

# **Perancangan Sistem Monitoring Tukang Parkir Liar secara Real-Time Menggunakan YOLOv11**

Imam Ahmad Ashari<sup>1,\*</sup>, Rachman Hidayat<sup>2</sup>, Annastasya Nabila Elsa Wulandari<sup>3</sup>, Edgina Rangga Arkananta<sup>4</sup>, Indah Trivilia<sup>5</sup>

1,2,3 Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Harapan Bangsa, Kec. Purwokerto, Banyumas, 53144, Indonesia

4,5 Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Harapan Bangsa, Kec. Purwokerto, Banyumas, 53144, Indonesia

<sup>1</sup>imamahmadashari@uhb.ac.id\*; <sup>2</sup>rachman.hidayat@uhb.ac.id; <sup>3</sup>annastasya.nabila@uhb.ac.id;

<sup>4</sup>edgina.rangga@uhb.ac.id; <sup>5</sup>indah.trivilia@uhb.ac.id

## **ABSTRAK**

*Fenomena maraknya tukang parkir liar di berbagai kawasan perkotaan telah menimbulkan permasalahan serius, baik dari segi ketertiban lalu lintas, keamanan masyarakat, maupun potensi kerugian ekonomi. Kehadiran tukang parkir liar sering kali menimbulkan kemacetan, meningkatkan risiko tindak kriminal, serta menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan. Kondisi ini menuntut adanya solusi berbasis teknologi yang mampu melakukan pengawasan dan deteksi secara cepat serta akurat. Penelitian ini merancang sebuah sistem monitoring tukang parkir liar secara real-time dengan memanfaatkan teknologi You Only Look Once (YOLOv11). Algoritma YOLOv11 dipilih karena memiliki kemampuan mendeteksi objek dengan tingkat akurasi tinggi dan kecepatan pemrosesan yang optimal. Sistem ini dirancang dengan integrasi kamera Closed Circuit Television (CCTV) yang secara langsung terhubung dengan model deteksi YOLOv11, sehingga mampu melakukan pemantauan area publik secara otomatis. Hasil deteksi dapat diolah dan ditampilkan secara real-time sehingga memudahkan pihak berwenang dalam melakukan tindak lanjut. Dengan adanya sistem ini, diharapkan pengawasan terhadap aktivitas parkir liar dapat dilakukan lebih efisien, serta memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan keamanan, ketertiban, dan kenyamanan di ruang publik perkotaan.*

**Kata kunci : Tukang Parkir Liar, YOLOv11, Sistem Monitoring, Real-Time Detection, CCTV Terintegrasi**

## **ABSTRACT**

*The widespread presence of illegal parking attendants in various urban areas has caused serious problems in terms of traffic order, public safety, and potential economic losses. Illegal parking attendants often create traffic congestion, increase the risk of criminal activity, and cause inconvenience for road users. This situation demands a technology-based solution capable of performing monitoring and detection quickly and accurately. This study proposes the design of a real-time monitoring system for illegal parking attendants by utilizing You Only Look Once (YOLOv11). The YOLOv11 algorithm was selected due to its ability to detect objects with high accuracy and optimal processing speed. The system is designed with the integration of Closed-Circuit Television (CCTV) cameras directly connected to the YOLOv11 detection model, enabling automatic surveillance of public areas. The detection results can be processed and displayed in real time, facilitating authorities in taking appropriate actions. With this system, it is expected that the supervision of illegal parking activities can be carried out more efficiently, while also providing a significant contribution to improving security, order, and comfort in urban public spaces.*

**Keywords : Illegal Parking Attendants, YOLOv11, Monitoring System, Real-Time Detection, Integrated CCTV**

## PENDAHULUAN

Maraknya tukang parkir liar menjadi persoalan yang semakin sering dijumpai di banyak kota di Indonesia maupun di negara lain (Erfina et al., 2025). Keberadaan mereka umumnya terlihat di tepi jalan, pusat perbelanjaan, area permukiman, hingga kawasan wisata tanpa izin resmi atau pengawasan dari pemerintah daerah (Supriyadi, 2025). Penelitian menunjukkan bahwa tukang parkir tanpa izin mengurangi ruang lalu lintas dan mengganggu kelancaran arus kendaraan, terutama di area padat (Humaira et al., 2024). Studi lain di Jayapura menyebutkan bahwa fenomena parkir ilegal muncul akibat lemahnya penegakan hukum serta regulasi yang kurang efektif (Novana et al., 2023). Hal serupa juga ditemukan dalam studi di Padang, Sumatra Barat, yang menyatakan bahwa pengelolaan parkir tidak resmi merupakan bagian dari mis-manajemen parkir dan memperburuk kondisi perkotaan (Rachmat, 2024).

