

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **V.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem peringatan dini lubang jalan berbasis LiDAR dan kamera pada Raspberry Pi, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem peringatan dini lubang jalan telah berhasil dirancang dan diintegrasikan menggunakan platform Raspberry Pi 5. Fusi data antara sensor visual (kamera Arducam IMX219 dengan algoritma YOLOv8s via akselerator Hailo-8L), sensor spasial (LiDAR TF-Luna), dan modul GPS mampu beroperasi secara *real-time* dan menyajikan peringatan suara dan visual melalui layar LCD pada dasbor kendaraan di kondisi jalan nyata.
2. Hasil pengujian menunjukkan kinerja sistem secara keseluruhan cukup baik namun sangat dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan. Sistem bekerja optimal pada kecepatan di bawah 24 km/jam dengan F1-Score di atas 90%, latensi stabil 18,1-18,3 ms, akurasi LiDAR di atas 85%, dan akurasi GPS dengan rata-rata selisih  $\pm 1,25$  meter. Performa mulai menurun signifikan pada kecepatan 32 km/jam ke atas, di mana akurasi LiDAR turun hingga 48% pada Lubang 1 dan 69% pada Lubang 2 di kecepatan 40 km/jam, seiring berkurangnya waktu eksposur kamera dan sensor terhadap objek lubang.

#### **V.2 Saran**

Berdasarkan penelitian dan pengembangan pada penelitian ini penulis mempunyai saran terhadap penelitian yang telah dilakukan dan sekiranya dapat dikembangkan kembali terhadap pengembangan sistem lebih lanjut sebagai berikut :

1. Penambahan data model perlu diperbanyak guna meningkatkan akurasi deteksi pada variasi kondisi pencahayaan dan bentuk lubang yang bervariasi agar performa deteksi dapat ditingkatkan.

2. Sensor LiDAR dapat dikembangkan untuk mampu mendeteksi beberapa lubang secara bersamaan serta diperluas meningkatkan manfaat sistem secara keseluruhan.
3. Integrasi dengan platform pelaporan berbasis smartphone dapat menjadi pengembangan lanjutan agar data lokasi lubang yang terdeteksi dapat dilaporkan secara otomatis kepada pihak berwenang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhytia, F. N. A., Kusuma, R. S., Soedomo, V. R. A., & Santosa, Y. P. (2026). Comparative performance analysis of YOLOv8 small and larger for real-time website-based monitoring. *Journal of Soft Computing Exploration*, 6(4), 285–294. <https://doi.org/10.52465/josce.v6i4.634>
- Akbari, M. F. R., Rahayudi, B., & Muflikhah, L. (2023). Implementasi Deep Learning menggunakan Algoritma EfficientDet untuk Sistem Deteksi Kelayakan Penerima Bantuan Langsung Tunai berdasarkan Citra Rumah di Wilayah Kabupaten. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7, 1817–1825.
- Arifin, S., & Aji Febriyanto, B. (2024). SISTEM PENDETEKSI KERETAKAN PADA MATERIAL BATU BATA MENGGUNAKAN TEKNOLOGI COMPUTER VISION. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, 4(2), 265–274. <https://doi.org/10.46306/sm.v4i2>
- Azhari, F. A., Rohana, T., Baihaqi, K. A., & Fauzi, A. (2025). Road Damage Detection Using Yolov9-Based Imagery. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 14(2), 196–201. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v14i2.2377>
- Dhaifullah, I. R., Muttanifudin, M., Salsabila, A. A., & Yakin, M. A. (2022). Survei Teknik Pengujian Software. In *JACIS: Journal Automation Computer Information System* (Vol. 2, Number 1).
- Imantiyar, R., DThomas, ;, & Fudholi, H. (2021). *Kajian Pengaruh Dataset dan Bias Dataset terhadap Performa Akurasi Deteksi Objek*. 14(2). <https://doi.org/10.33322/petir.v14i2.1150>
- Iqbal, A. M., Jumadi, J., & Nurlatifah, E. (2025). Implementasi YOLOv8 Sebagai Pendeteksi Nominal Uang Rupiah Kertas Berbasis Android. *SMATIKA JURNAL*, 15(02), 268–277. <https://doi.org/10.32664/smatika.v15i02.1545>
- Iza Sofiani, A., Eka Hervy, N., Dwi Lestari, F., Rizky Ardiansyah Putra, M., Fadhila Putri, M., Khaira, U., & Eko Prasetyo Utomo, P. (n.d.). *Tahun 2025 PENERAPAN MODEL YOLO UNTUK DETEKSI KERUSAKAN JALAN BERDASARKAN CITRA VISUAL*.
- Kadri, H., & Agus, F. (2024). *Memahami Software untuk Mengembangkan Media Berbasis Komputer*.
- Koch, C., & Brilakis, I. (2011). Pothole detection in asphalt pavement images. *Advanced Engineering Informatics*, 25(3), 507–515. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2011.01.002>
- Mulyanto Yudi, Handani Fahri, & Hasmawati. (2020). *560-Article Text-1660-1-10-20200222*.

