

Aplikasi Monitoring Pelanggaran Lalu Lintas di Area Jalan Tol Menggunakan YOLOv5

Zhandy ¹⁾, Eddy Tungadi ²⁾, Muh. Fajri Raharjo ³⁾

¹ Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang
ahmadzdy230401@gmail.com

² Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang
eddy.tungadi@poliupg.ac.id

³ Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang
fajri_raharjo@poliupg.ac.id

Abstrak

Pelanggaran lalu lintas kerap kali terjadi tak terkecuali pada jalan tol yang dikelola oleh PT. MMN-JTSE. Perusahaan sudah melakukan berbagai tindakan pencegahan diantaranya dengan melakukan pengawasan di area jalan tol yang terjun langsung ke lapangan dan pengawasan melalui CCTV pada ruangan Sentral Komunikasi. Namun, metode ini masih kurang efektif dalam menyelesaikan permasalahan dan mengidentifikasi pelanggaran yang terjadi.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun aplikasi monitoring pelanggaran lalu lintas di area jalan tol yang akan memudahkan dalam proses identifikasi pelanggaran lalu lintas dan secara *realtime* akan mengirimkan notifikasi pelanggaran lalu lintas kepada petugas ketika pelanggaran terjadi. Proses monitoring tidak lagi mengharuskan petugas untuk terjun langsung ke lokasi, tapi hanya dengan memanfaatkan koneksi CCTV di area rawan pelanggaran. Pelanggaran yang dapat dideteksi adalah pelanggaran melawan arus dan objek selain mobil yang memasuki area tol seperti orang, motor, dan sepeda.

Model yang digunakan untuk mengklasifikasikan objek adalah *trained* model dari *You Only Look Once* (YOLO). Adapun jenis model YOLO yang digunakan adalah model *s* sesuai hasil uji *frame rate* dengan nilai sekitar 9-12 fps. Berdasarkan uji akurasi klasifikasi yang dilakukan, tingkat akurasi model *s* untuk mengklasifikasikan objek pada siang hari mencapai 98.04% sedangkan pada malam hari mencapai 93.29%. Protokol yang digunakan untuk menghubungkan sistem dengan CCTV di area jalan tol adalah *Real Time Streaming Protocol* (RSTP). Website monitoring dibangun dengan menggunakan *framework* Flask. Untuk mengirimkan *realtime notification* pelanggaran ke Whatsapp, digunakan library *pywhatkit*.

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, sistem ini berhasil mengidentifikasi pelanggaran lalu lintas yang terjadi di area jalan tol dengan akurasi mencapai 91.83%.

Keywords: Pelanggaran Lalu Lintas, *You Only Look Once* (YOLO), *Pywhatkit*.

I. PENDAHULUAN

Pelanggaran Lalu Lintas menjadi salah satu permasalahan yang kerap kali terjadi di area jalan raya. Berdasarkan data yang diperoleh dari Divisi Operasional Jalan Tol PT. Makassar Metro Network dan PT. Jalan Tol Seksi Empat yang menyebutkan bahwa per tahun 2022, setidaknya terjadi sekitar 1679 pelanggaran lalu lintas di area jalan tol. Pelanggaran melawan arus dan selain pengguna roda 4 yang memasuki area tol (pejalan kaki, motor dan sepeda) menjadi pelanggaran paling banyak terjadi yakni 93,5% dari total pelanggaran [1].

Perusahaan sudah melakukan berbagai tindakan pencegahan diantaranya dengan melakukan pengawasan di area jalan tol yang terjun langsung ke lapangan dan pengawasan melalui CCTV pada ruangan Sentral Komunikasi. Namun, metode ini masih kurang efektif dalam menyelesaikan permasalahan dan mengidentifikasi pelanggaran yang terjadi.

Berdasarkan masalah tersebut, maka diperlukan sebuah sistem untuk mengidentifikasi pelanggaran lalu lintas secara otomatis di area jalan tol. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan ini

adalah dengan menggunakan teknologi *object classification*. Teknologi *object classification* yang sering digunakan di area jalan raya adalah YOLOv5 [2][3][4].

YOLOv5 merupakan *trained model* yang terdiri dari beberapa jenis model yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi perangkat yang tersedia. Secara *default*, YOLOv5 sudah bisa langsung digunakan untuk mengklasifikasikan 80 jenis objek tanpa melakukan *training dataset* kembali [5]. Penelitian ini akan memanfaatkan teknologi YOLOv5 dalam proses klasifikasi objek.