Tukang parkir liar menimbulkan berbagai dampak negatif, baik bagi pengguna jalan maupun lingkungan sekitar. Salah satu dampak utama adalah kemacetan, karena kendaraan yang berhenti di area terlarang mempersempit ruang lalu lintas (Humaira et al., 2024). Parkir ilegal juga dapat menyebabkan konflik sosial dan keamanan, karena banyak aktivitas yang dilakukan tanpa pengawasan formal (Humaira et al., 2024). Dari aspek ekonomi, pemerintah daerah kehilangan potensi pendapatan dari retribusi parkir resmi, sementara pengguna jalan dirugikan akibat penurunan efisiensi waktu (Cullinane & Polak, 1992). Dinas Perhubungan Kota Banyumas bahkan melaporkan bahwa dari target penerimaan retribusi sebesar 5 miliar rupiah, realisasi pada tahun 2024 hanya mencapai 1,5 miliar rupiah.

Di banyak kota besar, pemasangan CCTV di ruang publik, jalan raya, dan fasilitas umum sudah menjadi hal yang lazim. Kamera-kamera ini pada awalnya digunakan untuk keamanan, pengawasan, dan tujuan administratif. Namun, infrastruktur tersebut dapat dioptimalkan dengan teknik computer vision, sehingga tidak hanya berfungsi merekam, tetapi juga mampu mendeteksi kejadian secara otomatis (Almeida et al., 2022). Penelitian menunjukkan bahwa integrasi kamera publik dengan model deep learning mampu mendeteksi aktivitas parkir ilegal secara otomatis dan real-time (Plastiras et al., 2018). Sistem visi komputer juga terbukti dapat digunakan untuk mengklasifikasikan ketersediaan

slot parkir dengan akurasi tinggi berdasarkan data dari CCTV (Zhang et al., 2018). Model CMCA-YOLO bahkan menunjukkan kinerja deteksi objek secara real-time yang andal dengan nilai FPS dan akurasi yang memadai (Zhao et al., 2024).

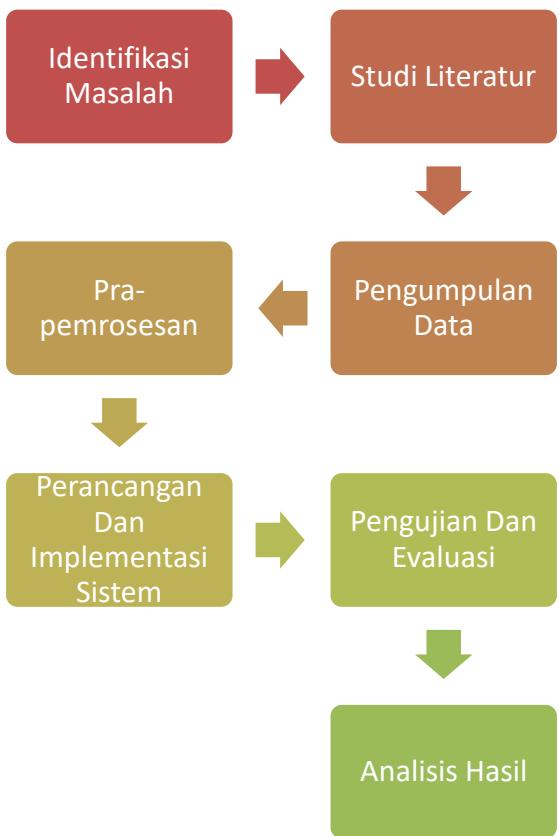
You Only Look Once (YOLO) merupakan salah satu metode deteksi objek single-shot yang dikenal cepat dan efisien (Diwan et al., 2023). Algoritma ini melakukan deteksi dalam satu kali proses (one pass) terhadap keseluruhan gambar, sehingga sangat sesuai untuk aplikasi real-time (Plastiras et al., 2018). Versi terbaru dari YOLO, termasuk YOLOv11, telah diuji dalam berbagai penelitian. Studi terbaru menunjukkan bahwa YOLOv11 mampu mendeteksi objek kecil dengan akurasi tinggi dan waktu inferensi yang cepat (Tariq & Javed, 2025). Selain itu, YOLO juga terbukti bekerja dengan baik pada kondisi pencahayaan dan cuaca luar ruangan, sehingga menjadi pilihan ideal untuk sistem monitoring parkir ilegal (Rani & Fadzil, 2024).

