

ABSTRAK

Di era digital, penggunaan citra fundus untuk diagnosis penyakit mata menjadi semakin penting mengingat meningkatnya kasus gangguan penglihatan secara global, dengan proyeksi mencapai 1,76 miliar orang pada tahun 2050. Meski demikian, diagnosis yang akurat masih menjadi tantangan, terutama dalam mendeteksi berbagai kondisi seperti katarak, glaukoma, dan *diabetic retinopathy*. Penelitian sebelumnya menggunakan pendekatan *machine learning* tradisional seperti *Random Forest* hanya mencapai akurasi 80%, sementara implementasi *transfer learning* dengan *fine-tuning* yang tidak optimal menghasilkan akurasi terbatas sebesar 72%.

Penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi penyakit mata menggunakan *transfer learning* dengan *fine-tuning* pada arsitektur MobileNetV2. *Dataset* yang digunakan terdiri dari 4217 citra fundus yang didapat dari *website kaggle* mencakup empat kelas: normal, *diabetic retinopathy*, *glaucoma*, dan *cataract*. Pendekatan metodologis meliputi *preprocessing* data melalui *resizing* dan normalisasi, implementasi *grid search* untuk optimasi *hyperparameter*, serta pengembangan sistem berbasis *web* menggunakan *framework Streamlit*. Proses *fine-tuning* dilakukan dengan pendekatan dua fase, dimulai dengan *fase warmup* yang membekukan seluruh *layer pre-trained*, dilanjutkan dengan *fase fine-tuning* yang membuka layer terakhir untuk penyesuaian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi *hyperparameter* optimal (*learning rate* 0,00015, *dropout rate* 0,1, *batch size* 32, *L2 rate* 0,01) menghasilkan performa klasifikasi yang signifikan dengan akurasi global 93%. Model mencapai rata-rata *precision* 93%, *recall* 93%, dan *F1-score* 93%, dengan performa terbaik pada kelas *diabetic retinopathy* (*precision* 98%, *recall* 99%). Implementasi dalam sistem berbasis web memungkinkan klasifikasi *real-time* dengan visualisasi hasil yang informatif. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan akurasi diagnosis penyakit mata menggunakan citra fundus, melampaui performa penelitian sebelumnya dan menawarkan solusi praktis untuk implementasi klinis.

Kata kunci : *Transfer Learning*, *Fine-tuning*, *MobileNetV2*, Klasifikasi Penyakit Mata, Citra Fundus

ABSTRACT

In the digital era, the use of fundus images for eye disease diagnosis has become increasingly important given the rising cases of visual impairment globally, with projections reaching 1.76 billion people by 2050. However, accurate diagnosis remains a challenge, especially in detecting various conditions such as cataracts, glaucoma, and diabetic retinopathy. Previous research using traditional machine learning approaches like Random Forest only achieved 80% accuracy, while implementation of transfer learning with non-optimal fine-tuning yielded limited accuracy of 72%.

This research develops an eye disease classification system using transfer learning with fine-tuning on the MobileNetV2 architecture. The dataset consists of 4217 fundus images obtained from the Kaggle website covering four classes: normal, diabetic retinopathy, glaucoma, and cataract. The methodological approach includes data preprocessing through resizing and normalization, implementation of grid search for hyperparameter optimization, and development of a web-based system using the Streamlit framework. The fine-tuning process was conducted in two phases, starting with a warmup phase that freezes all pre-trained layers, followed by a fine-tuning phase that unfreezes the last layers for adjustment.

The research results show that the optimal hyperparameter combination (learning rate 0.00015, dropout rate 0.1, batch size 32, L2 rate 0.01) produced significant classification performance with a global accuracy of 93%. The model achieved average precision of 93%, recall of 93%, and F1-score of 93%, with best performance in the diabetic retinopathy class (precision 98%, recall 99%). Implementation in a web-based system enables real-time classification with informative result visualization. This research makes a significant contribution in improving the accuracy of eye disease diagnosis using fundus images, surpassing previous research performance and offering practical solutions for clinical implementation.

Keywords: Transfer Learning, Fine-tuning, MobileNetV2, Eye Disease Classification, Fundus Image