Hasil klasifikasi objek dari YOLOv5 kemudian akan dimasukkan ke dalam algoritma pendeteksian pelanggaran. Jika algoritma mendeteksi adanya pelanggaran, maka sistem akan mengirimkan notifikasi pelanggaran ke grup *Whatsapp* menggunakan library *pywhatkit* dalam *python*.

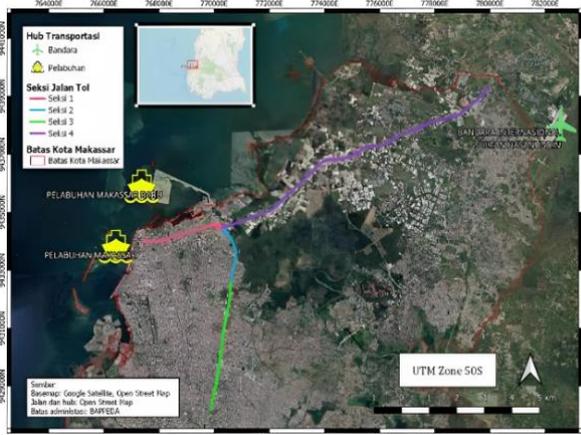
II. KAJIAN LITERATUR

A. Jalan Tol di Kota Makassar

Jalan Tol di Kota Makassar dikelola langsung oleh anak perusahaan PT. Nusantara Infrastructure Tbk yakni PT. Makassar Metro Network dan PT. Jalan Tol Seksi

Empat dengan panjang keseluruhan sekitar 21,92 km. Jalan Tol ini dibagi menjadi empat seksi yakni seksi 1, 2 3 dan 4. Peta jalan tol yang dikelola PT.MMN-JTSE dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Pusat Sentral Komunikasi, terdapat beberapa titik area rawan terjadi pelanggaran lalu lintas melawan arus, salah satunya adalah Off Ramp Rappokalling dan On Ramp Rappokalling. Untuk penelitian ini, lokasi pengamatan difokuskan di Off Ramp Rappokalling yang terdapat pada seksi 2 jalan tol, karena area ini menjadi area merah pelanggaran lalu lintas. Contoh pelanggaran yang terjadi di Off Ramp Rappokalling dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Peta Jalan Tol di Makassar



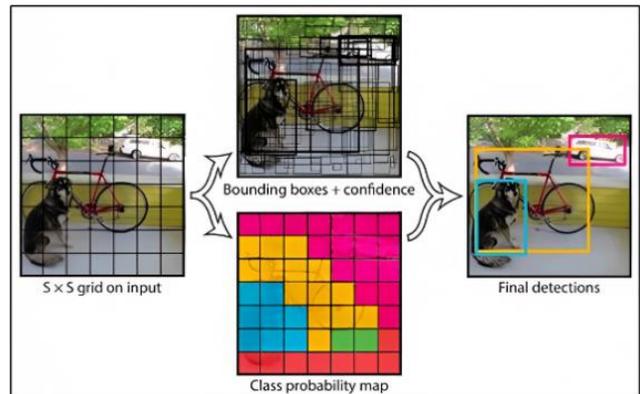
Gambar 2. Contoh Pelanggaran Melawan Arus di Tol

Gambar 2 menunjukkan pelanggar yang memasuki area tol melalui jalur yang seharusnya dilalui jika ingin keluar dari area tol. Biasanya pengguna jalan yang melanggar menghindari pembayaran akses masuk tol pada gardu pembayaran dan mempersingkat waktu tempuh. Para pelanggar akan bergerak maju ataupun mundur melalui Off Ramp untuk memasuki area jalan tol.

