

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI ALGORITMA YOLO PADA
COMPUTER VISION UNTUK MELAKUKAN
MONITORING KONDISI LALU LINTAS
MENGUNAKAN DRONE**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

I Wayan Arya Paramartha Adi Pratama Putra
NIM.2015344020

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan di area pertigaan dan persimpangan Rektorat Universitas Udayana, dengan pengambilan data dilakukan pada tiga rentang waktu berbeda, yaitu pukul 07.00 hingga 08.00 pada pagi hari, 12.00 hingga 13.00 pada siang hari, dan 16.30 hingga 17.30 pada sore hari, guna mewakili variasi kondisi pencahayaan serta kepadatan lalu lintas. Pemantauan kondisi lalu lintas memiliki peran penting dalam menjaga kelancaran mobilitas masyarakat maupun wisatawan, terutama di kawasan pariwisata seperti Bali. Keterbatasan sistem pemantauan konvensional yang kurang fleksibel dan lambat dalam penyajian informasi mendorong perlunya teknologi alternatif. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan lalu lintas pada Computer Vision dengan algoritma YOLO (You Only Look Once) untuk mendeteksi serta mengklasifikasikan kendaraan dari citra udara menggunakan drone. Sistem dibangun menggunakan drone multirotor dengan frame S500, flight controller Pixhawk 2.4.8, serta kamera VTX sebagai perangkat akuisisi data. Drone diterbangkan secara autonomous menggunakan Mission Planner, sedangkan data video diproses pada laptop dengan algoritma YOLO. Hasil deteksi kendaraan langsung ditampilkan dalam bentuk bounding box, label objek, serta jumlah kendaraan tanpa memerlukan pemrosesan tambahan. Hasil pengujian menunjukkan kinerja deteksi yang tinggi, dengan rata-rata akurasi 92,4%, presisi 91,8%, recall 90,5%, dan F1-score 91,1%. Analisis kepadatan lalu lintas mendeteksi rata-rata 16 kendaraan, dengan tingkat kepadatan 0,7% pada pagi dan siang hari, serta 1,2% pada sore hari. Dari sisi performa perangkat keras, drone mampu beroperasi sekitar 20 menit menggunakan baterai Li-ion 4S2P berkapasitas 8000 mAh. Hal ini membuktikan bahwa sistem tetap stabil pada berbagai kondisi pencahayaan, sekaligus mampu menyajikan informasi lalu lintas baik dalam format visual maupun numerik. Dengan temuan tersebut, integrasi drone dan algoritma YOLO berpotensi menjadi solusi pemantauan lalu lintas yang modern, efisien, fleksibel, serta adaptif bagi kawasan perkotaan maupun destinasi wisata.

Kata Kunci: Drone, YOLO, Computer Vision, Lalu Lintas

ABSTRACT

This research was conducted at the T-junction and intersection near the Rectorate of Udayana University, with data collection carried out at three different time intervals: 07.00–08.00 in the morning, 12.00–13.00 at noon, and 16.30–17.30 in the afternoon, in order to represent variations in lighting conditions and traffic density. Traffic monitoring plays an important role in ensuring smooth mobility for both residents and tourists, particularly in tourism areas such as Bali. The limitations of conventional monitoring systems, which are often less flexible and relatively slow in providing information, highlight the need for alternative technologies. This study developed a traffic monitoring system based on Computer Vision using the YOLO (You Only Look Once) algorithm to detect and classify vehicles from aerial imagery captured by a drone. The system was built using a multirotor drone with an S500 frame, Pixhawk 2.4.8 flight controller, and a VTX camera as the data acquisition device. The drone was operated autonomously through Mission Planner, while the video data was processed on a laptop using the YOLO algorithm. The detection results were immediately displayed in the form of bounding boxes, object labels, and vehicle counts without requiring additional processing. The experimental results showed high detection performance, with an average accuracy of 92.4%, precision of 91.8%, recall of 90.5%, and an F1-score of 91.1%. Traffic density analysis detected an average of 16 vehicles, with density levels of 0.7% in the morning and noon and 1.2% in the afternoon. From a hardware perspective, the drone was able to operate for approximately 20 minutes using a Li-ion 4S2P battery with a capacity of 8000 mAh. These findings demonstrate that the system can operate stably under various lighting conditions while providing traffic information in both visual and numerical formats. With these results, the integration of drones and the YOLO algorithm shows strong potential as a modern, efficient, flexible, and adaptive solution for traffic monitoring in both urban areas and tourism destinations.