Berdasarkan hal tersebut, perancangan sistem monitoring tukang parkir liar secara real-time diharapkan menjadi solusi teknologi yang efektif sekaligus efisien. Sistem ini memanfaatkan CCTV yang sudah terpasang di lokasi strategis dan diintegrasikan dengan model deteksi objek seperti YOLOv11 untuk mendeteksi aktivitas parkir liar secara otomatis. Dengan adanya sistem ini, pihak berwenang dapat melakukan pemantauan dan penindakan lebih mudah tanpa bergantung sepenuhnya pada patroli manual. Selain meningkatkan efisiensi waktu dan sumber daya, sistem ini juga diharapkan mampu meningkatkan kepatuhan terhadap aturan parkir serta memberikan kontribusi nyata bagi ketertiban, keamanan, dan kenyamanan di ruang publik perkotaan.

## METODE PENELITIAN

### Alur Penelitian

Alur penelitian ini dirancang untuk memberikan gambaran tahapan yang sistematis dalam merancang sistem monitoring tukang parkir liar. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Gambar 1 menjelaskan bahwa tahapan pertama adalah identifikasi masalah, yaitu maraknya tukang parkir liar yang menimbulkan ketidaknyamanan, kemacetan, hingga kerugian ekonomi. Tahapan berikutnya adalah studi literatur, dengan mempelajari penelitian sebelumnya terkait deteksi objek menggunakan computer vision, YOLO, dan sistem monitoring berbasis CCTV. Setelah itu dilakukan pengumpulan data, berupa rekaman CCTV atau dataset video yang menampilkan aktivitas di area parkir publik. Data yang diperoleh kemudian melalui pra-pemrosesan, meliputi ekstraksi frame, anotasi objek tukang parkir liar, serta augmentasi data agar lebih variatif. Tahap selanjutnya adalah perancangan dan implementasi sistem, yaitu mengintegrasikan YOLOv11 dengan CCTV untuk mendeteksi secara real-time. Sistem yang dihasilkan kemudian masuk ke tahap pengujian dan evaluasi, menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, serta mAP untuk menilai kinerja deteksi.

### Model Prototype

Penelitian ini menggunakan model Prototype dalam pengembangan sistem. Model ini dipilih karena kebutuhan pengguna dan stakeholder terkait sistem monitoring tukang parkir liar belum sepenuhnya terdefinisi sejak awal. Proses pengembangan prototype dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses pengembangan prototype

Gambar 2 menunjukkan bahwa proses dimulai dengan membuat prototype awal berupa rancangan sederhana sistem deteksi berbasis YOLOv11 menggunakan dataset terbatas. Prototype ini kemudian diuji oleh pihak Dinas Perhubungan untuk mendapatkan umpan balik mengenai tingkat akurasi, kecepatan deteksi, dan tampilan hasil monitoring. Berdasarkan masukan tersebut, prototype diperbaiki dan disempurnakan secara iteratif hingga sistem sesuai dengan kebutuhan. Dengan pendekatan ini, pengguna dapat memahami gambaran sistem sejak awal dan peneliti dapat menyesuaikan rancangan agar hasil akhir lebih efektif dan aplikatif di lapangan.