K. YOLOv5

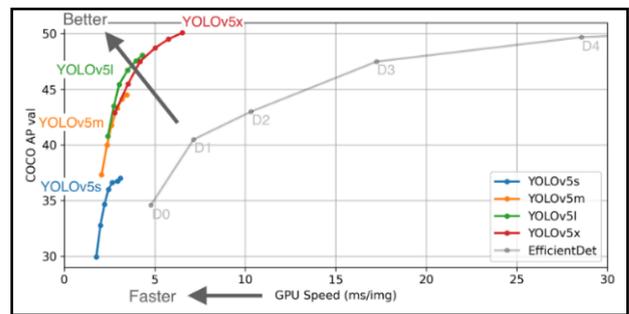
Yolov5 merupakan sebuah trained model atau model yang telah dilatih sebelumnya yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan objek umum seperti manusia, kendaraan hewan dan sebagainya [6]. Terdapat sekitar 80 kelas dalam Yolov5 yang bisa langsung digunakan untuk mengklasifikasikan objek pada gambar. Selain itu, dapat

juga dilakukan costum model dengan melakukan training model sendiri menggunakan dataset sendiri yang disediakan untuk mengidentifikasi objek sesuai kebutuhan [7]. Alur kerja Yolov5 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur Kerja Yolov5

Yolov5 sendiri terdiri dari 4 model yakni model s, m, l, dan x dimana masing-masing model memiliki perbedaan dari segi akurasi dan performa seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Model Yolov5

Sumber: github.com/ultralytics/yolov5

L. Real Time Streaming Protocol (RSTP)

Real Time Streaming Protocol (RTSP) merupakan salah satu protokol streaming yang biasa digunakan untuk komunikasi multimedia. Protokol ini memungkinkan user untuk melakukan streaming secara realtime tanpa harus mengunduh file terlebih dahulu. Kelebihan protokol RSTP adalah proses streamingnya yang lebih lancar dengan minimum delay [8].

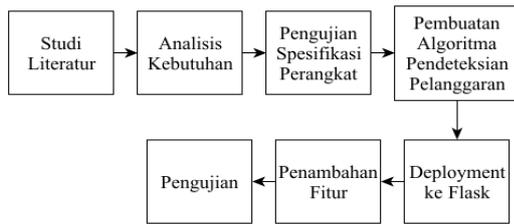
M. Framework Flask

Flask merupakan sebuah web framework yang ditulis dengan menggunakan bahasa Python dan tergolong sebagai microframework. Walaupun tergolong sebagai microframework, Flask juga cukup powerful dalam penggunaannya karena kemampuannya untuk membuat core sesederhana mungkin tapi tetap dapat dengan mudah ditambahkan [9].

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di dua lokasi yakni di Politeknik Negeri Ujung Pandang dan Kantor IT PT.MMN-

JTSE yang berlokasi di Kaluku Badoa, Makassar. Prosedur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Prosedur Penelitian

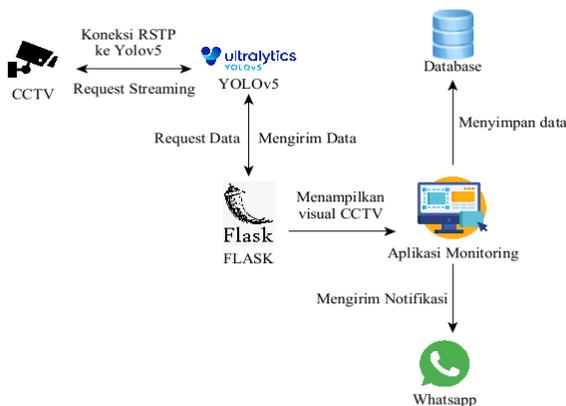
A. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan literatur-literatur ilmiah terkait dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis.

B. Analisis Kebutuhan

Selanjutnya adalah menganalisis kebutuhan berdasarkan permasalahan yang telah diketahui. Analisis kebutuhan juga dikaitkan dengan beberapa literatur yang melakukan penelitian serupa.

Berdasarkan analisis tersebut, diketahui rancangan desain sisrem yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Arsitektur Sistem

C. Pengujian Spesifikasi Perangkat

Pengujian spesifikasi perangkat dilakukan untuk mengetahui model yang paling optimal untuk dijalankan di perangkat yang telah disediakan. Adapun spesifikasi perangkat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat

Processor	Intel® Core™ i5
Graphic Card	GPU Nvidia Geforce GTX 1650, 4GB
RAM	16 GB
SSD	512 GB

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur kinerja masing-masing model s, m, x dan xl untuk mengetahui model yang paling optimal digunakan. Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai frame rate (fps) dari masing-masing model ketika dijalankan. Model dengan nilai frame rate