Keywords: Drone, YOLO, Computer Vision, Traffic

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.5.1 Manfaat Akademik	3
1.5.2 Manfaat Aplikatif	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Autonomous Flight.....	7
2.2.2 Computer Vision	9
2.2.3 Machine Learning.....	10
2.2.4 Deep Learning	10
2.2.5 Convolutional Neural Networks (CNN).....	11
2.2.6 You Only Look Once (YOLO).....	12
2.2.7 Evaluasi Kinerja Sistem.....	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Rancangan Sistem	16
3.1.1 Rancangan Hardware.....	16
3.1.2 Rancangan Software	28
3.2 Pembuatan Alat	33
3.2.1 Langkah Pembuatan Alat.....	33

3.2.2	Alat Dan Bahan	37
3.3	Metode Pengambilan Data	40
3.4	Hasil Yang Diharapkan	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1.	Hasil Implementasi Sistem	44
4.1.1.	Implementasi Hardware	45
4.1.2.	Implementasi Software	48
4.2.	Hasil Pengujian	62
4.2.1.	Hasil Penerbangan dan Waypoint Navigation	62
4.2.2.	Hasil Pelatihan Model	64
4.2.3.	Hasil Perhitungan Performa Evaluasi Model	66
4.2.4.	Hasil Perhitungan Kepadatan Jalan	71
4.2.5.	Hasil Pengujian Deteksi Kendaraan	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		78
5.1	Kesimpulan	78
5.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA		80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Software Mission Planner	8
Gambar 2.2 Arsitektur dari CNN.....	12
Gambar 2.3 Lapisan dari CNN	12
Gambar 2.4 Cara Kerja YOLO	13
Gambar 3.1 Block Diagram	19
Gambar 3.2 Diagram Perspektif Drone Dalam Sistem Pemantauan Lalu Lintas	19
Gambar 3.3 Wiring Diagram	20
Gambar 3.4 Flowchart langkah kerja sistem	23
Gambar 3.5 Design rancangan Drone Tampak Atas	26
Gambar 3.6 Design rancangan Drone Tampak Bawah.....	26
Gambar 3.7 Design rancangan Drone Tampak Depan	27
Gambar 3.8 Design rancangan Drone Tampak Belakang.....	27
Gambar 3.9 Design rancangan Drone Tampak Samping Kiri	27
Gambar 3.10 Design rancangan Drone Tampak Samping Kanan	28
Gambar 3.11 Rancangan Pengembangan Model Computer Vision	28
Gambar 3.12 Contoh Tampilan Upload Dataset Roboflow.....	29
Gambar 3.13 Contoh Proses Pelabelan Dataset.....	30
Gambar 3.14 Contoh Proses Preprocessing Dataset.....	30
Gambar 3.15 Contoh Proses Augmentation Dataset	31
Gambar 3.16 Contoh Proses Membagi Data (Splitting Dataset)	32
Gambar 3.17 Contoh Ekspor Ke Format YOLO	32
Gambar 3.18 Contoh Tampilan Google Colab	33
Gambar 3.20 Flowchart alur pembuatan alat.....	36
Gambar 4.1 Tampak Atas Alat	45
Gambar 4.2 Tampak Depan Alat	46
Gambar 4.3 Tampak Samping Alat	46
Gambar 4.4 Penempatan ground station dan drone untuk pengujian monitoring lalu lintas.....	47
Gambar 4.5 Tampilan Software Mission Planner.....	50
Gambar 4.6 Proses Upload Dataset	51
Gambar 4.7 Proses Anotasi/Melebeling Dataset	51

