

BAB V

PENUTUP

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan, pembuatan, pengujian, dan analisis sistem pengukur dimensi kendaraan bermotor berbasis kamera stereo dengan deteksi intensitas cahaya menggunakan luxmeter, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem berhasil dirancang dan dibangun menggunakan dua kamera USB Logitech C270 sebagai kamera stereo dengan *baseline* 50 cm, dipadukan dengan pemrograman Python berbasis OpenCV, YOLOv8, dan antarmuka GUI menggunakan CustomTkinter. Sistem mampu melakukan pengukuran dimensi kendaraan secara otomatis meliputi parameter OAL, FOH, WB, ROH, dan OAH.
2. Hasil kalibrasi kamera stereo menunjukkan bahwa dari 100 pengambilan citra checkerboard, sebanyak 96 pasangan berhasil terdeteksi dengan baik tingkat keberhasilan 96%, dan sistem mampu menentukan parameter kalibrasi dengan pola 9×6 *inner corner* dan ukuran kotak 4 cm sesuai yang ditetapkan.
3. Tingkat akurasi pengukuran sistem pada tiga variasi jarak pengujian menunjukkan hasil yang sangat baik. Pada jarak 7 meter diperoleh rata-rata akurasi 98,58%, pada jarak 8 meter sebesar 98,92%, dan pada jarak 9 meter sebesar 98,89%. Titik pengukuran dengan hasil paling optimal adalah T_8M_LC dengan akurasi keseluruhan $\pm 99,44\%$.
4. Pengaruh intensitas cahaya terhadap performa sistem menunjukkan bahwa kondisi pencahayaan pada rentang 20.000–50.000 lux (LB) menghasilkan akurasi pembacaan jarak (*z_cm*) yang paling stabil, sementara kondisi 50.000–100.000 lux (LC) memberikan akurasi parameter dimensi kendaraan yang lebih unggul. Fluktuasi intensitas cahaya selama pengukuran berada

pada kisaran 3%–15%, masih dalam batas yang dapat diterima ($\leq 15\%$).

5. Efisiensi waktu pengukuran sistem dibandingkan pengukuran manual menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan. Sistem membutuhkan waktu rata-rata 5 detik untuk mengukur seluruh parameter dimensi, sedangkan pengukuran manual dengan tiga personil membutuhkan waktu 187 detik, sehingga efisiensi waktu yang dicapai adalah 97,32%.

V.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan selama proses pengujian, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk pengembangan sistem lebih lanjut:

1. Peningkatan algoritma deteksi batas kendaraan, khususnya untuk parameter ROH dan OAH yang masih memiliki *error* lebih besar dibandingkan parameter lainnya. Pengembangan dapat dilakukan dengan mengimplementasikan segmentasi semantik (*semantic segmentation*) untuk mendapatkan batas objek kendaraan yang lebih presisi, terutama pada bagian belakang bak dan atap kendaraan.
2. Penggunaan kamera dengan resolusi lebih tinggi dan antarmuka koneksi yang lebih stabil selain USB, seperti koneksi GigE atau kamera berbasis CSI, guna meningkatkan kualitas citra dan kemudahan mobilitas alat di lapangan. Kabel USB yang panjang dapat menyebabkan penurunan kualitas sinyal dan menghambat pergerakan alat antar titik pengukuran.
3. Pengembangan sistem ke arah mobilitas yang lebih baik, misalnya dengan merancang rangka *frame*
4. yang dapat dipindah menggunakan roda atau sistem rail agar perpindahan antar titik pengukuran tidak dilakukan secara manual dengan mengangkat alat.
5. Pengujian pada jenis kendaraan yang lebih beragam, seperti truk besar, bus, dan kendaraan dengan modifikasi bak, untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat digeneralisasi terhadap berbagai bentuk dan ukuran kendaraan yang berbeda.
6. Otomatisasi analisis data hasil pengukuran, termasuk perhitungan *error*, akurasi, dan status kesesuaian terhadap regulasi dimensi kendaraan secara langsung di dalam sistem, sehingga operator tidak perlu melakukan perhitungan lanjutan secara manual setelah pengukuran selesai. Uji validasi di lingkungan UPKB (Unit Pelaksana Uji Berkala) agar sistem dapat diukur kelayakannya secara resmi sebagai alat bantu pengujian kendaraan bermotor yang sesuai dengan standar dan prosedur pengujian yang berlaku di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adil, E., Mikou, M., & Mouhsen, A. (2022). A novel algorithm for distance measurement using stereo camera. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, 7(2), 177–186. <https://doi.org/10.1049/cit2.12098>
- Anugrah, B. (2019). UJI KEAKURASIAN METODE EIGENFACE DALAM FACE RECOGNITION. *Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer*.
- Anwar, K. S., Tamin, O. Z., & Najid. (2020). Analisis Pengaruh Kendaraan Over Dimension Overload (ODOL) Terhadap Perkerasan Jalan. *Prosiding SIMposium Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi*.
- Gao, N., Zhang, Z., Deng, J., Guo, X., Cheng, B., & Hou, H. (2022). Acoustic Metamaterials for Noise Reduction: A Review. In *Advanced Materials Technologies* (Vol. 7, Issue 6). <https://doi.org/10.1002/admt.202100698>
- Ibnutama, K., Panjaitan, Z., & Ginting, E. F. (2019). Modifikasi Metode Template Matching pada OCR Untuk Meningkatkan Akurasi Deteksi Plat Nomor Kendaraan. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Sistem Komputer TGD*, 2(2).
- Irfan, M. A. (2019). Perancangan Sistem Monitoring Pertumbuhan Tanaman Berbasis Depth Perception Menggunakan Kamera Stereo. In *Universitas Gadjah Mada*.
- Khan, F., Salahuddin, S., & Javidnia, H. (2020). Deep learning-based monocular depth estimation methods—a state-of-the-art review. In *Sensors (Switzerland)* (Vol. 20, Issue 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s20082272>
- Kozikov, A. A., Weinmann, D., Rössler, C., Ihn, T., Ensslin, K., Reichl, C., & Wegscheider, W. (2013). Imaging magnetoelectric subbands in ballistic constrictions. *New Journal of Physics*, 15. <https://doi.org/10.1088/1367-2630/15/8/083005>
- Laga, H., Jospin, L. V., Boussaid, F., & Bennamoun, M. (2022). A Survey on Deep Learning Techniques for Stereo-Based Depth Estimation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 44(4). <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2020.3032602>