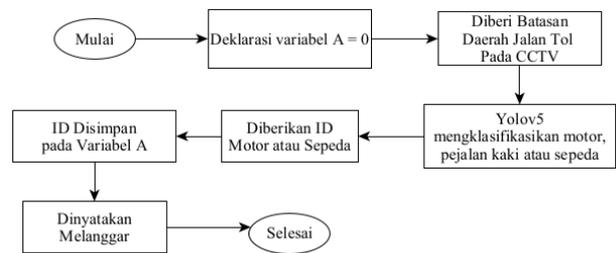
yang stabil dan optimal akan digunakan nantinya sebagai model dasar dalam pengembangan sistem.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Lee dan Hwang pada tahun 2022 menyebutkan bahwa parameter *frame rate* sangat berpengaruh terhadap kinerja sistem yang menggunakan YOLOv5 untuk mengklasifikasikan objek. Nilai *frame per second* yang dianjurkan untuk sistem yang mengklasifikasikan objek di area jalan raya berkisar 10 atau lebih fps [10].

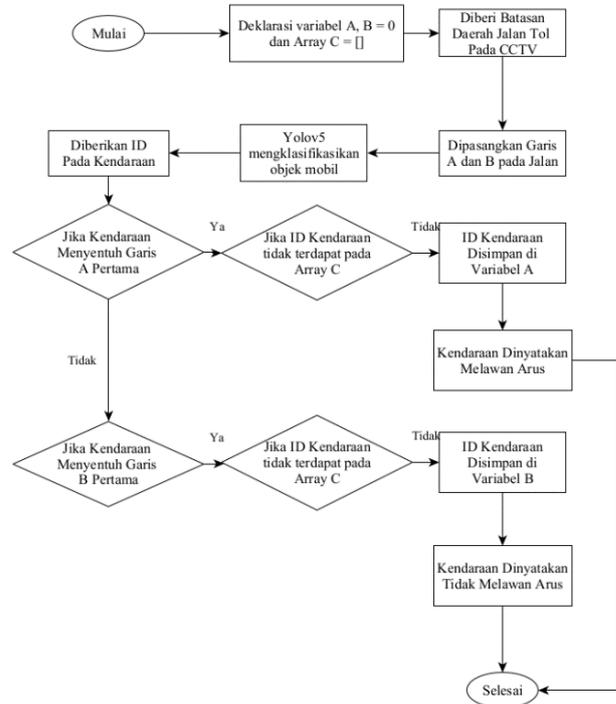
D. Pembuatan Algoritma Pendeteksian Pelanggaran

Algoritma pendeteksian pelanggaran akan dibagi menjadi dua yakni algoritma untuk mengidentifikasi pelanggaran melawan arus dan algoritma untuk mengidentifikasi pelanggaran selain pengguna roda 4 (pejalan kaki, sepeda dan motor) yang memasuki area tol.

Flowchart algoritma sistem untuk mengidentifikasi pelanggaran selain pengguna roda 4 (pejalan kaki, sepeda dan motor) yang memasuki area jalan tol dapat dilihat pada Gambar 7. Flowchart algoritma untuk mengidentifikasi pelanggaran melawan arus dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Flowchart Pendeteksian Pelanggaran Selain Roda 4 yang Memasuki Area Tol



Gambar 8. Flowchart Identifikasi Pelanggaran Melawan Arus

E. Deployment ke Flask

Pada proses ini, akan dilakukan deployment sistem monitoring ke dalam website untuk mempermudah admin dalam menjalankan dan memonitoring CCTV. Framework yang digunakan untuk membangun website adalah framework Flask.

F. Penambahan Fitur

Setelah halaman dashboard selesai, selanjutnya akan dilakukan penambahan dan pengembangan fitur-fitur untuk mempermudah monitoring. Diantara beberapa fitur yang ditambahkan yakni fitur notifikasi pelanggaran via Whatsapp, halaman grafik data pelanggaran dan halaman tabel data pelanggaran.

G. Pengujian

1) Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dibagi menjadi dua tahapan yakni akurasi sistem dalam mengklasifikasikan objek dan akurasi sistem dalam mengidentifikasi pelanggaran lalu lintas.