Gambar 4.8 Split Dataset	52
Gambar 4. 9 Preprocessing Dataset	52
Gambar 4.10 Augmentasi Dataset	53
Gambar 4.11 Augmentasi Dataset	53
Gambar 4.12 Mengimpor Dataset dari Roboflow	54
Gambar 4.13 Instalasi Library Pendukung	54
Gambar 4.14 Pelatihan Model YOLOv8	55
Gambar 4.15 Mengekspor Hasil Pelatihan	55
Gambar 4.16 Menyimpan Hasil Pelatihan.....	56
Gambar 4.17 Tampilan Pycharm	57
Gambar 4.18 Kode program Python untuk pemanggilan model YOLO dan penentuan bobot tiap jenis kendaraan	57
Gambar 4.19 Kode fungsi untuk menghitung status lalu lintas dan persentase kepadatan berdasarkan jumlah kendaraan terdeteksi	58
Gambar 4.20 Kode IoU, NMS untuk menghapus deteksi ganda, dan fungsi panel informasi bersudut membulat	59
Gambar 4.21 Kode pembacaan kamera, deteksi YOLO, NMS, dan penampilan label kendaraan	60
Gambar 4.22 Kode untuk menampilkan panel informasi jumlah kendaraan, status lalu lintas, dan persentase kepadatan pada hasil deteksi.....	61
Gambar 4.23 contoh Pembuatan Waypoint	64
Gambar 4.24 Saat Penerbangan Misi Waypoint Mode Auto.....	64
Gambar 4.26 Hasil Pelatihan Model.....	65
Gambar 4.27 Hasil Confusion Matrix.....	66
Gambar 4.28 Grafik Hasil Pengujian Accuracy	67
Gambar 4.29 Grafik Perhitungan presisi (Precision), rekal (Recall), dan F1-Score	69
Gambar 4.30 Simulasi Jumlah Mobil Maksimal dalam Suatu Jalan	72
Gambar 4.31 Simulasi Jumlah Bus Maksimal dalam Suatu Jalan.....	72
Gambar 4.32 Simulasi Jumlah Truk Maksimal dalam Suatu Jalan	73
Gambar 4.33 Simulasi Jumlah Motor Maksimal dalam Suatu Jalan.....	74
Gambar 4.34 Pengujian Deteksi Kendaraan Pada Pagi Hari	75
Gambar 4.35 Pengujian Deteksi Kendaraan Pada Siang Hari	76
Gambar 4.36 Pengujian Deteksi Kendaraan Pada Sore Hari.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Keterangan Wiring Diagram.....	21
Tabel 3.2 Inisialisasi pin komponen pada Flight Controller.....	21
Tabel 3.3 Alat-alat yang digunakan.....	37
Tabel 3.4 Bahan dan Komponen Perangkat Keras	38
Tabel 3.5 Bahan dan Komponen Perangkat Lunak	39
Tabel 3.6 Bahan Pendukung dan Aksesori	39
Tabel 3.7 Pengujian Penerbangan dan Waypoint Navigation	40
Tabel 3.9 Pengujian Deteksi Kendaraan dengan YOLO	41
Tabel 3.10 Pengujian Accuracy Deteksi Kendaraan dengan YOLO.....	42
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Penerbangan dan Waypoint Navigation.....	63
Tabel 4.3 Hasil Pelatihan Model.....	65
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Accuracy.....	66
Tabel 4.5 Perhitungan presisi (Precision), rekal (Recall), dan F1-Score.....	68
Tabel 4.6 Daya Tampung Jalan untuk Mobil	72
Tabel 4.7 Daya Tampung Jalan untuk Bus	73
Tabel 4.8 Daya Tampung Jalan untuk Truk	73
Tabel 4.9 Daya Tampung Jalan untuk Motor	74
Tabel 4.10 Pengujian Deteksi Kendaraan Pada Pagi Hari.....	75
Tabel 4.11 Pengujian Deteksi Kendaraan Pada Siang Hari.....	76
Tabel 4.12 Pengujian Deteksi Kendaraan Pada Sore Hari.....	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah kendaraan, mobilitas wisatawan, keterbatasan infrastruktur, dan tingginya aktivitas pariwisata telah menyebabkan kondisi lalu lintas semakin padat. Hal ini khususnya terlihat di Bali, yang memiliki kompleksitas tersendiri dalam pengelolaan transportasi. Upaya untuk menanggulangi permasalahan tersebut memerlukan dukungan teknologi modern serta manajemen lalu lintas yang terkoordinasi, agar mobilitas masyarakat dan wisatawan dapat berlangsung dengan lancar.

