

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, semua tujuan penelitian berhasil dicapai. Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pendeteksi area *blind spot* pada kendaraan truk berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan mengintegrasikan sensor ultrasonik JSN-SR04T sebagai sistem peringatan dini dan model *Computer Vision* dengan YOLOv11n sebagai sistem deteksi lanjutan. Sensor ultrasonik JSN-SR04T terkarakterisasi sangat layak digunakan untuk deteksi jarak yang relevan dengan *blind spot* (20–450cm) dengan persentase error rata-rata di bawah 1% dan presisi pengulangan 98%. Model *deep learning* yang digunakan menunjukkan kinerja deteksi objek yang sangat baik dan efisien, dibuktikan dengan pencapaian nilai mAP50 sebesar 92,7%, *precision* 94,3%, dan *recall* 89,6% pada pelatihan *epoch* 50. Kinerja ini didukung oleh efisiensi komputasi model dengan waktu *inference* rata-rata hanya 2,6ms per citra, menjadikannya memenuhi syarat untuk aplikasi monitoring *real-time*. Integrasi perangkat keras telah teruji stabil, di mana data dari sensor dan kamera berhasil dikirimkan secara *real-time* ke platform IoT melalui protokol MQTT, serta ditampilkan kepada pengemudi melalui indikator LED dan *website*. Secara keseluruhan, sistem terbukti mampu mendeteksi keberadaan objek di berbagai variasi posisi dan kondisi pencahayaan, serta memberikan peringatan yang efektif untuk meningkatkan keselamatan berkendara truk.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kendala yang ditemukan, beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Performa deteksi objek kecil dan kecepatan tinggi dengan menambah variasi dan kuantitas dataset untuk kelas 'pejalan kaki' dan objek kecil lainnya. Hal ini bertujuan mengatasi akurasi deteksi terendah pada kelas tersebut (70–80%)

serta meningkatkan kinerja sistem pada skenario kecepatan tinggi (>40 Km/Jam) yang menunjukkan penurunan akurasi signifikan.

2. Mengganti kamera ESP32-CAM dengan modul kamera dengan resolusi dan *frame rate* yang lebih tinggi serta memiliki fitur *Wide Dynamic Range* (WDR) atau *Night Vision* yang lebih baik. Hal ini akan meminimalisir *motion blur* dan penurunan akurasi pada kondisi pencahayaan ekstrim dan saat objek bergerak cepat.