Akurasi sistem dalam mengklasifikasikan objek dihitung dengan membandingkan jumlah data klasifikasi yang error dengan jumlah keseluruhan data. Rumus untuk menghitung akurasi klasifikasi objek dapat dilihat pada Rumus 1.

$$akurasi = (tht-te)/(tht) \times 100\% \tag{1}$$

Keterangan :

tht = total kendaraan terhitung
te = total error

Data error dalam pengujian akurasi sistem dalam mengklasifikasikan objek dibagi menjadi 3 yakni *double detection*, salah deteksi dan tidak terdeteksi. Data *double detection* merupakan data error yang menghitung satu kendaraan sebanyak dua kali. Data salah deteksi merupakan data error dimana sistem salah mengklasifikasikan objek kendaraan. Data objek tidak terdeteksi merupakan data error dimana sistem tidak berhasil mengklasifikasikan objek di dalam gambar.

Selanjutnya akan dilakukan pengujian akurasi sistem dalam mengidentifikasi pelanggaran lalu lintas. Rumus 2 merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung akurasi sistem dalam mengidentifikasi pelanggaran lalu lintas.

$$akurasi = \frac{total\ pelanggaran - total\ error}{total\ pelanggaran} \times 100\% \tag{2}$$

Data error sistem untuk mengidentifikasi pelanggaran merupakan data pelanggaran yang tidak berhasil dideteksi oleh sistem dan ditemukan oleh petugas *Traffic Information Service* (TIS).

2) Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas dilakukan dengan menggunakan *blackbox* testing yang berfokus pada

fungsionalitas dari sistem yang dibangun, terkhusus pada input dan output sistem.

3) Pengujian Koesioner

Pengujian kuesioner bertujuan untuk mengetahui *user experience* pengguna selama menggunakan sistem yang telah dibangun. Pengujian menggunakan metode *User Experience Questionnaire* (UEQ) yakni metode pengujian yang berfokus pada usability atau kegunaan dari suatu sistem dari sisi pemakainya. Adapun skala yang digunakan untuk kuesioner ini adalah skala likert yang dibagi menjadi lima kategori pilihan dimulai dari 1 yang berarti sangat tidak setuju dan 5 yang berarti sangat setuju.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Spesifikasi Perangkat

Pengujian model s, m, l dan xl yang telah dilakukan pada perangkat keras dengan spesifikasi detail pada Tabel 1 memperoleh hasil model dengan nilai *frame per second* paling stabil dan memenuhi kriteria adalah model s dengan nilai fps sekitar 9-13 fps.

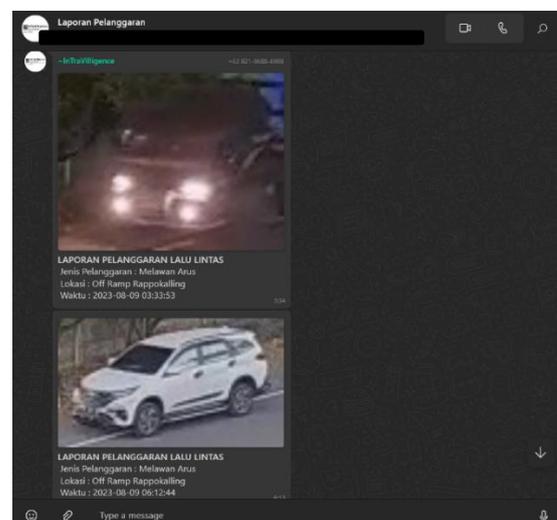
B. Aplikasi Monitoring Pelanggaran

Tampilan dashboard aplikasi monitoring pelanggaran lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Dashboard Aplikasi Monitoring Pelanggaran Lalu Lintas

Contoh notifikasi pelanggaran lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Contoh Notifikasi Pelanggaran via Whatsapp

C. Pengujian

1) Pengujian Akurasi

Akurasi sistem dalam mengklasifikasikan objek dibagi ke dalam dua kondisi yakni siang terang dan malam.

Pada kondisi siang terang diperoleh data total kendaraan sebanyak 2556 dengan jumlah error 50 data. Data tersebut kemudian dimasukkan ke dalam Rumus 1 sehingga diperoleh akurasi 98,04%.

Pada kondisi malam diperoleh data total kendaraan sebanyak 1704 dengan 119 data error. Data tersebut kemudian dimasukkan ke dalam Rumus 1 sehingga diperoleh akurasi 93,29%.