### Alat dan Bahan Penelitian

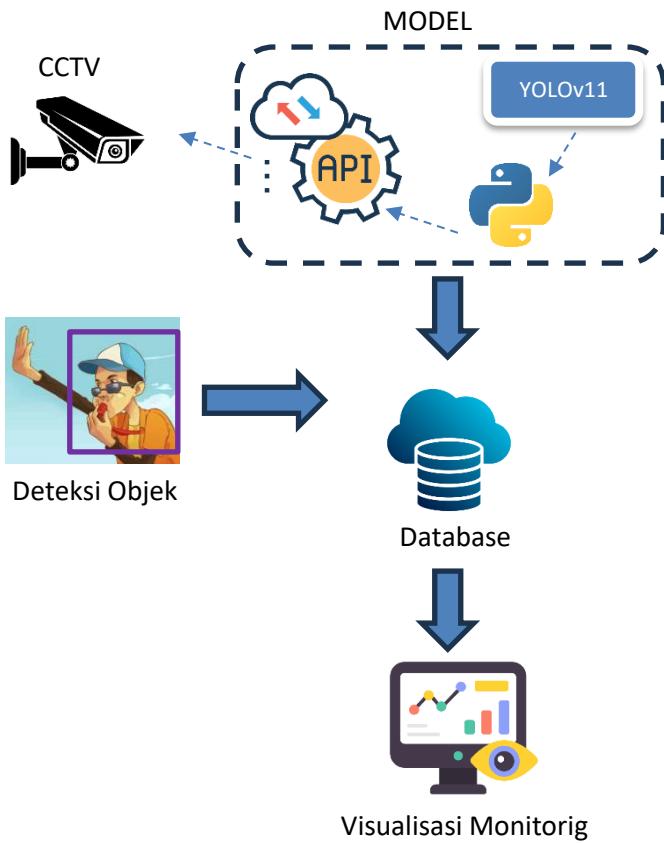
Penelitian ini menggunakan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak sebagai alat pendukung. Perangkat keras yang digunakan meliputi CCTV Ezviz H8c dengan resolusi RSTP outdoor 5MP sebagai sumber pengambilan data visual secara real-time, kabel LAN untuk koneksi jaringan, serta laptop LoQ yang digunakan sebagai pusat pemrosesan data, pelatihan model, dan implementasi sistem.

Bahan penelitian berupa data primer yang dikumpulkan dari kumpulan foto tukang parkir liar yang diperoleh secara manual melalui pencarian di Google. Data tersebut kemudian diberi label melalui proses anotasi menggunakan Roboflow untuk menghasilkan dataset yang siap digunakan dalam pelatihan model YOLOv11. Selanjutnya, sistem monitoring dikembangkan dan diuji dengan memanfaatkan Streamlit berbasis Python sebagai antarmuka interaktif yang menampilkan hasil deteksi secara real-time.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Diagram Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang dirancang pada penelitian ini mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak untuk mendukung deteksi tukang parkir liar secara real-time. Arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur Sistem

Gambar 3 menggambarkan alur integrasi sistem monitoring tukang parkir liar menggunakan model YOLOv11 yang dikombinasikan dengan CCTV melalui REST API berbasis Python. Pada tahap awal, CCTV berfungsi sebagai sumber data utama yang menangkap aktivitas di area publik secara real-time. Data video dari CCTV kemudian dikirimkan melalui protokol RTSP dan dihubungkan ke server pemrosesan. Server ini menjalankan model deteksi YOLOv11 yang diakses menggunakan REST API, sehingga proses komunikasi antara sistem monitoring dan perangkat keras menjadi lebih fleksibel serta dapat diakses oleh berbagai aplikasi.

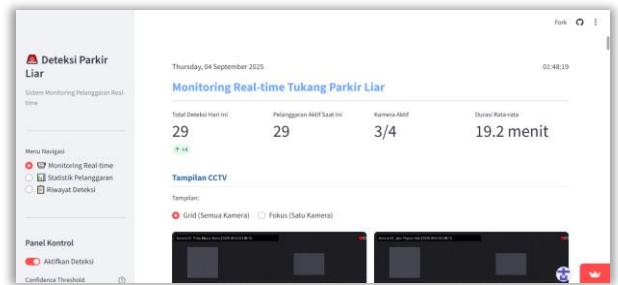
Hasil deteksi dari YOLOv11 meliputi informasi keberadaan tukang parkir liar (ada/tidak), estimasi lamanya aktivitas parkir liar terjadi, serta tangkapan layar (screenshot) dan potongan video terkait aktivitas tersebut. Semua hasil deteksi ini disimpan secara otomatis ke dalam basis data sebagai catatan digital yang dapat digunakan untuk analisis maupun tindak lanjut oleh pihak berwenang.

Langkah terakhir, data yang tersimpan dalam basis data divisualisasikan melalui antarmuka berbasis web. Antarmuka ini menampilkan informasi deteksi dalam bentuk teks, gambar, maupun video, sehingga memudahkan operator

atau pihak terkait dalam melakukan pemantauan, analisis, dan pengambilan keputusan secara cepat. Dengan alur ini, sistem mampu menghadirkan solusi monitoring tukang parkir liar yang terintegrasi, efisien, serta mudah digunakan dalam skenario nyata.