Perkembangan teknologi berbasis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) telah menghadirkan solusi potensial dalam berbagai bidang, termasuk pengelolaan lalu lintas. Salah satu pendekatan yang relevan adalah pemanfaatan drone berbasis Computer Vision dengan algoritma YOLO (You Only Look Once), yang dikenal memiliki keunggulan dalam mendeteksi serta mengklasifikasikan objek dengan cepat dan akurat[1].

Implementasi teknologi ini memungkinkan pengumpulan data lalu lintas yang lebih komprehensif, seperti jumlah kendaraan, pola pergerakan, serta identifikasi titik-titik rawan kepadatan. Informasi tersebut dapat dimanfaatkan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif oleh pemerintah maupun pihak terkait. Selain itu, penggunaan drone memberikan fleksibilitas untuk memantau area yang sulit dijangkau oleh metode konvensional, sehingga meningkatkan efisiensi serta efektivitas pemantauan.

Dengan mengintegrasikan teknologi modern seperti drone dan algoritma YOLO, pengelolaan lalu lintas dapat dilakukan dengan pendekatan yang lebih inovatif dan adaptif[2]. Hal ini tidak hanya penting untuk mendukung keberlanjutan transportasi di Bali, tetapi juga dapat dijadikan model penerapan di wilayah lain dengan karakteristik serupa.

Penelitian ini mengusulkan penerapan sistem berbasis drone dengan algoritma YOLO untuk pemantauan kondisi lalu lintas. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem yang mampu mendeteksi kendaraan dari sudut pandang udara, khususnya di kawasan pariwisata dengan mobilitas tinggi, sehingga diperoleh informasi lalu lintas yang akurat dan efisien.

Proses pengembangan sistem dimulai dari perancangan perangkat keras berupa drone yang dilengkapi kamera untuk menangkap citra video dari udara. Drone dirancang agar mampu terbang secara autonomous dengan bantuan sistem navigasi GPS serta mekanisme stabilisasi, sehingga dapat menghasilkan data visual yang jelas dan konsisten.

Tahap berikutnya adalah pengembangan perangkat lunak berbasis Computer Vision dengan algoritma YOLO, yang digunakan untuk menganalisis citra maupun video yang diperoleh drone. Algoritma ini dilatih menggunakan dataset kendaraan yang bervariasi (mobil, motor, bus, dan truk) dengan beragam sudut pandang dan kondisi, sehingga mampu mendeteksi objek secara lebih andal.

Metode deteksi objek ini memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi jumlah kendaraan dan menyajikan informasi dalam bentuk visual maupun numerik[3]. Manfaat penelitian ini mencakup dua bidang utama: (1) transportasi, di mana sistem dapat memberikan informasi kondisi jalan yang dapat digunakan dalam pengaturan lalu lintas maupun penyediaan data bagi pengendara, dan (2) teknologi informasi, di mana penelitian ini berkontribusi terhadap pengembangan teknologi Computer Vision dan kecerdasan buatan yang juga dapat diterapkan pada bidang lain, seperti keamanan dan pemantauan lingkungan.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat tercipta solusi berbasis teknologi yang inovatif dan berkelanjutan untuk mendukung mobilitas masyarakat dan wisatawan di kawasan perkotaan maupun destinasi wisata, sekaligus menjadi model penerapan bagi wilayah lain dengan kebutuhan serupa.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang disampaikan di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimanakah rancangan dan implementasi *computer vision* dengan algoritma *YOLO* menggunakan drone untuk *monitoring* kendaraan dan kondisi lalu lintas ?
2. Bagaimana menentukan *waypoint* dalam *Mission Planner*?
3. Bagaimanakah cara mengoptimalkan algoritma deteksi objek (*YOLO*) agar mampu mengenali kendaraan dari sudut pandang udara?
4. Bagaimanakah sistem *computer vision* saat mendeteksi kendaraan pada saat kamera dengan keadaan bergerak dalam berbagai kondisi pencahayaan seperti pagi, siang, dan sore hari?