- Larozza, Z., Hariandi, A., & Sholeh, M. (2023). Strategi Guru dalam Mengatasi Perilaku Perundungan (Bullying) melalui Pendidikan Karakter pada Siswa Kelas Tinggi SDN 182/I Hutan Lindung. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(7). <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i7.1929>
- Li, S., Han, L., Dong, P., & Sun, W. (2022). Algorithm for Measuring the Outer Contour Dimension of Trucks Using UAV Binocular Stereo Vision. *Sustainability (Switzerland)*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/su142214978>
- Luo, X., Huang, J. Bin, Szeliski, R., Matzen, K., & Kopf, J. (2020). Consistent video depth estimation. *ACM Transactions on Graphics*, 39(4). <https://doi.org/10.1145/3386569.3392377>
- Lyat Hamath; Muhammad Asif Khan. (2024). *Object Depth and Size Estimation using Stereo-vision and Integration with SLAM- lyat hamath*.
- M. Prof. Dr. Sugiyono. (2015). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan RND. In *Penerbit alfabeta bandung* (Vol. 16, Issue 2).
- Martiana, T., & Purnawati, Y. (2020). *Analisis Beban Kerja dan Burnout Syndrome pada Perawat Rawat Inap*. UNAIR News.
- Masoumian, A., Rashwan, H. A., Cristiano, J., Asif, M. S., & Puig, D. (2022). Monocular Depth Estimation Using Deep Learning: A Review. In *Sensors* (Vol. 22, Issue 14). MDPI. <https://doi.org/10.3390/s22145353>
- Nasution, H. S., Jayadi, A., & Rikendry, R. (2022). IMPLEMENTASI METODE FUZZY LOGIC UNTUK SISTEM Pengereman Robot Mobile Berdasarkan Jarak dan Kecepatan. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 3(1). <https://doi.org/10.33365/jtikom.v3i1.1634>
- NOVI, N. W. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI. *Indonesian Journal of Health Information Management*, 1(2). <https://doi.org/10.54877/ijhim.v1i2.9>
- Nurkhowati, N., Widodo, S., & Kadarini, S. N. (2023). THE EFFECT OF OVER DIMENSION OVERLOAD (ODOL) VEHICLES ON NATIONAL ROAD DAMAGE. *Jurnal Teknik Sipil*, 23(1). <https://doi.org/10.26418/jtst.v23i1.59151>
- Nurlina, I. T., Kosjoko, K., & Mufarida, N. A. (2021). PERBANDINGAN Pengereman Pengujian Rem Statis dan Pengujian Rem Jalan pada Kendaraan Pick Up L300. *AutoMech: Jurnal Teknik Mesin*, 1(01). <https://doi.org/10.24269/jtm.v1i01.4088>

- Rahadian, E. Y., Dwiastuti, W., Maretia, N. A., & Fitrian, B. (2021). Pengaruh Secondary Skin Fasade Bangunan Terhadap Kualitas Pencahayaan Alami Ruang Kerja. *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA*, 2(2). <https://doi.org/10.26760/terracotta.v2i2.4688>
- Ranftl, R., Lasinger, K., Hafner, D., Schindler, K., & Koltun, V. (2022). Towards Robust Monocular Depth Estimation: Mixing Datasets for Zero-Shot Cross-Dataset Transfer. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 44(3). <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2020.3019967>
- Ratna, S. (2020). PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DAN HISTOGRAM DENGAN PHYTON DAN TEXT EDITOR PHYCHARM. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 11(3). <https://doi.org/10.31602/tji.v11i3.3294>
- Sianipar, A. (2020). Analisis Distribusi Beban pada Kendaraan Angkutan Barang Sesuai dengan Konfigurasi Axle. *Warta Penelitian Perhubungan*, 32(1). <https://doi.org/10.25104/warlit.v32i1.1270>
- Sulistyo, A. B., Cundoko, T. A., Sasue, R. R. O., Ahmad, R., Suryasa, I. P. A., & Dwipayana, A. D. (2021). Sistem Keselamatan Bagi Awak Kendaraan Bermotor Angkutan Barang Terminal. *Madiun Spoor: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2). <https://doi.org/10.37367/jpm.v1i2.188>
- UMY. (2023). *Angka Kecelakaan Lalu Lintas Di Indonesia Meningkat*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Vajgl, M., Hurtik, P., & Nejezchleba, T. (2022). Dist-YOLO: Fast Object Detection with Distance Estimation. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/app12031354>