual dari gambar CT oleh ahli radiologi sering kali membutuhkan waktu lama dan berpotensi menghasilkan ketidakakuratan akibat kelelahan manusia (*human fatigue*). Oleh karena itu, pengembangan sistem berbasis deep learning untuk deteksi otomatis CKD dari citra medis menjadi solusi potensial untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi diagnosis.

*Deep learning* telah menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam berbagai aplikasi pengenalan citra, termasuk di bidang medis. Sebagai alternatif yang lebih canggih, model *transformer* yang semakin populer mulai digunakan dalam pemrosesan bahasa alami dan sedang diperkenalkan dalam tugas-tugas visi komputer, yang menunjukkan supremasi dan hasil yang baik dibandingkan model lain saat melakukan tugas klasifikasi [6]. Model-model berbasis Transformer semakin banyak digunakan untuk tugas klasifikasi, deteksi, segmentasi, dan lokalisasi penyakit dari gambar medis. Transformer memiliki berbagai keefektifannya di berbagai domain seperti bahasa, penglihatan, dan pembelajaran penguatan. Di bidang pemrosesan bahasa alami misalnya, Transformers telah menjadi bahan pokok yang sangat diperlukan dalam tumpukan pembelajaran mendalam modern [7]. *Transformer* mampu menyesuaikan fokus perhatian pada area-area penting di dalam citra tanpa memerlukan perancangan fitur manual (*hand-crafted features*), sehingga meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam diagnosis berbasis citra medis.

Dalam konteks CKD, penggunaan model deep learning berbasis transformer diharapkan dapat memberikan peningkatan performa dalam mendeteksi, melokalisasi, dan melakukan segmentasi terhadap struktur ginjal yang mengalami perubahan abnormal. Deteksi mengacu pada kemampuan model untuk mengidentifikasi apakah sebuah gambar mengandung indikasi CKD atau tidak. Lokalisasi bertujuan untuk menentukan letak area yang terdampak dalam gambar CT scan, sedangkan segmentasi melibatkan pemisahan area ginjal dan jaringan abnormal dari jaringan sehat secara pixel-level. Dengan akurasi deteksi dan segmentasi yang lebih tinggi, sistem berbasis deep learning ini dapat membantu dokter dalam membuat keputusan klinis yang lebih cepat dan tepat.

Selain itu, penerapan metode deep learning juga memiliki potensi untuk mengurangi ketergantungan pada keahlian manusia yang terbatas jumlahnya. Di banyak daerah, terutama di negara berkembang, kekurangan ahli radiologi menjadi hambatan besar dalam pelayanan kesehatan. Sistem berbantuan komputer (Computer-Aided Diagnosis/CAD) berbasis deep learning dapat berfungsi sebagai second opinion yang meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan secara keseluruhan. Dengan model yang dilatih pada dataset CT scan yang besar dan beragam, sistem ini dapat memberikan diagnosis yang konsisten, mengurangi variabilitas antar pemeriksa, serta mempercepat proses evaluasi pasien.

Namun, pengembangan model deep learning untuk deteksi CKD berbasis pencitraan medis juga memiliki tantangan tersendiri. Tantangan tersebut meliputi keterbatasan data anotasi medis berkualitas tinggi, kebutuhan komputasi yang besar, serta risiko overfitting pada dataset yang kecil. Oleh karena itu, pemilihan arsitektur yang tepat, seperti penggunaan transformer yang dapat memanfaatkan representasi global gambar, diiringi dengan teknik augmentasi data, regularisasi, dan transfer learning, menjadi kunci untuk mengatasi tantangan ini.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berguna untuk mengembangkan dan mengevaluasi model deep learning berbasis arsitektur transformer untuk deteksi, lokalisasi, dan segmentasi penyakit ginjal kronis pada citra CT scan. Model yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan akurasi diagnosis, mempercepat waktu analisis, serta memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan teknologi deteksi otomatis penyakit ginjal kronis di bidang kesehatan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana kinerja model Transformer (DeiT, ViT, dan Swin) dalam mendeteksi penyakit ginjal berdasarkan citra medis CT scan?
2. Model Transformer mana yang paling optimal dalam akurasi untuk klasifikasi penyakit ginjal?
3. Apa kelebihan dan kekurangan masing-masing model (DeiT, ViT, dan Swin Transformer) dalam deteksi penyakit ginjal berdasarkan karakteristik data CT Scan yang digunakan?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

