

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian, dan analisis terhadap perbandingan arsitektur MobileNetV2 dan DenseNet169 pada klasifikasi citra sampah anorganik menggunakan metode *Transfer Learning*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Model MobileNetV2 mampu melakukan klasifikasi citra sampah anorganik dengan performa yang sangat baik. Berdasarkan hasil pengujian, model ini memperoleh nilai Accuracy sebesar 96,14%, Precision sebesar 95,05%, Recall sebesar 97,82%, dan F1-Score sebesar 96,42%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa MobileNetV2 mampu mengenali karakteristik visual objek sampah anorganik secara akurat meskipun menggunakan arsitektur yang ringan dan memiliki jumlah parameter yang relatif kecil.
2. Model DenseNet169 juga mampu melakukan klasifikasi citra sampah anorganik dengan performa yang sangat baik. Model ini memperoleh Accuracy sebesar 96,14%, Precision sebesar 95,70%, Recall sebesar 97,09%, dan F1-Score sebesar 96,39%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa DenseNet169 memiliki kemampuan ekstraksi fitur yang sangat baik sehingga mampu menghasilkan prediksi yang akurat terhadap citra sampah anorga

3. Peningkatan kompleksitas arsitektur tidak selalu menghasilkan peningkatan performa klasifikasi. Meskipun DenseNet169 memiliki sekitar 12,6 juta parameter, atau hampir lima kali lebih banyak dibandingkan MobileNetV2 yang hanya memiliki sekitar 2,6 juta parameter, kedua model tetap menghasilkan nilai Accuracy yang sama, yaitu 96,14%. Berdasarkan hasil tersebut, MobileNetV2 dapat direkomendasikan sebagai model yang lebih efisien karena mampu memberikan performa klasifikasi yang setara dengan DenseNet169, namun membutuhkan sumber daya komputasi, memori, dan waktu pelatihan yang lebih rendah. Sementara itu, DenseNet169 lebih sesuai digunakan pada sistem yang memiliki sumber daya komputasi yang memadai dan mengutamakan ketepatan prediksi melalui proses ekstraksi fitur yang lebih kompleks.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan dataset dengan jumlah citra yang lebih banyak serta variasi objek sampah anorganik yang lebih beragam, seperti plastik, kaca, logam, kaleng, dan tekstil sehingga kemampuan generalisasi model dapat ditingkatkan.
2. Penelitian berikutnya dapat membandingkan MobileNetV2 dan DenseNet169 dengan arsitektur CNN lainnya, seperti EfficientNet, ResNet, ConvNeXt, atau Vision Transformer (ViT), sehingga diperoleh gambaran performa yang lebih komprehensif.

3. Pengembangan penelitian dapat dilakukan dengan mengimplementasikan model terbaik pada perangkat Internet of Things (IoT) atau embedded system, seperti Raspberry Pi atau ESP32 yang dipadukan dengan kamera, sehingga sistem klasifikasi sampah dapat diterapkan secara langsung pada proses pemilahan sampah otomatis.
4. Penelitian selanjutnya juga dapat mengevaluasi aspek efisiensi model, seperti waktu inferensi, penggunaan memori, ukuran model (*model size*), dan konsumsi daya, sehingga pemilihan model tidak hanya didasarkan pada tingkat akurasi tetapi juga mempertimbangkan kebutuhan implementasi pada perangkat nyata.

