

# Mendeteksi Pelanggaran Zebra Cross Menggunakan Drone

1<sup>st</sup> Hadid Candra Diputra  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

hadidcandra@student.telkomuniversity.  
ac.id

2<sup>th</sup> Casi Setianingsih  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

setiacasie@telkomuniversity.ac.id

3<sup>th</sup> Anggunmeka Luhur Prasasti  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

anggunmeka@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak** — Lalu lintas yang semakin padat dan kompleks di Indonesia telah menyebabkan meningkatnya risiko pelanggaran lalu lintas yang mampu mengancam keselamatan pengguna jalan. Metode konvensional untuk mendeteksi pelanggaran lalu lintas, seperti kamera CCTV, memiliki keterbatasan pada cakupan area dan mobilitasnya. Hal ini menyulitkan upaya penegakan hukum dan mengakibatkan tingginya angka pelanggaran yang tidak terdeteksi. Dalam konteks ini, penggunaan drone sebagai alat pemantauan lalu lintas menawarkan potensi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas deteksi pelanggaran lalu lintas. Studi ini mengusulkan sistem deteksi pelanggaran lalu lintas berbasis drone yang mengintegrasikan teknologi penginderaan visual dan kecerdasan buatan. Drone mampu mencakup area yang lebih luas dan dapat menjangkau lokasi yang sulit dijangkau oleh kamera tetap. Dengan menggabungkan teknologi drone dan object detection akan digunakan untuk mendeteksi pelanggaran berhenti di atas garis zebra cross. Data yang diperoleh dari drone akan diproses secara real-time dan dapat diakses oleh pihak penegak hukum untuk ditindak lebih lanjut. Drone mampu mendeteksi jenis pelanggaran lalu lintas yang disebutkan di atas dengan akurasi yang cukup memuaskan. Kombinasi teknologi drone, object detection dan optical character recognition menghasilkan sistem yang dapat secara efektif mengidentifikasi pelanggaran lalu lintas dengan ketepatan waktu yang tinggi.

**Kata kunci**— Drone , zebra cross , Object Detection, Optical Character Recognition.

## I. PENDAHULUAN

Dalam era modern ini, tantangan pengawasan keamanan semakin kompleks dengan pertumbuhan populasi dan infrastruktur yang pesat. Pengawasan keamanan tradisional, yang melibatkan petugas keamanan manusia, memiliki keterbatasan dalam pemantauan wilayah yang luas dan dalam situasi di mana akses fisik terbatas. Dalam situasi seperti ini, teknologi pengawasan yang lebih canggih dan efektif sangat dibutuhkan.

Drone, sebagai alat yang memungkinkan mobilitas dan pemantauan udara, telah menjadi solusi yang menjanjikan dalam memenuhi kebutuhan pengawasan keamanan modern. Kelebihan mobilitas dan fleksibilitas drone memungkinkannya mengakses area yang sulit dijangkau oleh

petugas keamanan manusia. Selain itu, kemampuan drone untuk mengumpulkan data visual secara real-time membuka potensi pengembangan sistem pendeteksian pelanggaran yang efisien.

Namun, penerapan teknologi drone dalam pengawasan keamanan juga menimbulkan tantangan. Data yang dihasilkan oleh drone dapat menjadi sangat besar dan kompleks, sehingga memerlukan teknologi pendeteksian dan analisis yang canggih untuk mengidentifikasi situasi pelanggaran dengan akurat. Selain itu, drone harus memiliki kemampuan pendeteksian dan respons yang cepat untuk menghindari terjadinya pelanggaran yang tidak terdeteksi.

Mengatasi tantangan ini memerlukan integrasi teknologi penglihatan komputer dan kecerdasan buatan dalam pengembangan sistem pendeteksian pelanggaran menggunakan drone. Dengan mengimplementasikan model deteksi objek yang canggih dan teknik analisis data yang tepat, drone dapat dijadikan alat yang sangat efektif dalam mendukung pengawasan keamanan modern.

Oleh karena itu, penelitian dan pengembangan dalam mendeteksi pelanggaran menggunakan drone sangatlah relevan. Dalam proyek ini, kami bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pendeteksian pelanggaran yang dapat diintegrasikan dengan drone, mengatasi keterbatasan pengawasan manusia tradisional, dan membantu menciptakan lingkungan yang lebih aman dan terlindungi.

