

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan analisis hasil pengujian, penelitian ini telah memberikan jawaban atas permasalahan yang dialami para petani salak Paguyuban Mitra Turindo terkait ketidakakuratan perhitungan lalat buah dan kesalahan deteksi yang ditemukan pada Model Sebelumnya melalui skema pengembangan yang bertahap. Perkembangan dari Model Sebelumnya hingga Model Fase 2 menunjukkan bahwa optimasi *dataset* dan modifikasi arsitektur merupakan strategi yang tepat dalam meningkatkan performa model untuk menghasilkan deteksi serta perhitungan objek lalat buah yang optimal. Pengembangan model pada fase 1 membuktikan bahwa validasi anotasi dan perluasan *dataset* berdampak positif terhadap peningkatan performa model awal, yang mana hasil tersebut telah divalidasi melalui survei langsung oleh para petani salak dengan hasil 93.75% responden menyatakan tingkat akurasi berada pada kategori akurat hingga sangat akurat, serta penilaian kebersihan deteksi yang secara spesifik terdistribusi pada kategori cukup bersih (56.25%) dan sangat bersih (43.75%). Selanjutnya, segala bentuk keterbatasan pada fase 1 disempurnakan melalui pengembangan fase 2 dengan fokus utama pada modifikasi arsitektur dan penerapan metode *undersampling*.

Permasalahan terkait kesalahan deteksi dapat ditinjau dari evaluasi performa deteksi, di mana Model Fase 2 menunjukkan keunggulan yang signifikan dengan pencapaian nilai *mean Average Precision* (mAP@0.5) mencapai 0.779 pada tahap validasi dan meningkat hingga 0.796 pada tahap *testing*. Konsistensi nilai ini membuktikan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang stabil saat menghadapi data baru. Terlihat adanya peningkatan pada akurasi Kelas 0 (lalat buah) yang melampaui angka 0.90, serta perbaikan nilai pada Kelas 1 (objek pengganggu) yang lebih representatif dibandingkan Model Sebelumnya. Hal ini menegaskan bahwa optimasi *dataset*, baik itu melalui validasi, perluasan, maupun *undersampling*, serta modifikasi arsitektur yang

dilakukan, efektif dalam memperkuat kemampuan model untuk membedakan ciri visual objek lalat buah secara lebih detail, bahkan saat berada pada latar belakang yang kompleks.

Ketidakkuratan perhitungan dapat ditinjau dari evaluasi performa perhitungan objek, di mana penelitian ini mencatatkan capaian yang tinggi dengan nilai *Average Detection Accuracy* (ADA) mencapai 96.01% pada *confidence threshold* 0.5. Hasil ini didukung oleh nilai *Mean Absolute Error* (MAE) yang sangat rendah, yaitu sebesar 0.13, yang berarti model hampir tidak memiliki selisih kesalahan antara hasil hitung otomatis dengan kondisi riil di lapangan. Jika dibandingkan dengan Model Sebelumnya yang memiliki nilai MAE sebesar 8.09, Model Fase 2 mampu mereduksi kesalahan hitung secara masif. Nilai-nilai tersebut menjadi indikator teknis bahwa model yang dikembangkan memiliki keselarasan dengan kebutuhan praktis petani dalam melakukan perhitungan lalat buah secara akurat.

Validasi akhir dilakukan melalui uji coba terhadap gambar mentah (*raw images*) yang diambil oleh para petani salak dari proses pengembangan fase 1, yang mengonfirmasi bahwa optimasi *dataset* dan penyempurnaan pada fase 2 memberikan hasil yang lebih baik. Melalui hasil *inference*, terbukti bahwa model mampu mengatasi kesalahan deteksi dan ketidakkuratan yang terjadi pada Model Sebelumnya secara menyeluruh. Dengan demikian, Model Fase 2 tidak hanya unggul secara metrik pengujian, tetapi juga terbukti memberikan hasil yang lebih stabil dalam mendukung produktivitas dan kebutuhan para petani salak.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan selama pengembangan model, beberapa saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penguatan Kualitas Kontrol pada Anotasi *Dataset*

Peneliti selanjutnya sangat disarankan untuk melakukan validasi ulang secara mendalam terhadap seluruh anotasi pada *dataset* yang digunakan. Berdasarkan temuan dalam penelitian ini, kualitas dan konsistensi anotasi berdampak langsung dan signifikan terhadap ketajaman performa model dalam mengenali objek. Pastikan setiap label benar-benar mematuhi aturan anotasi yang telah ditetapkan tanpa ada ambiguitas, karena integritas data latih merupakan fondasi utama bagi model untuk melakukan ekstraksi fitur secara tepat dan meminimalisir kesalahan deteksi.

2. Pengembangan Klasifikasi Spesifik untuk Optimasi Pengalaman Pengguna (*User Experience*)

Perlu dipertimbangkan adanya penambahan atau pemisahan kelas khusus untuk membedakan antara lalat buah yang berada dalam kondisi bergerombol dengan objek non-lalat/pengganggu. Penambahan kelas ini bertujuan untuk meningkatkan aspek kemudahan bagi petani, di mana sistem dapat secara otomatis memberikan informasi atau peringatan jika objek yang difoto tidak dapat diidentifikasi satu per satu karena kepadatan yang terlalu tinggi. Implementasi strategi ini harus tetap mengedepankan optimasi *dataset*, baik melalui penambahan sampel data spesifik maupun penerapan metode *undersampling*, guna mencegah terjadinya *class imbalance* yang dapat menurunkan performa generalisasi model.