- 1 Mengevaluasi kinerja dan akurasi masing-masing model Transformer dalam klasifikasi penyakit ginjal.
- 2 Mengidentifikasi model yang paling efektif dan akurat untuk kumpulan gambar CT scan.
- 3 Mengevaluasi kelebihan dan kekurangan arsitektur transformer (DeiT, ViT, dan Swin) berdasarkan karakteristik data citra medis yang digunakan, seperti ukuran resolusi, suara, dan kompleksitas fitur.

#### 1.4. Urgensi Penelitian

Penyakit Ginjal Kronis (CKD) merupakan salah satu masalah kesehatan global yang serius, dengan lebih dari 10% populasi dunia terdampak dan risiko komplikasi yang tinggi jika tidak terdeteksi sejak dini. Diagnosis dini CKD sangat penting untuk mencegah kerusakan ginjal lebih lanjut, menghindari perawatan invasif seperti cuci darah atau transplantasi. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi berbasis teknologi untuk mendukung proses deteksi penyakit ini secara lebih cepat, akurat, dan efisien. Dengan memanfaatkan model deep learning berbasis transformer, penelitian ini berguna untuk menghadirkan solusi deteksi otomatis CKD yang dapat bekerja sebagai sistem pendukung keputusan bagi dokter, terutama dalam menganalisis citra CT scan ginjal. Teknologi ini diharapkan mampu mengurangi ketergantungan pada analisis manual yang memakan waktu lama dan rawan kesalahan akibat kelelahan manusia.

Urgensi penelitian terletak pada kontribusi akademis dalam memperluas penerapan teknologi kecerdasan buatan di bidang kesehatan. penelitian terkait deteksi CKD berbasis deep learning. Pengembangan sistem ini tidak hanya penting untuk meningkatkan kualitas layanan kesehatan, tetapi juga dapat menjadi langkah strategis dalam mendorong teknologi medis. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat signifikan bagi citra medis, akademisi, dalam upaya meningkatkan pelayanan kesehatan berbasis inovasi digital.

## **1.5. Luaran Penelitian**

1. HKI Program Komputer dan hasil karya tulis yang di terbitka
2. Perbandingan kinerja model DeiT, ViT, dan Swin Transformer dalam mendeteksi penyakit ginjal
3. Identifikasi model transformer terbaik untuk kategori penyakit ginjal berdasarkan karakteristik citra medis medis yang digunakan.

## **1.6 Manfaat Penelitian**

### **1.6.1 Manfaat Akademik**

1. memberikan kontribusi ilmiah dalam proses pengembangan teknik pembelajaran mendalam berbasis transformer untuk aplikasi medis, terutama untuk pasien yang menderita penyakit ginjal kronis (CKD).
2. menjadi sumber referensi untuk penelitian lanjutan dalam bidang visi komputer medis dan computer-aided diagnosis (CAD), terutama dalam penggunaan model transformer pada gambar citra tomografi computed tomography (CT)

### **1.6.2 Manfaat Klinis**

1. membantu tenaga medis, khususnya ahli radiologi dalam mendeteksi struktur ginjal yang mengalami abnormalitas dengan lebih cepat dan akurat.
2. mempermudah dokter untuk menganalisis gambar CT scan dengan lebih cepat, akurat, dan efisien, sehingga bisa membuat keputusan medis dengan tepat

### **1.6.3 Manfaat Sosial**

1. berkontribusi dalam upaya mengurangi angka morbiditas dan mortalitas akibat (CKD) melalui deteksi dini yang lebih akurat dan efektif.
2. meningkatkan akses ke layanan kesehatan berbasis teknologi, terutama di daerah dengan fasilitas medis dan tenaga ahli radiologi yang terbatas