

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Upaya merancang dan mengembangkan sistem *Lane Changing Warning* pada kendaraan besar menggunakan sensor kamera telah berhasil dilakukan melalui integrasi ESP32-Cam dengan pemrosesan visual berbasis YOLOv8 dan dukungan dua sensor ultrasonik US-015. Sistem ini mampu mendeteksi objek di area blind spot secara otomatis saat pengemudi mengaktifkan lampu sein, serta memberikan peringatan dalam bentuk visual melalui LCD TFT dan suara buzzer, sehingga dapat meningkatkan kesadaran pengemudi terhadap lingkungan sekitar saat berpindah lajur.
2. Efektivitas kinerja alat *Lane Changing Warning* yang dikembangkan terbukti cukup baik, terutama pada kecepatan rendah dan kondisi visual yang optimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP32-Cam memiliki performa deteksi objek yang akurat pada kondisi terang dan kecepatan rendah, namun menurun pada kecepatan tinggi dan kondisi minim cahaya seperti malam hari atau cuaca berkabut. Di sisi lain, sensor Ultrasonic US-015 menunjukkan kinerja yang lebih stabil dalam mendeteksi jarak objek. Kombinasi kedua sensor ini memungkinkan sistem untuk tetap memberikan peringatan yang cukup andal dalam berbagai kondisi jalan.

V.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Disarankan untuk menggunakan kamera dengan spesifikasi lebih tinggi atau menambahkan sistem pencahayaan tambahan agar proses pendeteksian objek tetap optimal dalam berbagai kondisi pencahayaan, termasuk cuaca berkabut atau malam hari.
2. Perlu dilakukan optimasi komunikasi antara ESP32-Cam dan komputer pengolah YOLOv8 agar proses pengiriman dan penerimaan data berjalan lebih cepat dan stabil.

3. Penggunaan sensor tambahan seperti radar atau LIDAR dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan akurasi deteksi pada kecepatan tinggi dan kondisi cuaca ekstrem.
4. Integrasi sistem dengan sistem kendaraan secara langsung seperti sistem rem dapat menjadi pengembangan lebih lanjut agar alat ini dapat digunakan secara praktis di dunia industri transportasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, L., & Wahyuni, R. D. (2020). Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Oksigen Non Invasive Menggunakan Sensor Max30100. *Https://Medium.Com/, 4*(3), 248–253. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100642>
- Ajeng Dwita Ayuningtyas. (2023). *2023 Capai Angka Tertinggi Kecelakaan Lalu Lintas 5 Tahun Terakhir*. GoodStats. <https://goodstats.id/article/2023-capai-angka-tertinggi-kecelakaan-lalu-lintas-5-tahun-terakhir-z67bk>
- Androiderode. (2021). *ESP32 CAM Camera Specification and Applications*. Androiderode. <https://www.androiderode.com/esp32-wifiblueetooth-with-ov2640-camera-module/>
- Apandi, A., & Hati, R. S. (2019). Analisis Deteksi Pergerakan Objek Pada Citra Video Menggunakan Algoritma Kalman Filter. *UG Jurnal, 13*(4), 74–86. <https://ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/ugjournal/article/view/6622/2553>
- Apriwanti, D. (2024). *Teknologi Keselamatan Jalan: Sistem Deteksi Dini untuk Mencegah Kecelakaan Lalu Lintas*. Pesawaran Inside.
- Barbosa, M., & Os´orio, S. (2023). Camera-Radar Perception for Autonomous Vehicles and ADAS: Concepts , Datasets and Metrics. *Computer Science, Icmc*.
- Belsare, A., & Mushrif, M. (2016). Histopathological Image Analysis Using Image Processing Techniques: An Overview. *Signal & Image Processing: An International Journal, 3*(March), 22–36.
- Birman, J. (2022). *Kapasitas Penumpang Mobil Avanza*. JagoBengkel. <https://www.jagobengkel.com/mobil/toyota/avanza/kapasitas-penumpang-mobil-avanza>
- Deerawan. (2021). *Fungsi LM2596 Serta Contohnya Sebagai IC Variable Power Supply*. Rangkaiaelektronika.Info. <https://rangkaiaelektronika.info/fungsi-lm2596-serta-contohnya-sebagai-ic-variable-power-supply/>