Akurasi sistem dalam mengidentifikasi pelanggaran diperoleh dengan menghimpun data total pelanggaran yang terjadi serta data error berupa pelanggaran yang tidak berhasil dideteksi oleh sistem. Total data pelanggaran yang berhasil dihimpun adalah 90 pelanggaran dengan jumlah error 8. Data tersebut kemudian dimasukkan ke dalam Rumus 2 sehingga diketahui akurasi sistem dalam mengidentifikasi pelanggaran mencapai 91,83%.

2) Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas menggunakan *blackbox testing* memperoleh hasil yang baik. Pengujian dilakukan dengan melakukan skenario testing koneksi CCTV, klasifikasi objek, mendeteksi pelanggaran, menyimpan data ke datababase serta mengirim notifikasi pelanggaran ke Whatsapp. Semua skenario berhasil dilakukan yang menandakan sistem dapat berjalan dengan baik.

3) Pengujian Kuesioner

Pengujian kuesioner dilakukan dengan membagikan kuesioner ke petugas *Traffic Information Services* (TIS) yang bertugas untuk memonitoring CCTV serta petugas IT. Setelah dilakukan analisis data kuesioner, diketahui persentase minimum yang diperoleh adalah 82.2% sedangkan persentase maksimum yang diperoleh adalah 96.5%. Semakin mendekati 100% hasil analisis kuesioner, maka semakin bagus dan memuaskan pengalaman penggunaannya. Hal ini menunjukkan bahwa sistem identifikasi pelanggaran yang telah dibangun dapat diterima dan digunakan dengan baik.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Aplikasi monitoring pelanggaran lalu lintas menggunakan Yolov5 dapat berjalan dengan baik. Sistem berhasil mengidentifikasi pelanggaran lalu lintas dengan akurasi yang cukup baik mencapai 91.83%.
2. Akurasi sistem dalam mengklasifikasikan objek menggunakan Yolov5 model s pada siang hari mencapai 98.04% sedangkan pada malam hari mencapai 93.29%.

3. Model s menjadi model yang paling optimal digunakan berdasarkan perangkat keras yang digunakan untuk penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan penuh kasih sayang selama penelitian, institusi Politeknik Negeri Ujung Pandang, PT. Makassar Metro Network dan PT. Jalan Tol Seksi Empat serta teman-teman Alpha19 yang selalu menemani dan membantu selama proses penelitian.

REFERENSI

- [1] Nusantara Infrastructure, "Devisi Operasional Lalu Lintas PT. Makassar Metro Network dan PT. Jalan Tol Seksi Empat," 2022.
- [2] M. Dasgupta, O. Bandyopadhyay, and S. Chatterji, "Automated helmet detection for multiple motorcycle riders using CNN," in *2019 IEEE Conference on Information and Communication Technology*, 2019, pp. 1–4.
- [3] Y. Zhang, Z. Guo, J. Wu, Y. Tian, H. Tang, and X. Guo, "Real-Time Vehicle Detection Based on Improved YOLO v5," *Sustainability*, vol. 14, no. 19, p. 12274, 2022.
- [4] D. I. Mulyana and M. A. Rofik, "Implementasi Deteksi Real Time Klasifikasi Jenis Kendaraan Di Indonesia Menggunakan Metode YOLOV5," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, no. 3, pp. 13971–13982, 2022.
- [5] Ultralytics, "Yolov5," 2022. <https://github.com/ultralytics/yolov5> (accessed Feb. 02, 2023).
- [6] F. Akhyar, L. Novamizanti, and T. Riantiarni, "Sistem Inspeksi Cacat pada Permukaan Kayu menggunakan Model Deteksi Obyek YOLOv5," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 10, no. 4, p. 990, 2022.
- [7] Y. Fang, X. Guo, K. Chen, Z. Zhou, and Q. Ye, "Accurate and Automated Detection of Surface Knots on Sawn Timbers Using YOLO-V5 Model.," *BioResources*, vol. 16, no. 3, 2021.
- [8] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You only look once: Unified, real-time object detection," in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2016, pp. 779–788.
- [9] R. Irsyad, "Penggunaan Python Web Framework Flask Untuk Pemula," 2018.
- [10] J. Lee and K. Hwang, "YOLO with adaptive frame control for real-time object detection applications," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 81, no. 25, pp. 36375–36396, 2022, doi: 10.1007/s11042-021-11480-0.