- Nurhakiki, J., Yahfizham, Y., William, J., Ps, I. V, Estate, M., Percut, K., Tuan, S., & Serdang, K. D. (2024). Studi Kepustakaan: Pengenalan 4 Algoritma Pada Pembelajaran Deep Learning Beserta Implikasinya. *Jurnal Pendidikan Berkarakter*, (1), 270–281. <https://doi.org/10.51903/pendekar.v2i1.598>
- Poerwandono, E., Qalbun Barronzoeputra, G., Studi, P., Informatika, T., Tinggi, S., Komputer, I., Karya Informatika, C., Kota, J., Timur, D., Khusus, I., & Jakarta, I. (2024). Implementasi Algoritma You Only Look Once (YOLOv8) untuk Mendeteksi Pelanggaran Lalu Lintas Berupa Tidak Menggunakan Helm (Studi Kasus di Jatiasih, Bekasi). In *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi (JIMIK)* (Vol. 5, Number 3). <https://journal.stmiki.ac.id>
- Pringsewu, U. A., Sanjya, R. M., & Saragih, Y. (n.d.). *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering EFEKTIFITAS RASPBERRY PI PADA ALAT PENERJEMAH BAHASA ISYARAT*. Retrieved <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- Rosma Siregar, Ratih Tri Elsadin, Fatma Asisah, Yosa Steven Perangin Angin, & Abel Frans Lamsihar Sinaga. (2025). Perancangan dan Implementasi Aplikasi Manajemen Inventaris Toko Berbasis Desktop Menggunakan Python dengan Pendekatan Pemrograman Berorientasi Objek (OOP). *JURNAL MULTIDISIPLIN ILMU AKADEMIK*, 2(2), 316–320. <https://doi.org/10.61722/jmia.v2i2.4343>
- Santoso, B., & Kristianto, R. P. (2020). *IMPLEMENTASI PENGGUNAAN OPENCV PADA FACE RECOGNITION UNTUK SISTEM PRESENSI PERKULIAHAN MAHASISWA*.
- Shinde, P., Raut, A., Ahetti, P., Pawar, S., & Jagtap, A. (n.d.). *Performance Evaluation of YOLOv9 Model Variants for Road Anomaly Detection: A Comparative Study*.
- Soekarta, R., Nurdjan, N., & Syah, A. (2023). *Klasifikasi Penyakit Tanaman Tomat Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)*. 8(2).
- statistik-transportasi-darat-2023*. (n.d.).
- Sun, Y., Sun, Z., & Chen, W. (2024). The evolution of object detection methods. In *Engineering Applications of Artificial Intelligence* (Vol. 133). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.108458>
- Surahmanto, M., Aras, S., Rifki Idhan Adhim, Muh., & Ussalama, P. (2024). Deteksi Jalan Berlubang Menggunakan Algoritma Yolov5. *Journal of Digital Business and Information Technology*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.23971/jobit.v1i1.198>
- Sutisna, T., Rachmat Raharja, A., Hariyadi, E., & Hafizh Cahaya Putra, V. (2024). Penggunaan Computer Vision untuk Menghitung Jumlah

Kendaraan dengan Menggunakan Metode SSD (Single Shoot Detector).  
*INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4, 6060–6067.

Timuhingide, A. A., Rianto, I., & Komansilan, T. (2025). Digitalisasi Desa Tandengan berbasis Website. In *JOURNAL OF EDUCATION METHOD AND TECHNOLOGY* (Vol. 3).

Wahyudiono, S., Suhartati, T., Suwadji, S., & Simbolon, J. P. (2022). EFISIENSI PEMANFAATAN LiDAR UNTUK MENAKSIR TINGGI DAN DIAMETER POHON DALAM KEGIATAN INVENTARISI SUMBERDAYA HUTAN. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL INSTIPER*, 1(1), 180–187.  
<https://doi.org/10.55180/pro.v1i1.253>

Yudha Saputra, G., Denhas Afrizal, A., Khusnu Reza Mahfud, F., Angga Pribadi, F., & Jati Pamungkas, F. (2017). PENERAPAN PROTOKOL MQTT PADA TEKNOLOGI WAN (STUDI KASUS SISTEM PARKIR UNIVERISTAS BRAWIJAYA). In *Jurnal Informatika Mulawarman* (Vol. 12, Number 2).