- ElektronikIndo, C. (2024). *Merk Timah Solder yang paling Bagus*. ElektronikIndo.Com. <https://elektronikindo.com/merk-timah-solder-yang-bagus/>
- Finoo.id. (2024). *Apa Itu Solder? Fungsi, Bagian, dan Jenis-Jenisnya*. Finoo.Id. <https://www.finoos.id/apa-itu-solder/>
- Fu, R., Zhang, Y., Wang, C., Yuan, W., Guo, Y., & Ma, Y. (2020). Research on the Influence of Vehicle Speed on Safety Warning Algorithm: A Lane Change Warning System Case Study. *Sensors*, 20(9), 2683. <https://doi.org/10.3390/s20092683>
- Gavhale, M. K. R., & Gawande, P. U. (2019). An Overview of the Research on Plant Leaves Disease detection using Image Processing Techniques. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 16(January 2014). <https://doi.org/10.9790/0661-16151016>
- Globalspec. (n.d.). *Analog Multimeters Information*. Globalspec. https://www.globalspec.com/learnmore/labware_test_measurement/multimeters_electrical_test_meters/analog_multimeters
- Hadi, W., Rahmayanti, H., Sahara, S., Ladesi, V. K., Purnomo, A., Fanny Aulia, & Rokhyani, D. (2022). *Sosialisasi Pemahaman Blindspot Pada Kendaraan Dalam Rangka Menekan Angka Kecelakaan Lalu Lintas Bagi Guru Dan Siswa Smp Negeri 1 Karang Bahagia, Desa Karang Bahagia, Kecamatan Karang Bahagia, Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat Winoto. 2022*, 146–153.
- Haloi, M., & Jayagopi, D. B. (2015). *Vehicle Local Position Estimation System*. <http://arxiv.org/abs/1503.06648>
- Heradiranto. (2020). *Fitur Keselamatan Aktif dan Pasif*. Otoblitz.Net. <https://otoblitz.net/otopedia/glossary/fitur-keselamatan-aktif-dan-pasif/>
- Illeperuma, G. D., & Sonnadara, U. (2016). Collision Detection through Optical Flow. *IATSS Research*, 32(March).
- Kargo.Tech. (2021). Kargo.Tech. <https://www.kargo.tech/post/kenali-dan-cari-tau-perbedaan-truk-cdd-dan-cde-disini>
- Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Tentang Pedoman Desain

Geometrik Jalan (2021).

Komite Nasional Keselamatan Transportasi Republik Indonesia. (2021). *Laporan Akhir KNKT. 21.07.14.01.*

Latifa Khoirani, Rino Ariansyah, & Supiyandi Supiyandi. (2024). Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Peningkatan Deteksi Tepi Melalui Segmentasi Citra. *Mars: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 2(3), 196–203. <https://doi.org/10.61132/mars.v2i3.191>

Li, Y., Li, L., & Ni, D. (2021). *Exploration of lane-changing duration for heavy vehicles and passenger cars: a survival analysis approach.* 1–14.

Lin, H. Y., Dai, J. M., Wu, L. T., & Chen, L. Q. (2020). A vision-based driver assistance system with forward collision and overtaking detection. *Sensors (Switzerland)*, 20(18), 1–19. <https://doi.org/10.3390/s20185139>

Lusiana, V. (2013). Deteksi Tepi pada Citra Digital menggunakan Metode Kirsch dan Robinson. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 18(2), 182–189. <https://doi.org/https://doi.org/10.35315/dinamik.v18i2.1706>

Mathew, A., Ram, E. S. K., Alex, E. M., Kumar, G. G., Elizabeth, J., & Satyakumar, M. (2018). Quantification and Analysis of Blindspots for Light Motor Vehicles. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(December), 102–106.

Mato. (2023). *Spesifikasi Bus Hino yang Menjadi Mobile Workshop Selama Mudik Lebaran 2023.* MobilKomersial.Com.

Morgan, E. J. (2014a). HC SR04 Ultrasonic Ranging Sensor Module. *Evaluation Technichal of Sensor*, Nov. 16 2014.