1.3 Batasan Masalah

Dalam menghasilkan penelitian yang sesuai dengan yang diharapkan dan tidak melebar dari permasalahan yang diangkat, maka diperlukan suatu batasan masalah agar penelitian sesuai dengan judul. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Algoritma *YOLO* yang digunakan pada deteksi dan klasifikasi objek kendaraan (mobil, motor, bus, dan truk) tanpa mencakup pengenalan jenis kendaraan secara spesifik.
2. Waktu pengoperasian *drone* dibatasi agar efisiensi konsumsi daya tetap terjaga selama digunakan untuk *monitoring*.
3. *Monitoring* dilakukan pada area sekitaran kampus Politeknik Negeri Bali.
4. Sistem pendeteksian kendaraan pada *drone* dilakukan pada ketinggian 25 meter

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari uraian latar belakang dan rumusan masalah yang disampaikan diatas, tujuan penelitian ini yaitu :

1. Dapat merancang dan mengimplementasikan *computer vision* dengan algoritma *YOLO* menggunakan *drone* untuk *monitoring* kendaraan dan kondisi lalu lintas.
2. Dapat menentukan *waypoint* dalam *Mission Planner*?
3. Dapat mengetahui cara mengoptimalkan algoritma deteksi objek (*YOLO*) agar mampu mengenali kendaraan dari sudut pandang udara?
4. Dapat mengetahui sistem *computer vision* saat mendeteksi kendaraan pada saat kamera dengan keadaan bergerak dalam berbagai kondisi pencahayaan seperti pagi, siang, dan sore hari?

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dari dilaksanakannya penelitian ini yaitu :

1.5.1 Manfaat Akademik

1. Menghasilkan inovasi dalam penerapan kecerdasan buatan (*AI*) dan *computer vision*, khususnya untuk pengembangan metode deteksi lalu lintas.
2. Menambah wawasan akademik terkait implementasi algoritma *YOLO* pada sistem *drone* untuk deteksi dan klasifikasi objek.
3. Mendukung penelitian lanjutan yang berkaitan dengan penerapan *AI*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Rancangan dan Implementasi Sistem Perancangan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan perangkat keras drone dan perangkat lunak pendukung. Drone multirotor menggunakan frame S500 dengan konfigurasi motor Sunnysky X2216-9 KV950, propeller 1045, ESC 40A, flight controller Pixhawk 2.4.8, GPS M10, kamera VTX sebagai perangkat akuisisi data, serta baterai Li-ion 4S2P berkapasitas 8000 mAh. Drone mampu terbang selama ± 20 menit dengan kondisi beban penuh. Sistem ini dikendalikan secara autonomous melalui Mission Planner, sedangkan data video dikirim ke laptop untuk diproses menggunakan algoritma YOLO. Implementasi ini menghasilkan sistem pemantauan berbasis udara yang mampu melakukan deteksi dan klasifikasi kendaraan dengan cepat serta menampilkan informasi berupa bounding box, label objek, dan jumlah kendaraan.
2. Penentuan Waypoint dengan Mission Planner Waypoint ditentukan melalui peta digital pada Mission Planner dengan memasukkan titik-titik koordinat sesuai area pengamatan. Jalur penerbangan disusun agar mencakup seluruh area pemantauan dengan mempertimbangkan ketinggian terbang, jarak tempuh, sudut pandang kamera, dan keamanan penerbangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa drone dapat mengikuti jalur penerbangan sesuai rencana tanpa penyimpangan yang signifikan, sehingga data yang diperoleh sistematis, konsisten, dan dapat diulang untuk keperluan evaluasi maupun perbandingan hasil.
3. Optimasi Algoritma YOLO Algoritma YOLO dioptimalkan melalui pelatihan ulang menggunakan dataset kendaraan dari sudut pandang udara, serta penerapan teknik augmentasi data seperti rotasi, flipping, scaling, dan penyesuaian pencahayaan. Langkah ini membuat model lebih adaptif terhadap variasi kondisi lingkungan. Hasil pengujian menunjukkan performa deteksi yang tinggi, dengan akurasi rata-rata 92,4%, presisi 91,8%, recall 90,5%, dan F1-score 91,1%. Hal ini membuktikan bahwa optimasi berhasil meningkatkan kemampuan sistem dalam mengenali kendaraan meskipun dengan perbedaan sudut pandang dari citra udara.
4. Performa pada Variasi Pencahayaan Sistem diuji dalam kondisi pencahayaan yang berbeda, yaitu pagi, siang, dan sore hari. Hasil pengujian menunjukkan kemampuan sistem untuk tetap mendeteksi kendaraan secara stabil. Rata-rata terdeteksi 16 kendaraan pada area uji, dengan kepadatan lalu lintas 0,7% pada pagi dan siang hari,

serta meningkat menjadi 1,2% pada sore hari. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma YOLO mampu bekerja secara konsisten meskipun terdapat perbedaan intensitas cahaya, sehingga sistem dapat diandalkan pada berbagai kondisi lingkungan.