### Desain Antarmuka

Tampilan dashboard Fitur Monitoring Real-time Tukang Parkir Ilegal dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Dashboard Monitoring Tukang Parkir

Gambar 4 menampilkan dashboard yang bertujuan sebagai pusat kendali langsung untuk memantau keberadaan dan aktivitas tukang parkir liar di lokasi yang diawasi CCTV. Dari tampilannya, bisa dijelaskan poin-poin fungsinya:

#### 1. Rekapitulasi Deteksi Hari Ini

Bagian "Total Deteksi Hari Ini" (29 kasus) menunjukkan jumlah kejadian tukang parkir liar yang berhasil dikenali sistem pada hari tersebut. Ini membantu Dishub melihat intensitas permasalahan secara kuantitatif setiap harinya.

#### 2. Status Pelanggaran Aktif

"Pelanggaran Aktif Saat Ini" (29 kasus) menampilkan berapa tukang parkir liar yang sedang berada di lapangan pada saat real-time. Artinya, operator bisa tahu titik mana yang sedang bermasalah sekarang juga.

#### 3. Jumlah Kamera Aktif

"Kamera Aktif" (3/4) memperlihatkan jumlah kamera CCTV yang online dari total kamera yang dipasang. Dengan begitu, petugas tahu apakah sistem pengawasan sedang berjalan penuh atau ada kamera yang mati/offline.

#### 4. Durasi Rata-rata

"19.2 menit" menunjukkan berapa lama rata-rata tukang parkir liar bertahan di lokasi sebelum bergerak atau ditindak. Ini memberi gambaran tentang pola aktivitas mereka.

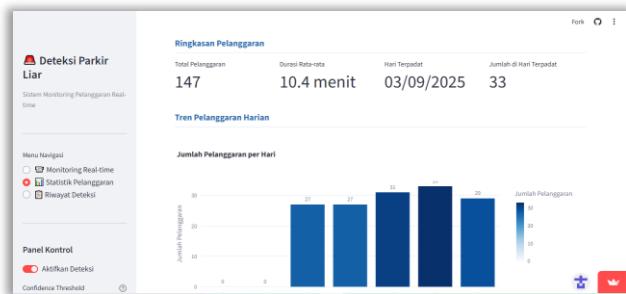
#### 5. Tampilan CCTV Langsung

Bagian "Tampilan CCTV" memungkinkan operator memilih mode grid (semua kamera sekaligus) atau fokus (satu kamera saja). Fungsinya untuk memudahkan pemantauan visual secara real-time, baik menyeluruh maupun detail di titik tertentu.

## 6. Panel Kontrol Deteksi

Di sisi kiri ada tombol Aktifkan Deteksi serta pengaturan "Confidence Threshold". Fitur ini untuk mengatur apakah sistem deteksi otomatis YOLO dijalankan atau dihentikan, dan menentukan ambang batas kepercayaan agar hasil deteksi tidak terlalu banyak false positive.

Singkatnya, fitur monitoring ini dirancang supaya Dishub bisa melihat, menghitung, dan menindak secara cepat tukang parkir liar yang beroperasi. Dengan data kuantitatif (jumlah, durasi, kamera aktif) dan bukti visual (live CCTV), keputusan lapangan jadi lebih tepat dan berbasis fakta. Untuk fitur statistik pelanggaran dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Fitur Statistik Pelanggaran

Fitur Statistik Pelanggaran pada pada Gambar 5 berfungsi sebagai pusat analisis untuk memahami pola dan tren aktivitas tukang parkir liar berdasarkan data deteksi sistem. Berdasarkan tampilan yang kamu berikan, tujuannya dapat dijelaskan seperti ini:

### 1. Ringkasan Pelanggaran

- Total Pelanggaran (147) → memberikan gambaran akumulatif jumlah kasus parkir liar yang terekam sistem.
- Durasi Rata-rata (10.4 menit) → menunjukkan rata-rata lama tukang parkir liar beroperasi di lokasi, berguna untuk memahami intensitas aktivitas mereka.
- Hari Terpadat (03/09/2025) dan Jumlah di Hari Terpadat (33) → membantu mengidentifikasi kapan aktivitas pelanggaran paling tinggi, sehingga Dishub bisa menentukan waktu patroli atau penindakan yang lebih efektif.

