# **BAB V PENUTUP**

## Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian proses pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari ketiga model yang diuji, yaitu VGG16, Inception V3, dan Xception, model Inception V3 menunjukkan performa terbaik secara keseluruhan ditinjau dari sisi akurasi, waktu komputasi, dan kestabilan hasil.
2. Nilai parameter *freeze* yang paling cocok untuk kasus ini adalah “None” yaitu melatih kembali keseluruhan arsitektur model di bagian *feature extractor*. Hal ini bisa terjadi dikarenakan fitur yang didapat pada *pre-trained* *model* kurang sesuai.
3. Parameter augmentasi data, pembekuan lapisan model (*freeze layer*), dan *optimizer* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap performa model. Pemilihan nilai parameter yang tepat dapat meningkatkan akurasi hingga 5-10%.
4. Dalam tahap pelatihan model, parameter yang berdampak signifikan terhadap waktu penyelesaian pelatihan adalah augmentasi, pembekuan lapisan model (*freeze layer*), *optimizer*, dan *learning rate*.
5. Nilai akurasi tertinggi yang dicapai mencapai 100% pada data testing. Namun, ketika diuji dengan data baru di luar data latih, akurasi turun hingga sekitar 90%. Hal ini tidak buruk, mengingat pelatihan model dilakukan dengan data citra huruf tulis tangan aksara Jawa digital, sedangkan untuk pengujian model dengan data baru, berasal dari data citra tulis tangan aksara Jawa non-digital.
6. Masih terdapat peluang untuk meningkatkan performa model dengan memperbaiki *preprocessing* *pipeline*, memperbanyak variasi data latih, dan melakukan *hyperparameter tuning* yang lebih luas.

## Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut, yaitu:

1. Memperbanyak variasi data latih dengan menggunakan lebih banyak sumber tulisan tangan dari penulis yang berbeda. Data latih sebaiknya mencakup berbagai gaya tulisan dan kondisi pencahayaan.
2. Melakukan augmentasi data secara lebih luas, seperti *shear* dan *translation* untuk merepresentasikan data dunia nyata.
3. Mengeksplorasi *state of the art* (SOTA) *image classification* model yang lebih mutakhir sepertiVision Transformer dan BASIC-L.
4. Melakukan *hyperparameter tuning optimization* dengan *grid search*, *random search*, *bayesian search,* atau lainnya untuk menemukan konfigurasi parameter yang optimal.
5. Mengembangkan model deteksi untuk mendeteksi lokasi huruf sebelum klasifikasi agar dapat menangani input gambar yang lebih kompleks.
6. Mengimplementasikan model pada platform mobile atau web agar dapat dimanfaatkan pengguna secara luas.