

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit katarak adalah kondisi medis berupa kekeruhan pada lensa mata yang menghalangi cahaya masuk ke retina, menyebabkan penurunan ketajaman penglihatan, dan merupakan salah satu penyebab utama kebutaan di seluruh dunia [1]. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) melaporkan bahwa sebagian besar kasus kebutaan global disebabkan oleh katarak yang tidak ditangani tepat waktu. Meskipun dapat diobati melalui pembedahan, diagnosis dini sangat penting untuk mencegah komplikasi yang lebih serius. Proses skrining manual oleh dokter spesialis mata memerlukan waktu, biaya, serta fasilitas yang belum tentu tersedia di daerah terpencil. Oleh karena itu, diperlukan sistem bantu berbasis kecerdasan buatan untuk mendeteksi katarak dari citra mata secara otomatis dan cepat.

Arsitektur Vision Transformer (ViT) yang mengadaptasi mekanisme *self-attention* dari model pemrosesan bahasa alami ke domain visi komputer telah menunjukkan performa yang sangat kompetitif. ViT membagi citra menjadi *patch-patch* kecil dan menganalisis hubungan antar-*patch* secara global, sehingga mampu memahami konteks citra secara lebih menyeluruh [3]. Meskipun demikian, ViT sering kali memerlukan jumlah data yang besar untuk dilatih dari awal agar tidak mudah mengalami *overfitting*.

Untuk mengatasi keterbatasan data latih medis yang umumnya terbatas, metode transfer learning melalui *fine-tuning* pada model *pre-trained* sering digunakan karena dapat mempercepat konvergensi dan meningkatkan performa pada dataset target yang lebih kecil [4]. Selain itu, penggantian lapisan *classifier head* bawaan ViT dengan algoritma *machine learning* berbasis *ensemble trees* yang tangguh seperti *eXtreme Gradient Boosting* (XGBoost) mulai diusulkan dalam beberapa literatur. XGBoost dikenal efisien dan kuat dalam menangani data terstruktur maupun fitur hasil ekstraksi model *deep learning* karena memiliki mekanisme regularisasi yang baik untuk membantu menekan *overfitting* [5].

Berdasarkan paparan di atas, peneliti mengusulkan sebuah pendekatan komparatif untuk mengevaluasi kinerja arsitektur ViT murni dengan fine-tuning dan ViT yang diintegrasikan dengan XGBoost (*Hybrid ViT-XGBoost*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana model hibrida tersebut dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam mengklasifikasikan citra mata normal dan citra mata yang terindikasi penyakit katarak, sejalan dengan temuan-temuan sebelumnya mengenai potensi ViT, transfer learning, dan model hibrida pada klasifikasi citra medis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan model klasifikasi citra penyakit katarak menggunakan Vision Transformer (ViT) dengan pendekatan hybrid fine-tuning dan XGBoost?
2. Bagaimana perbandingan kinerja antara model baseline Vision Transformer (ViT) dengan model Hybrid ViT-XGBoost dalam hal akurasi, presisi, recall, F1-score, dan ROC-AUC?
3. Sejauh mana pendekatan hybrid mampu mengatasi potensi masalah overfitting pada dataset citra medis yang terbatas?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dataset yang diteliti terbatas pada karakteristik data sekunder citra fundus mata kategori biner (Katarak vs Normal)
2. Arsitektur ViT yang digunakan sebagai base model adalah varian ViT-B/16 yang telah di-pre-train pada ImageNet.
3. Pra-pemrosesan citra digital dibatasi pada standardisasi spasial berupa perubahan ukuran citra (resizing) dan standardisasi statistik nilai piksel
4. Evaluasi performa model dilakukan dengan menggunakan metrik performa

klasifikasi (akurasi, presisi, recall, dan F1-score, ROC-AUC) tanpa menilai aspek waktu komputasi secara mendalam.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun pipeline sistem klasifikasi citra mata untuk deteksi katarak menggunakan model dasar Vision Transformer (ViT) dan algoritma XGBoost.. Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis tingkat akurasi, presisi, recall, dan F1-score dari kedua model guna mengetahui efektivitas metode dalam mengenali pola citra mata. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem klasifikasi berbasis deep learning yang mampu membantu tenaga medis dalam mendeteksi penyakit mata secara cepat, akurat, dan efisien.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis
 - a. Memberikan wawasan baru mengenai implementasi dan efektivitas arsitektur ViT dalam pemrosesan data citra yang kompleks.
 - b. Menjadi sumber referensi bagi peneliti selanjutnya yang berfokus pada pengembangan teknologi serupa untuk analisis citra medis.
 - c. Memberikan data empiris mengenai performa model hybrid atau perbandingan arsitektur dalam mendeteksi objek medis secara akurat.
2. Manfaat Praktis
 - a. Menjadi basis pengembangan Decision Support System (DSS) yang membantu dokter di fasilitas kesehatan tingkat pertama.
 - b. Meningkatkan efisiensi proses skrining katarak agar lebih cepat dan akurat.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN, berisi Latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat, serta sistematika penulisan yang menjelaskan arah dari keseluruhan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi tinjauan pustaka, dasar-dasar teori yang

digunakan sebagai landasan dalam penyusunan analisis komparatif model Vision Transformer (ViT) dengan model Hibrida .

BAB III METODE PENELITIAN, di dalamnya terdapat penjelasan mengenai objek penelitian, alur penelitian, analisis masalah, solusi yang ditawarkan, serta rancangan sistem dan metode yang digunakan dalam proses klasifikasi citra retina.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, bab ini menjelaskan tahapan pelaksanaan penelitian yang meliputi pengujian model, analisis hasil, dan pembahasan performa sistem yang dikembangkan hingga penerapan aplikasi pada objek penelitian.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya agar sistem klasifikasi dapat memberikan hasil yang lebih optimal.

