

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan dari penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Penerapan augmentasi data pada model *YOLOv8* meningkatkan kemampuan deteksi secara signifikan. Meskipun terjadi sedikit penurunan pada nilai *precision* di beberapa kelas, peningkatan pada nilai *recall*, *mAP50*, dan *mAP50-95* menunjukkan bahwa model lebih efektif dalam menangkap *instance* kebakaran dan terutama asap yang memiliki variasi visual tinggi. Analisis confusion matrix mendukung temuan ini dengan berkurangnya jumlah *false negative* serta distribusi kesalahan yang lebih merata. Dengan demikian, augmentasi data terbukti memperbaiki sensitivitas dan generalisasi model, menghasilkan *bounding box* yang lebih akurat dan konsisten dalam mendeteksi objek kebakaran secara *real-time*.
2. Sistem deteksi kebakaran berbasis *YOLOv8* yang dikembangkan menunjukkan performa yang baik dalam mendeteksi kebakaran secara *real-time*. Pada pengujian video kebakaran pertama, sistem berhasil mendeteksi api sekitar 948 milidetik dan asap dalam waktu 11,971 detik setelah kemunculannya. Pengujian pada video kedua menunjukkan peningkatan kecepatan deteksi, terutama pada kelas *smoke* yang terdeteksi dalam 21 milidetik berkat kejelasan visual asap. Selain itu, sistem handal dalam membedakan objek non-kebakaran seperti lampu kota menghindari *false alarm*, namun masih mengalami kesulitan mendeteksi asap yang terlalu tipis dan kadang salah mengklasifikasikan awan sebagai asap. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem efektif dalam menghindari *false positive*, namun memerlukan peningkatan lebih lanjut untuk deteksi asap. Sistem ini mampu mengirimkan peringatan visual dan audio secara efektif ketika kebakaran terdeteksi, menunjukkan kemampuan sistem untuk beroperasi dengan andal dalam kondisi nyata.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, berikut beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut sistem deteksi kebakaran ini:

1. Dataset perlu diperluas dengan variasi kondisi kebakaran yang lebih beragam, seperti lingkungan, cuaca, dan waktu (misalnya malam hari atau berkabut), agar model lebih mampu melakukan generalisasi dan meningkatkan akurasi deteksi, terutama pada objek asap.
2. Pengujian sistem sebaiknya dilakukan dengan video kebakaran dari berbagai sudut pandang, resolusi, dan kualitas gambar yang berbeda. Pengujian pada video *real-time* dari lingkungan langsung akan memberikan gambaran lebih akurat tentang kinerja sistem dalam situasi dunia nyata.
3. Sistem peringatan dapat ditingkatkan dengan menambahkan notifikasi melalui SMS atau email ke pihak terkait seperti pemadam kebakaran dan menyempurnakan algoritma untuk menghitung jumlah titik api.
4. Pengembangan lebih lanjut bisa mencakup integrasi dengan sistem pemadam kebakaran otomatis, seperti *sprinkler* atau sistem pengeluaran gas pemadam api. Dengan integrasi ini, ketika sistem mendeteksi kebakaran, alat pemadam dapat langsung diaktifkan untuk meminimalisir penyebaran api sebelum bantuan manusia tiba.
5. Pengembangan untuk menerima input video langsung dari berbagai sumber, tidak hanya dari *webcam*. Meskipun melalui Virtual Camera OBS bisa kustomisasi input dengan bebas, penggunaan kamera CCTV, drone, atau kamera IP (Internet Protocol) secara langsung dapat menjadi alternatif input video untuk meningkatkan fleksibilitas dan cakupan sistem deteksi kebakaran di berbagai tempat dan skenario.