5.2 Saran

1. Pengembangan Daya Tahan Penerbangan

Durasi terbang drone masih terbatas pada ± 20 menit. Untuk meningkatkan efektivitas pemantauan, perlu dipertimbangkan penggunaan baterai dengan kapasitas lebih besar, teknologi swappable battery, atau integrasi solar charging system agar drone dapat terbang lebih lama.

2. Peningkatan Kualitas Kamera dan Sensor

Kamera yang digunakan masih terbatas pada kamera VTX standar. Penggunaan kamera dengan resolusi lebih tinggi, sensor multispektral, atau thermal camera dapat meningkatkan akurasi deteksi kendaraan, terutama pada kondisi minim cahaya atau saat cuaca kurang mendukung.

3. Penggunaan Algoritma Deteksi yang Lebih Mutakhir

Meskipun YOLO sudah cukup optimal, penelitian lanjutan dapat menggunakan versi terbaru seperti YOLOv8 atau kombinasi dengan algoritma lain (ensemble learning) untuk memperoleh deteksi yang lebih presisi serta memperluas jenis objek yang dapat dikenali.

4. Integrasi dengan Sistem Manajemen Lalu Lintas

Penelitian ini masih terbatas pada proses deteksi kendaraan. Ke depannya, sistem dapat dikembangkan untuk terhubung langsung dengan traffic control system atau dashboard manajemen lalu lintas agar hasil pemantauan dapat dimanfaatkan secara langsung oleh pihak berwenang.

5. Pengujian pada Skala yang Lebih Luas

Uji coba penelitian masih dilakukan pada area terbatas. Penelitian selanjutnya diharapkan mencakup area perkotaan yang lebih kompleks dengan volume kendaraan lebih tinggi, sehingga sistem dapat dievaluasi lebih menyeluruh dalam skenario lalu lintas nyata.

6. Peningkatan Stabilitas Drone pada Kondisi Cuaca

Pengujian lebih lanjut pada kondisi angin kencang, hujan, atau cuaca ekstrem lainnya perlu dilakukan untuk memastikan sistem tetap stabil. Hal ini penting agar drone benar-benar siap digunakan dalam berbagai situasi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Redmon and A. Farhadi, “YOLOv3: An Incremental Improvement,” Apr. 08, 2018, arXiv: arXiv:1804.02767. doi: 10.48550/arXiv.1804.02767.
- [2] L. Zhu, J. Xiong, F. Xiong, H. Hu, and Z. Jiang, “YOLO-Drone: Airborne real-time detection of dense small objects from high-altitude perspective,” Oct. 11, 2023, arXiv: arXiv:2304.06925. doi: 10.48550/arXiv.2304.06925.
- [3] S. Phatangare, R. A. Sakpal, S. N. Kasurde, S. S. Punde, and S. S. Khan, “Real-Time Traffic Management Using Deep Learning and Object Detection using YOLOv8,” in 2024 15th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT), Jun. 2024, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICCCNT61001.2024.10725412.
- [4] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, “You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection,” presented at the Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016, pp. 779–788. Accessed: Jan. 23, 2025. [Online]. Available: https://www.cv-foundation.org/openaccess/content_cvpr_2016/html/Redmon_You_Only_Look_C_VPR_2016_paper.html
- [5] M. Afifi, Y. Ali, K. Amer, M. Shaker, and M. ElHelw, “Robust Real-time Pedestrian Detection in Aerial Imagery on Jetson TX2,” May 16, 2019, arXiv: arXiv:1905.06653. doi: 10.48550/arXiv.1905.06653.
- [6] Y. Zhu, Y. Wang, Y. An, H. Yang, and Y. Pan, “Real-Time Vehicle Detection and Urban Traffic Behavior Analysis Based on UAV Traffic Videos on Mobile Devices,” Feb. 26, 2024, arXiv: arXiv:2402.16246. doi: 10.48550/arXiv.2402.16246.
- [7] X. Zhu, S. Lyu, X. Wang, and Q. Zhao, “TPH-YOLOv5: Improved YOLOv5 Based on Transformer Prediction Head for Object Detection on Drone-captured Scenarios,” Aug. 26, 2021, arXiv: arXiv:2108.11539. doi: 10.48550/arXiv.2108.11539.
- [8] Muh. Ikbali and R. A. Saputra, “PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS MENGGUNAKAN METODE YOLOV8,” *JIKA J. Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 204, Apr. 2024, doi: 10.31000/jika.v8i2.10609.
- [9] A. W. Sudjana and H. Supeno, “Implementasi Deep Learning untuk Object Detection Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once) pada Rambu Lalu Lintas di Indonesia”.
- [10] F. Jupiter, E. S. Negara, Y. N. Kunang, and M. I. Herdiansyah, “Implementasi Algoritma CNN dan YOLO untuk Mendeteksi Jenis Kendaraan pada Jalan Raya,” *Explore J. Sist. Inf. Dan Telematika Telekomun. Multimed. Dan Inform.*, vol. 14, no. 2, Art. no. 2, Dec. 2023, doi: 10.36448/jsit.v14i2.3259.