Pada penelitian yang kami lakukan, kami menggunakan pengemudi dan kendaraan bermotor sebagai objek yang dikumpulkan ke dalam dataset. Dari program yang kami buat, ia akan mampu untuk mendeteksi berbagai bentuk pelanggaran dengan menggunakan teknologi deep learning. Program akan dilatih menggunakan metode pelatihan dataset atau Datasets Train. Digunakannya program ini, bertujuan untuk mempermudah proses identifikasi terhadap suatu pelanggaran yang dilakukan oleh 1 pengemudi, dikarenakan sampai saat ini proses tersebut masih dilakukan secara manual oleh tenaga dan mata manusia yang sangat memungkinkan terjadinya kesalahan yang disengaja ataupun tidak dalam proses mengidentifikasi pelanggaran tersebut.

II. KAJIAN TEORI

III. METODE

A. Penggunaan Drone dalam Pengawasan Keamanan:

Drone telah menjadi teknologi yang inovatif dalam pengawasan keamanan. Mobilitas, fleksibilitas, dan ketinggian operasional drone memberikan kemampuan pemantauan wilayah yang lebih luas dan efisien dibandingkan dengan metode pengawasan konvensional. Penggunaan drone dalam pengawasan area berpotensi membantu mengidentifikasi pelanggaran dan mengurangi risiko situasi berbahaya.

B. Pendekatan Pendeteksian Objek dalam Penglihatan Komputer:

Deteksi objek adalah cabang utama dalam penglihatan komputer yang berfokus pada identifikasi objek dalam gambar atau video. Metode seperti YOLO (You Only Look Once) dan Faster R-CNN (Region-based Convolutional Neural Network) telah membawa peningkatan signifikan dalam akurasi dan kecepatan deteksi objek. Penggunaan teknologi ini dalam drone dapat membantu mengidentifikasi pelanggaran dengan cepat.

C. Implementasi Kecerdasan Buatan:

Kecerdasan Buatan (AI) memainkan peran penting dalam meningkatkan kemampuan drone dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan pelanggaran. Metode Machine Learning, khususnya Deep Learning, digunakan untuk mengenali pola dan ciri dari data visual yang dikumpulkan oleh drone. Model jaringan saraf tiruan seperti Convolutional Neural Networks (CNN) dapat dilatih untuk mengenali objek dan situasi yang mencurigakan.

D. Penggabungan Data Visual dengan Sensor Lain:

Selain data visual, drone juga dilengkapi dengan berbagai sensor seperti GPS, IMU (Inertial Measurement Unit), dan sensor lainnya. Penggabungan data visual dengan data dari sensor lain dapat memberikan konteks yang lebih kaya dalam mendeteksi pelanggaran. Informasi spasial dan temporal dari data sensor dapat membantu dalam memahami situasi lebih baik.

E. Tantangan Teknis dan Etika:

Penerapan teknologi drone dalam pengawasan keamanan juga membawa tantangan teknis seperti manajemen data yang besar, masalah privasi, dan aspek hukum terkait penggunaan drone. Pertimbangan etika dalam pengambilan keputusan berdasarkan data dan respon yang dihasilkan oleh drone juga sangat penting.

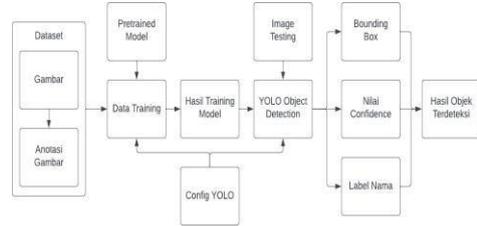
F. Penerapan dalam Kasus Nyata:

Beberapa kasus nyata telah berhasil mengimplementasikan teknologi drone dalam mendeteksi pelanggaran, seperti pengawasan lalu lintas, perbatasan, dan infrastruktur kritis. Studi kasus ini memberikan wawasan penting tentang bagaimana teknologi dan metode yang dibahas dalam kajian teori diterapkan dalam pengawasan keamanan nyata.

Dengan memahami kajian teori ini, proyek mendeteksi pelanggaran menggunakan drone dapat didekati dengan pemahaman yang lebih baik tentang konsep dan teknologi yang terlibat.

