

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai analisis performa model *MobileNetV2* dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan tingkat kerusakan jalan menggunakan dataset *Road Damage Classification and Assessment*, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat performa model *MobileNetV2* dalam klasifikasi kerusakan jalan tergolong sangat baik. Model mampu mengklasifikasikan tingkat kerusakan jalan ke dalam empat kelas, yaitu *Good*, *Satisfactory*, *Poor*, dan *Very Poor* dengan akurasi sebesar 97% pada data uji. Selain itu, nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score* pada masing-masing kelas juga menunjukkan hasil yang tinggi dan konsisten, sehingga model dinilai efektif dan andal dalam melakukan deteksi serta klasifikasi kerusakan jalan.
2. Jenis kerusakan jalan yang paling sulit dikenali oleh model adalah kelas *Satisfactory* dan *Poor*. Berdasarkan analisis *confusion matrix* dan *classification report*, kesalahan klasifikasi paling banyak terjadi pada kedua kelas tersebut. Hal ini disebabkan oleh kemiripan karakteristik visual dan perbedaan tingkat kerusakan yang bersifat gradual, sehingga batas antar kelas menjadi kurang tegas. Sebaliknya, kelas *Good* dan *Very Poor* memiliki ciri visual yang lebih kontras sehingga lebih mudah dibedakan dan dikenali oleh model.
3. Penerapan teknik pra-pemrosesan, pembagian data, augmentasi, dan *class weight* berpengaruh terhadap performa model, dengan kombinasi terbaik diperoleh pada normalisasi tanpa augmentasi dan tanpa *class weight*. Skema pembagian dataset 80–10–10 menghasilkan evaluasi yang lebih stabil dan representatif dibandingkan 90–5–5. Normalisasi nilai piksel ke rentang 0–1 memberikan kontribusi peningkatan performa paling signifikan. Augmentasi data membantu menjaga stabilitas model jika dilakukan secara moderat, namun augmentasi yang terlalu agresif justru menurunkan akurasi.

Penggunaan *class weight* terbukti membantu keseimbangan prediksi pada kelas minoritas, meskipun tidak selalu menghasilkan akurasi total tertinggi, sehingga perlu dikombinasikan secara selektif dengan teknik lain.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta kesimpulan yang diperoleh, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan dataset dengan jumlah data yang lebih besar dan lebih beragam, khususnya citra kerusakan jalan yang berasal dari berbagai kondisi geografis, jenis permukaan jalan, serta kondisi pencahayaan yang berbeda. Penggunaan dataset yang lebih bervariasi diharapkan dapat meningkatkan kemampuan generalisasi model dalam menghadapi kondisi jalan yang beragam di lapangan. Selain itu, untuk meningkatkan kemampuan model dalam membedakan kelas yang memiliki karakteristik visual yang mirip, terutama antara kelas *Satisfactory* dan *Poor*, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penambahan jumlah data pada kelas tertentu atau menerapkan teknik penyeimbangan data (*data balancing*) yang lebih optimal, baik melalui pengumpulan data tambahan maupun penerapan augmentasi data yang lebih terarah. Pengembangan lebih lanjut juga dapat dilakukan dengan menerapkan teknik *fine-tuning* pada base model *MobileNetV2*, yaitu dengan membuka sebagian lapisan konvolusi pada tahap akhir untuk dilatih ulang, sehingga model mampu mengekstraksi fitur yang lebih spesifik terhadap karakteristik kerusakan jalan. Selain itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan perbandingan performa *MobileNetV2* dengan arsitektur *deep learning* lainnya, seperti *EfficientNet*, *ResNet*, atau arsitektur berbasis deteksi objek, guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas dan efisiensi masing-masing model dalam melakukan klasifikasi kerusakan jalan.