- [11] M. Siahaan, S. M. Tarigan, T. Ningsih, S. Simangunsong, and R. Hikmawan, “EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI PEMAKAIAN DRONE TIPE FIXED WING PADA PEMETAAN KEBUN DAN SENSUS POHON KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq),” *J. Agro Estate*, vol. 5, no. 1, Art. no. 1, Jun. 2021, doi: 10.47199/jae.v5i1.79.
- [12] A. W. Suryanto and A. R. Kardian, “Deteksi Pelanggaran Lalu Lintas Tidak Menggunakan Helm Dengan YOLO V4 Pada Sistem ETLE,” *J. Tek. Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 129–134, Aug. 2023, doi: 10.31294/jtk.v9i2.14798.
- [13] J. Kwak and Y. Sung, “Autonomous UAV Flight Control for GPS-Based Navigation,” *IEEE Access*, vol. 6, pp. 37947–37955, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2854712.
- [14] J. Chintanadilok, S. Patel, Y. Zhuang, and A. Singh, “Mission Planner: An Open-Source Alternative to Commercial Flight Planning Software for Unmanned Aerial Systems: AE576/AE576, 8/2022,” *EDIS*, vol. 2022, no. 4, Aug. 2022, doi: 10.32473/edis-ae576-2022.
- [15] F. Aulia, “Computer Vision dan Pengolahan Citra Digital”.
- [16] L. Hoki, V. Augusman, and D. Aryanto, “PENERAPAN MACHINE LEARNING UNTUK MENGATEGORIKAN SAMPAH PLASTIK RUMAH TANGGA”.
- [17] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*. MIT Press, 2016.
- [18] A. Radford, K. Narasimhan, T. Salimans, and I. Sutskever, “Improving Language Understanding by Generative Pre-Training”.
- [19] K. O’Shea and R. Nash, “An Introduction to Convolutional Neural Networks,” Dec. 02, 2015, arXiv: arXiv:1511.08458. doi: 10.48550/arXiv.1511.08458.
- [20] R. Yamashita, M. Nishio, R. K. G. Do, and K. Togashi, “Convolutional neural networks: an overview and application in radiology,” *Insights Imaging*, vol. 9, no. 4, Art. no. 4, Aug. 2018, doi: 10.1007/s13244-018-0639-9.
- [21] P. A. W. Santiary, I. K. Swardika, D. A. I. C. Dewi, and I. B. K. Sugirianta, “Intra-class deep learning object detection on embedded computer system,” *IAES Int. J. Artif. Intell. IJ-AI*, vol. 13, no. 1, p. 430, Mar. 2024, doi: 10.11591/ijai.v13.i1.pp430-439.
- [22] P. W. B. Putrawan, D. E. M. Yuniarno, and A. Kurniawan, “DETEKSI DAN MONITORING KEMACETAN BERBASIS CITRA STREAMING VIDEO MENGGUNAKAN UNMANNED AERIAL VEHICLE TIPE FIXED WING DENGAN METODE YOLO”.