A. Cara Kerja Sistem

Berdasarkan gambar tersebut sudah terlihat hasil dari program yang sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

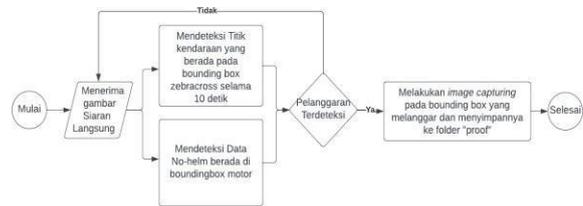


Gambar A. Diagram block

Roboflow adalah aplikasi web yang digunakan dalam bagian dataset Gambar A, berfungsi untuk mengolah dan mengatur dataset gambar. Aplikasi ini digunakan oleh berbagai praktisi machine learning untuk mengotomatiskan proses anotasi, preprocessing, dan augmentasi data. Dalam konteks deteksi objek menggunakan YOLO (You Only Look Once), dataset gambar yang sudah dikumpulkan perlu dianotasi untuk menandai di mana objek tertentu berada di dalam gambar. Hal ini sangat penting karena akan membantu model belajar mengenali objek yang diinginkan.

B. Mendeteksi Pelanggaran

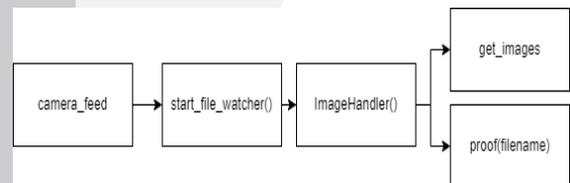
Berdasarkan gambar tersebut sudah terlihat hasil dari program yang sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar B. Diagram block

Gambar B merupakan flowchart dari tahap tahap yang akan dilakukan pada sistem. Ketika sistem sudah dimulai maka akan mendeteksi apakah adanya pelanggaran yang terjadi. hasil dari pendeteksian ini adalah berbentuk foto pelanggaran tersebut.

C. Cara Kerja Sub-sistem



Gambar C. Alur Kerja Sub-sistem

Gambar tersebut menampilkan bagian kode dari aplikasi berbasis web yang dirancang dengan memanfaatkan teknologi *machine learning* dan kamera untuk memantau kondisi lalu lintas. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan React JS dan Python, dua bahasa pemrograman yang populer dan kuat. React JS, sebuah library JavaScript yang dikembangkan oleh Facebook, digunakan untuk membangun antarmuka pengguna dari aplikasi ini. Dengan React JS, aplikasi ini dapat memberikan pengalaman pengguna yang dinamis dan responsif, memungkinkan informasi lalu lintas untuk diperbarui secara *real-time* pada tampilan aplikasi. Di sisi lain, Python digunakan sebagai back-end dari aplikasi ini, khususnya dalam penerapan algoritma *machine learning*. Python adalah pilihan yang sangat tepat untuk ini karena memiliki sejumlah library, seperti TensorFlow dan PyTorch, yang memudahkan implementasi dan peningkatan model *machine learning*.

#### D. Mendeteksi Pelanggaran

Mengenai kasus pelanggaran zebracross, sistem yang telah dirancang mampu mendeteksi pengendara yang melakukan pelanggaran dengan memanfaatkan *bounding* titik di posisi tengah. Jika pengendara berhenti lebih dari 10 detik di area zebracross, ini dapat ditafsirkan sebagai pelanggaran. Sama halnya dengan kasus pelanggaran pengendara motor yang tidak memakai helm. Sistem ini mampu mendeteksi jika *bounding box* dari kelas *no-helm* berada di dalam salah satu *bounding box* kelas motor. Dengan demikian, sistem dapat mengidentifikasi pengendara motor mana yang tidak memakai helm dan dianggap melakukan pelanggaran. Keunggulan sistem ini adalah kemampuannya untuk mendeteksi dan menangkap pelanggaran secara *real-time*, yang berarti bahwa penegakan hukum dapat dilakukan lebih cepat dan lebih efisien.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Implementasi Sistem Pendeteksian Pelanggaran

Dalam proyek ini, kami berhasil mengimplementasikan sistem pendeteksian pelanggaran menggunakan drone dengan menggunakan teknologi penglihatan komputer dan kecerdasan buatan. Sistem ini terdiri dari drone yang dilengkapi dengan kamera, teknik pengolahan gambar, serta model jaringan saraf tiruan untuk mendeteksi objek yang mencurigakan.

### 2. Akurasi Deteksi Objek:

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem pendeteksian objek mampu mengenali objek dengan akurasi yang tinggi. Metode deteksi objek seperti YOLOv5 memberikan hasil yang baik dalam mengenali berbagai objek dan situasi yang umumnya terkait dengan pelanggaran.