### 2. Tren Pelanggaran Harian

Grafik batang "Jumlah Pelanggaran per Hari" menampilkan distribusi kasus tiap hari. Dari grafik, terlihat variasi jumlah antara 27–33 kasus per hari. Fungsinya:

- Memantau apakah kasus meningkat atau menurun dari hari ke hari.
- Menemukan pola harian atau potensi faktor eksternal (misalnya hari kerja vs akhir pekan).
- Pengambilan Keputusan Berbasis Data

Dengan adanya ringkasan dan grafik ini, Dishub atau pemangku kebijakan bisa:

- Menentukan prioritas lokasi dan waktu pengawasan.
- Mengevaluasi efektivitas penindakan sebelumnya.
- Membuat kebijakan preventif (misalnya menambah papan larangan, patroli rutin di jam tertentu).

Singkatnya, fitur ini bukan sekadar catatan angka, tapi alat analisis tren yang memungkinkan pengelola untuk melihat dinamika pelanggaran parkir liar secara menyeluruh, dari level harian hingga total akumulasi.

### Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian ini terletak pada beberapa aspek teknis dan operasional yang memengaruhi efektivitas sistem dalam penerapan nyata di lapangan. Pertama, sistem belum mampu mendeteksi keberadaan tukang parkir liar yang tidak mengenakan atribut resmi seperti rompi, sehingga identifikasi masih bergantung pada ciri visual tertentu yang terbatas. Kedua, dibutuhkan presensi kehadiran juru parkir resmi sebagai data pembanding agar sistem dapat menentukan apakah suatu lokasi dikelola secara sah atau terdapat aktivitas parkir liar. Ketiga, akurasi deteksi sangat dipengaruhi oleh penempatan kamera CCTV yang proporsional dan strategis; kesalahan sudut pandang atau posisi kamera dapat menurunkan performa sistem dalam mengenali objek. Selain itu, sistem saat ini belum dapat membedakan gaya atau pola perilaku khas tukang parkir liar, seperti gestur tubuh atau cara berinteraksi dengan pengendara, yang sebenarnya dapat menjadi indikator tambahan dalam analisis perilaku di area parkir.

### SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang sistem monitoring tukang parkir liar secara real-time dengan memanfaatkan teknologi computer vision melalui algoritma YOLOv11 yang terintegrasi dengan CCTV. Rancangan sistem ini menunjukkan alur kerja mulai dari input video

CCTV, pemrosesan deteksi menggunakan YOLOv11 berbasis REST API Python, penyimpanan data ke dalam basis data, hingga visualisasi melalui antarmuka web. Dari rancangan tersebut, sistem mampu memberikan informasi terkait keberadaan tukang parkir liar, durasi aktivitas parkir liar, serta dokumentasi berupa tangkapan layar dan potongan video.

Secara keseluruhan, hasil perancangan ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif dan efisien dalam meningkatkan pengawasan di area publik, sekaligus mendukung pihak berwenang dalam penegakan ketertiban dan keamanan. Kontribusi penelitian ini terletak pada desain integratif yang menghubungkan infrastruktur CCTV yang sudah ada dengan teknologi deteksi objek terkini, sehingga dapat dimanfaatkan tanpa memerlukan perubahan signifikan pada infrastruktur yang ada.

## SARAN

Meskipun rancangan ini telah memberikan gambaran yang jelas mengenai sistem monitoring tukang parkir liar, terdapat beberapa hal yang dapat ditingkatkan pada penelitian selanjutnya. Pertama, diperlukan pengembangan lebih lanjut berupa implementasi sistem secara nyata untuk menguji performa model YOLOv11 terhadap berbagai kondisi lingkungan, seperti pencahayaan, kepadatan lalu lintas, dan cuaca (Jiang et al., 2025). Kedua, dataset yang digunakan perlu diperluas dan lebih beragam agar model dapat mendeteksi dengan lebih akurat serta mengurangi potensi kesalahan klasifikasi (Sharma et al., 2023).