Morgan, E. J. (2014b). HC SR04 Ultrasonic Ranging Sensor Module. *Evaluation Technichal of Sensor*, Nov. 16 2014.

Ngugi, L. C., Abelwahab, M., & Abo-zahhad, M. (2021). Recent advances in image processing techniques for automated leaf pest and disease recognition – A review. *Information Processing in Agriculture*, 8(1), 27–51. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.04.004>

- Niagara, A. P. (2021). *Ternyata, Begini Cara Mobil Pemadam Kebakaran Isi Air Tangkinya*. KumparanOTO. <https://kumparan.com/kumparanoto/ternyata-begini-cara-mobil-pemadam-kebakaran-isi-air-tangkinya-1vkO1N4OcSK>
- Noviansah, W. (2023). *Polisi Ungkap Penyebab Vellfire Tabrak Truk di Tol Slipi: Blind Spot*. Detiknews. <https://news.detik.com/berita/d-7068634/polisi-ungkap-penyebab-vellfire-tabrak-truk-di-tol-slipi-blind-spot>
- Nurwasito, H., Henryranu, B., & Saksi Pramukantoro, E. (2015). *Arsitektur dan Organisasi Komputer RISC (Reduced Instruction Set Computer)*. In *Arsitektur dan Organisasi Komputer*. gembong.lecture.ub.ac.id
- Orisa, M., & Hidayat, T. (2019). Analisis Teknik Segmentasi Pada Pengolahan Citra. *Jurnal Mnemonic*, 2(2), 9–13. <https://doi.org/10.36040/mnemonic.v2i2.84>
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan, Pub. L. No. 55 (2012).
- Perdana, R. K. (2023). *Kumpulan Data Seputar Kecelakaan Lalu Lintas di Indonesia pada 2023*. DataIndonesia.Id.
- Pratama, D. S. (2023). *Sepeda Motor Matic Terbaru*. Perum Perindo. <https://www.perumperindo.co.id/sepeda-motor-matic-terbaru-2/>
- Razor, A. (2020). *Buzzer Arduino : Pengertian, Cara Kerja, dan Contoh Program*. Aldy Razor. <https://www.aldyrazor.com/2020/05/buzzer-arduino.html>
- Roy Waluyo ,Budi Hartono, M. N. P. (2022). Efek Tabrakan Pada Kendaraan Bus Sebagai Dasar Pengembangan Sistem Peringatan Dini Terjadinya Kecelakaan Lalu Lintas. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 24(1), 1–10. <https://doi.org/10.25104/jptd.v24i1.2095>
- Sitorus, B., & Tahyudin, A. (2018). Rancang Bangun Alat Memberi Pakan Ikan Lele Otomatis Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 14(1), 1–12. <https://www.teknik.usni.ac.id/jurnal/BERLIN.pdf>
- Staples, B., Chang, J., Schweikert, N., Murray, D., Evans, C., Leslie, A., Camden, M., Soccolich, S., Braswell, R., Grove, K., Weakley, T., & King, A. (2024). *Accelerating the Adoption of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS): "Tech-Celerate Now" Phase 1* (Issue January).

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan, Pub. L. No. 22 (2009).

Vicky, M. (2020). *Sistem Pendeteksi Objek Pada Area Blind Spot Dump Truck Menggunakan Fuzzy Logic Dengan Metode Sistem Pendeteksi Objek Pada Area Blind Spot Dump Truck Menggunakan Fuzzy Logic Dengan Metode* [Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta].

Wang, C., Li, Z., Fu, R., Zhang, M., & Sun, Q. (2019). Lane change safety assessment of coaches in naturalistic driving state. *Safety Science*, 119, 126–132. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.09.009>

Yang, L., Zhang, J., Lyu, N., & Zhao, Q. (2025). Predicting lane change maneuver and associated collision risks based on multi-task learning. *Accident Analysis & Prevention*, 209, 107830. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2024.107830>

Zhao, Y., Bai, L., Lyu, Y., & Huang, X. (2019). Camera-Based Blind Spot Detection with a General Purpose Lightweight Neural Network. *Electronics*, 8(2), 233. <https://doi.org/10.3390/electronics8020233>