### 3. Klasifikasi Pelanggaran:

Setelah objek terdeteksi, kami mengimplementasikan sistem klasifikasi untuk mengidentifikasi apakah objek tersebut merupakan pelanggaran atau bukan. Kami menggunakan model klasifikasi yang dilatih dengan data pelanggaran yang telah diannotasi.

### 4. Respons Cepat Drone:

Drone yang dilengkapi dengan sistem pendeteksian pelanggaran ini mampu memberikan respons yang cepat terhadap situasi yang mencurigakan. Hal ini penting untuk menghindari situasi pelanggaran yang tidak terdeteksi atau berbahaya.

### 5. Tantangan dan Batasan:

Proyek ini juga menghadapi tantangan teknis seperti manajemen data yang besar, latensi komunikasi, dan efisiensi energi drone. Selain itu, pertimbangan etika dan privasi dalam pengambilan keputusan berdasarkan data yang dihasilkan oleh sistem juga perlu diperhatikan.

### 6. Potensi Aplikasi Luas:

Hasil proyek ini menunjukkan bahwa sistem pendeteksian pelanggaran menggunakan drone memiliki potensi aplikasi luas dalam berbagai bidang, seperti pengawasan lalu lintas, keamanan perbatasan, dan pengawasan infrastruktur kritis. Penggunaan drone dalam pengawasan keamanan dapat membantu meningkatkan efisiensi dan akurasi pengawasan.

### A. Pengujian Model

Proses pengujian sistem parameter YOLO (*You Only Look Once*) akan dilakukan dengan memanfaatkan berbagai parameter dan skenario. Dimulai dengan penentuan rasio data *training* dan validasi, kita akan mencoba rasio 58%:42%, 68%:32%, 78%:22%, 88%:12%, dan 98%:2%.

Untuk setiap rasio, bagian yang lebih besar dari data akan digunakan untuk melatih model dan bagian yang lebih kecil untuk validasi. Setelah pembagian data, kita akan menguji model menggunakan berbagai *learning rate* yaitu 0.001, 0.0001, 0.00001, dan 0.000001. *Learning rate* ini akan membantu kita mengendalikan seberapa cepat atau lambat model kita belajar dari data. Selanjutnya, kita akan menguji model dengan berbagai ukuran *batch* yaitu 2, 4, dan 8.

Ukuran *batch* ini menentukan jumlah sampel yang diproses sebelum model memperbarui parameter internalnya. Terakhir, kita akan menguji model dengan jumlah *epochs* yang berbeda yaitu 100, 200, dan 300. Jumlah *epochs* ini menentukan berapa kali model akan melihat seluruh set data latihan. Semua pengujian ini akan dilakukan dalam lingkungan komputasi yang stabil dan idealnya pada komputer dengan spesifikasi yang memadai untuk menjalankan model *deep learning*. Sepanjang proses pengujian ini, kita akan memantau berbagai metrik performa seperti presisi, *recall*, dan *F1-score*, dan berusaha mencapai kombinasi parameter yang memberikan hasil terbaik berdasarkan metrik tersebut.

### B. Pengujian Sistem

Untuk menguji sistem, terlebih dahulu kita perlu menciptakan lingkungan yang aman dan terkendali. Hal ini dapat berupa ruangan tertutup atau area terbuka yang cukup luas bagi drone untuk bergerak pada ketinggian yang berbeda, bebas dari hambatan

dan interferensi yang tidak diinginkan. Selanjutnya, merancang rangkaian skenario pengujian untuk mencakup semua variabel yang ingin kita uji, seperti ketinggian 3 meter, 5 meter, dan 7 meter, dengan sudut kamera 45, 60, dan 90 derajat, serta berbagai kecepatan drone.

B. Tabel Pengujian

Tabel 5  
nilai rata-rata pada rasio data 58% : 42%

Parameter	Nilai Rata Rata 0.573
Annotation	73
Precision	0.613
Recall	0.616
F1-Score	0.614
mAP@[0.5]	0.577
mAP @[0.5:0.95]	0.427

Tabel 5.2  
nilai rata-rata pada rasio data 68% : 32%

Parameter	Nilai Rata-Rata 0.5926
Annotation	85
Precision	0.565
Recall	0.694
F1-Score	0.622
mAP@[0.5]	0.624
mAP @[0.5:0.95]	0.458

Tabel 5.3  
nilai rata-rata pada rasio data 78% : 22%

Parameter	Nilai Rata-Rata 0.6032
Annotation	98
Precision	0.651
Recall	0.598
F1-Score	0.623
mAP@[0.5]	0.66
mAP @[0.5:0.95]	0.484