Sistem dapat ditingkatkan dengan penambahan fitur notifikasi otomatis melalui SMS atau aplikasi berbasis mobile untuk memberikan peringatan kepada aparat terkait secara langsung. Integrasi dengan big data dan sistem smart city juga bisa menjadi langkah lanjutan agar sistem lebih adaptif dan bermanfaat dalam skala perkotaan yang lebih luas (Ma et al., 2024). Dengan pengembangan tersebut, diharapkan sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring, tetapi juga menjadi bagian penting dari solusi manajemen lalu lintas dan keamanan publik secara menyeluruh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, P. R. L. de, Alves, J. H., Parpinelli, R. S., & Barddal, J. P. (2022). A systematic review on computer vision-based parking lot management applied on public datasets. *Expert Systems with Applications*, 198, 116731.  
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116731>
- Cullinane, K., & Polak, J. (1992). Illegal parking and the enforcement of parking regulations: causes, effects and interactions: foreign summaries. *Transport Reviews*, 12(1), 49–75.  
<https://doi.org/10.1080/01441649208716803>
- Diwan, T., Anirudh, G., & Tembhurne, J. V. (2023). Object detection using YOLO: challenges, architectural successors, datasets and applications. *Multimedia Tools and Applications*, 82(6), 9243–9275.  
<https://doi.org/10.1007/s11042-022-13644-y>
- Erfina, E., Lukman, L., Hardianti, H., & Budai, B. B. (2025). Illegal Parking Control Strategy to Improve Sustainable Management of Urban Areas. *Journal of Governance and Public Policy*, 12(1), 112–124.  
<https://doi.org/10.18196/jgpp.v12i1.24802>
- Humaira, M. S., Dianti, T. S., & Wulandari, S. (2024). Illegally Parked Vehicles: A Policy and Practice Perspective. *Devotion: Journal of Research and Community Service*, 5(9), 1181–1189.
- Jiang, J., Tang, R., Kang, W., Xu, Z., & Qian, C. (2025). Two-Stage Efficient Parking Space Detection Method Based on Deep Learning and Computer Vision. *Applied Sciences*, 15(3), 1004.  
<https://doi.org/10.3390/app15031004>
- Ma, X., Li, J., Guo, Z., & Wan, Z. (2024). RETRACTED: Role of big data and technological advancements in monitoring and development of smart cities. *Heliyon*, 10(15), e34821.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34821>
- Novana, V., Kareth, J., & Thesia, E. H. (2023). Criminal Liability of Illegal Parking Attendants (Study in Jayapura City). *International Journal of Social Science and Human Research*, 6(10), 6258–6264.  
<https://doi.org/10.47191/ijsshr/v6-i10-64>
- Plastiras, G., Kyrou, C., & Theocharides, T. (2018). Efficient convnet-based object detection for unmanned aerial vehicles by

- selective tile processing. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3243394.3243692>
- Rachmat, R. (2024). The quality of licensing services: an analysis of the impact of leadership and communication on the effectiveness of licensing services in Indonesia. *JPPI (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, 10(3), 315. <https://doi.org/10.29210/020244004>
- Rani, W. N. H. B. A., & Fadzil, L. M. (2024). Object Detection Algorithms for Parking Detection - Survey. *SSRG International Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 11(4), 167–174. <https://doi.org/10.14445/23488379/IJEEE-V11I4P118>
- Sharma, N., Baral, S., Paing, M. P., & Chawuthai, R. (2023). Parking Time Violation Tracking Using YOLOv8 and Tracking Algorithms. *Sensors*, 23(13), 5843. <https://doi.org/10.3390/s23135843>
- Supriyadi. (2025). Local Government Strategies in Addressing Illegal Parking in Urban Areas: A Case Study of Malang City, Indonesia. *PANGRIPTA*, 8(1), 96–106. <https://doi.org/10.58411/dy4ncj94>
- Tariq, M. F., & Javed, M. A. (2025). *Small Object Detection with YOLO: A Performance Analysis Across Model Versions and Hardware*.
- Zhang, L., Huang, J., Li, X., & Xiong, L. (2018). Vision-Based Parking-Slot Detection: A DCNN-Based Approach and a Large-Scale Benchmark Dataset. *IEEE Transactions on Image Processing*, 27(11), 5350–5364. <https://doi.org/10.1109/TIP.2018.2857407>
- Zhao, N., Wang, K., Yang, J., Luan, F., Yuan, L., & Zhang, H. (2024). CMCA-YOLO: A Study on a Real-Time Object Detection Model for Parking Lot Surveillance Imagery. *Electronics (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/electronics13081557>