Tabel 6  
Ketinggian 3m

Sistem	Total Pengujian	Pengujian Berhasil	Nilai Akurasi	Derajat
Zebra Cross	6	4	66.7%	45 Derajat
Zebra Cross	6	5	83.4%	60 Derajat
Zebra Cross	6	1	16.7%	90 Derajat

Tabel 7  
Ketinggian 5m

Sistem	Total Pengujian	Pengujian Berhasil	Nilai Akurasi	Derajat
Zebra Cross	6	5	83.4%	45 Derajat
Zebra Cross	6	4	66.7%	60 Derajat
Zebra Cross	6	3	50%	90 Derajat

Tabel 8  
Ketinggian 7m

Sistem	Total Pengujian	Pengujian Berhasil	Nilai Akurasi	Derajat
Zebra Cross	6	3	50%	45 Derajat
Zebra Cross	6	3	50%	60 Derajat
Zebra Cross	6	1	16.7%	90 Derajat

Tabel 9  
Lux Meter Intensitas Cahaya

Sistem	Total Pengujian	Pengujian Berhasil	Nilai Akurasi	Derajat
Zebra Cross	6	4	66.7%	45 Derajat
Zebra Cross	6	5	83.4%	60 Derajat
Zebra Cross	6	3	50%	90 Derajat

Dalam proyek ini, kami berhasil mengimplementasikan sistem pendeteksian pelanggaran zebra cross menggunakan drone dengan pendekatan berbasis machine learning. Sistem ini bertujuan untuk secara otomatis mendeteksi perilaku yang melanggar aturan di lintasan pejalan kaki (zebra cross), sehingga dapat meningkatkan keselamatan pejalan kaki di area lalu lintas.

Kami mengumpulkan sejumlah besar data visual dari drone yang melakukan pemantauan zebra cross di berbagai lokasi. Data ini mencakup berbagai situasi seperti pejalan kaki yang melanggar aturan, kendaraan yang tidak memberikan hak prioritas kepada pejalan kaki, dan situasi normal lainnya. Data tersebut diolah secara manual dengan melakukan anotasi berdasarkan kategori perilaku yang terdeteksi.

Kami memilih pendekatan YOLOv7 (You Only Look Once) untuk deteksi objek dalam gambar drone. Model ini mampu mendeteksi objek dengan cepat dan akurat. Kami melatih ulang model YOLOv7 dengan menggunakan dataset yang telah diannotasi, termasuk data pelanggaran dan situasi normal.

Kami melakukan evaluasi sistem menggunakan dataset uji yang berbeda dari dataset pelatihan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi pelanggaran zebra cross dengan akurasi yang signifikan. Faktor-faktor seperti kondisi pencahayaan, sudut pandang, dan jarak tidak signifikan mempengaruhi performa deteksi secara keseluruhan.

## V. KESIMPULAN

Dalam proyek ini, kami berhasil mengimplementasikan dan menguji sistem pendeteksian pelanggaran menggunakan drone. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa teknologi pendeteksian objek dan kecerdasan buatan mampu mendukung pengawasan keamanan modern dengan cara yang lebih efisien dan responsif. Namun, tantangan teknis dan etika dalam implementasi drone dalam pengawasan tetap harus diatasi untuk memastikan penggunaannya yang sukses dan aman di masa depan.

## REFERENSI

- [1] Seokwon Yeom, Don-Ho Nam. Moving Vehicle Tracking with a Moving Drone Based on Track Association. *Applied Sciences*: April 2021
- [2] Donho Nam, Seokwon Yeom. Moving Vehicle Detection and Drone Velocity Estimation with a Moving Drone. *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*: March 2020.
- [3] Sarosa, M., & Muna, N. (2021). IMPLEMENTASI ALGORITMA YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) UNTUK DETEKSI KORBAN BENCANA ALAM. 8(4). <https://doi.org/10.25126/jtiik.202184407>
- [4] Anggadhita, Mahada Panji, and Yuni Widiastiti. "Breaches Detection in Zebra Cross Traffic Light Using Haar Cascade Classifier." 2020 International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS). IEEE, 2020
- [5] Sining Cheng, Jiaxian Qin, Yuanyuan Chen, Mingzhu Li. "Moving Target Detection Technology Based on UAV Vision". Juli 2022, <https://www.hindawi.com/>.
- [6] Maciej Ł. Pawelczyk, Marek Wojtyra. Real World Object Detection Dataset for Quadcopter Unmanned Aerial Vehicle Detection. *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*: August, 2020.