

PENERAPAN YOLOv5 UNTUK SISTEM DETEKSI DAN MONITORING LAHAN PARKIR OTOMATIS

Rizka Ferbriliana Putri¹⁾, Wiwit Agus Triyanto²⁾, Pratomo Setiaji³⁾

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus

*e-mail Corresponding : 202153040@std.umk.ac.id,

ABSTRAK

Pertumbuhan kendaraan di wilayah perkotaan menimbulkan permasalahan keterbatasan lahan parkir dan waktu pencarian tempat parkir yang lama. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan sistem yang dapat secara otomatis mendeteksi dan memantau ketersediaan lahan parkir dengan memanfaatkan algoritma YOLOv5 serta citra yang diambil dari kamera drone. Metode yang digunakan mencakup akuisisi data citra melalui rekaman drone dari dua sudut pandang berbeda (atas dan samping), pelabelan data, pelatihan model deteksi objek, serta klasifikasi status slot parkir (kosong atau terisi). Evaluasi sistem dilakukan dengan mengukur *precision*, *recall*, *accuracy*, dan *mAP@0.5*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sudut pandang memengaruhi akurasi deteksi: pada sudut pandang samping, sistem memperoleh *precision* 100%, *recall* 75,86%, dan *mAP@0.5* sebesar 75,86%, sedangkan pada sudut atas *recall* dan *mAP@0.5* turun menjadi 35,29% dan 35,00%. Visualisasi *Confusion Matrix* dan *Precision-Recall Curve* mendukung hasil ini. Sistem yang dibangun terbukti mampu mendeteksi dan memantau ketersediaan lahan parkir secara *real-time* dengan visualisasi pada dashboard digital. Pemanfaatan kamera drone memberikan kemampuan untuk menjangkau area yang lebih luas dan fleksibel dibandingkan dengan penggunaan kamera statis. Dengan demikian, sistem ini memiliki potensi untuk menjadi solusi praktis dalam pengembangan *smart parking* berbasis *deep learning* di ruang publik.

Kata Kunci: YOLOv5, deteksi kendaraan, *smart parking*, kamera drone, *deep learning*.

ABSTRACT

The rapid growth of vehicles in urban areas has led to parking space limitations and longer search times for available spots. This study aims to design and implement an automated parking availability detection and monitoring system using the YOLOv5 algorithm and image input from drone cameras. The methodology includes image data acquisition through drone recordings from two different viewpoints (top-down and side view), data labeling, object detection model training, and classification of parking slot status (vacant or occupied). System evaluation was conducted by measuring precision, recall, accuracy, and mAP@0.5. The testing results show that camera angle affects detection accuracy: from the side view, the system achieved 100% precision, 75.86% recall, and 75.86% mAP@0.5, while from the top-down view, recall and mAP@0.5 dropped to 35.29% and 35.00%, respectively. These findings are supported by the Confusion Matrix and Precision-Recall Curve visualizations. The developed system successfully detects and monitors parking slot availability in real-time, displaying the results via a digital dashboard. The use of drone cameras enables broader and more flexible area coverage compared to static cameras. Therefore, this system has the potential to be a practical solution in the development of deep learning-based smart parking in public areas.

Keywords: YOLOv5, vehicle detection, *smart parking*, drone camera, *deep learning*.

1. PENDAHULUAN

Sistem parkir merupakan komponen penting dalam infrastruktur transportasi modern, berfungsi untuk mengatur, memantau, dan menyediakan tempat penyimpanan sementara bagi kendaraan

bermotor di lokasi tertentu, baik di area publik maupun privat [1].

Seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di daerah perkotaan, ketersediaan lahan parkir semakin terbatas. Ketidakseimbangan

ini berdampak pada meningkatnya waktu pencarian tempat parkir, kemacetan lalu lintas di sekitar area parkir, hingga timbulnya praktik parkir liar yang mengganggu keteraturan lingkungan [2]. Kondisi tersebut menyebabkan pengemudi kesulitan dalam menemukan tempat parkir yang tersedia dan harus berputar-putar di sekitar lokasi parkir, yang pada akhirnya mengakibatkan pemborosan waktu dan bahan bakar serta peningkatan emisi gas buang [3]. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu memberikan informasi ketersediaan slot parkir secara *real-time* guna meminimalisasi kepadatan, meningkatkan efisiensi waktu, serta mendukung pengelolaan lalu lintas yang lebih baik di kawasan perkotaan [4].

Sistem *smart parking* adalah salah satu solusi yang ditawarkan untuk mengetahui ketersediaan slot tempat parkir [5]. Seiring kemajuan teknologi, pendekatan berbasis *computer vision* dan *deep learning* menawarkan solusi yang lebih efisien dan adaptif dalam mendeteksi kendaraan secara otomatis [6].

Computer vision merupakan bidang yang menjadi tantangan menarik untuk membuat komputer dapat menangkap informasi yang berada dalam suatu gambar atau video [7].

Salah satu metode yang populer adalah YOLO (*You Only Look Once*), yang memungkinkan proses deteksi dan klasifikasi objek dilakukan hanya dalam satu kali pemindaian citra. Metode ini dikenal sebagai solusi yang cepat dan akurat untuk sistem yang beroperasi secara *real-time* [8]. Penggunaan YOLO tidak hanya diterapkan untuk deteksi kendaraan, namun juga terbukti efektif dalam berbagai bidang seperti deteksi kualitas telur [9] dan pemantauan pergerakan ayam pedaging di peternakan [10]. Keberhasilan ini menunjukkan

bahwa algoritma YOLO memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi dalam berbagai skenario citra yang kompleks.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan keberhasilan penggunaan metode YOLO dalam mendeteksi kendaraan di area parkir. Metode ini juga telah digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan yang masuk dan keluar dari area kampus [8], serta juga mampu mendeteksi slot kosong menggunakan *Mask R-CNN*, meskipun memerlukan daya komputasi yang tinggi [11]. Selain itu, metode YOLO juga telah diterapkan dalam sistem penandaan otomatis area parkir untuk mendeteksi ketersediaan ruang parkir kendaraan secara langsung melalui rekaman video dari kamera CCTV [12].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan sistem otomatis yang dapat mendeteksi dan memantau ketersediaan lahan parkir dengan menggunakan metode YOLOv5, dengan input citra dari kamera drone. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi keberadaan kendaraan pada slot parkir tertentu dan menampilkan status slot (kosong atau terisi) melalui antarmuka digital secara *real-time*. Penggunaan teknologi YOLO sangat tepat karena kemampuannya dalam mendeteksi objek dengan cepat dan akurat dalam berbagai kondisi lingkungan, bahkan mampu melakukan pengenalan objek secara *real-time* dengan kecepatan 45 *frame per second* [13]. Selain itu, YOLO terbukti efektif dalam skenario deteksi objek dinamis pada lingkungan yang kompleks seperti kandang ayam, yang menunjukkan potensi besar jika diterapkan untuk area parkir dengan tantangan visual serupa [10]. Pendekatan ini menawarkan alternatif yang lebih ekonomis dibandingkan dengan sistem berbasis sensor fisik, yang umumnya memerlukan biaya pemasangan dan

pemeliharaan yang tinggi serta kurang fleksibel untuk skala besar.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan CCTV statis, penelitian ini menggunakan kamera drone untuk mencakup area luas dan dinamis, serta memanfaatkan YOLOv5 dalam skenario *real-time park monitoring* dengan evaluasi komprehensif. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi kamera drone sebagai sumber citra dinamis dan penggunaan YOLOv5 dalam sistem deteksi slot parkir *real-time*, yang belum banyak diaplikasikan dalam sistem serupa di penelitian sebelumnya.

Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis untuk mengatasi permasalahan keterbatasan lahan parkir di area publik, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem parkir cerdas berbasis *deep learning* yang dapat dikombinasikan dengan teknologi pendukung lainnya, seperti *Internet of Things* (IoT) atau sistem navigasi otomatis di masa depan [14].

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan tujuan merancang sistem deteksi dan pemantauan lahan parkir otomatis berbasis algoritma YOLO. Berikut ini adalah tahapan metode penelitian yang digunakan:

2.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga metode utama, yaitu:

1) Observasi Lapangan

Digunakan untuk mengidentifikasi kondisi aktual area parkir, termasuk pola pergerakan kendaraan, serta penentuan sudut pandang optimal untuk pengambilan gambar.

2) Dokumentasi Video

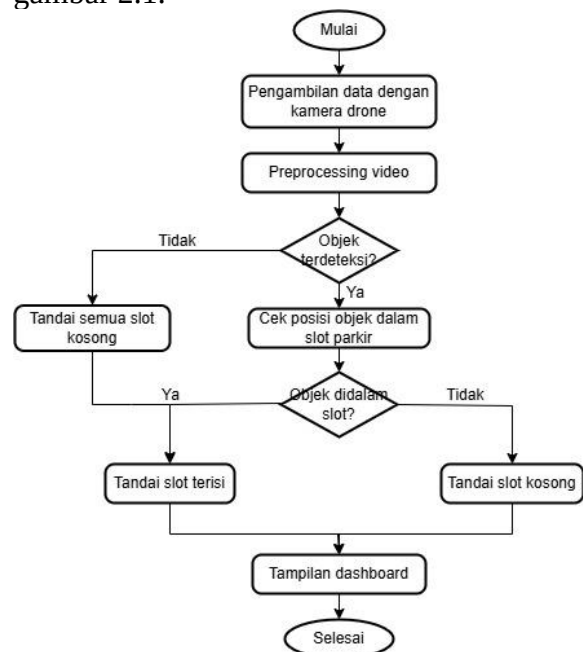
Data dikumpulkan dengan merekam area parkir menggunakan drone dari sudut pandang atas (*top-down*), sehingga dapat mencakup seluruh area secara menyeluruh dan mendukung proses deteksi objek dengan tingkat akurasi yang tinggi.

3) Studi Literatur

Tinjauan terhadap jurnal ilmiah, artikel teknis, dan dokumentasi mengenai metode deteksi objek digunakan sebagai landasan teoritis dalam pemilihan algoritma YOLO, pengembangan sistem, serta perbandingan hasil penelitian.

2.2 Diagram Alir Sistem

Diagram alir atau *flowchart* digunakan untuk menggambarkan urutan proses mulai dari pengambilan citra menggunakan kamera drone, pra-pemrosesan data, deteksi kendaraan menggunakan model *deep learning* YOLOv5, klasifikasi status slot parkir (kosong atau terisi), hingga penyajian hasil deteksi ke dalam antarmuka dashboard secara *real-time* [15]. Gambar diagram alir yang dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Alir Sistem

2.3 Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dilakukan melalui lima tahapan utama sebagai berikut:

1) Perancangan Arsitektur Sistem

Tahap ini mencakup perencanaan keseluruhan alur sistem, yang meliputi pengambilan citra dari kamera drone, pemrosesan citra dengan menggunakan model deteksi objek YOLOv5, pemetaan posisi kendaraan terhadap slot parkir, serta penyajian hasil dalam bentuk visualisasi status slot (apakah kosong atau terisi).

2) Akuisisi dan Pelabelan Data

Data citra dikumpulkan dari rekaman drone yang merekam area parkir dari sudut pandang atas. Selanjutnya, setiap citra dilabeli menggunakan perangkat lunak *LabelImg* untuk menandai objek kendaraan dalam format yang sesuai dengan kebutuhan pelatihan YOLOv5.

3) Pelatihan Model Deteksi Objek

Model YOLOv5 dilatih menggunakan framework *PyTorch* dengan konfigurasi tertentu, seperti jumlah *epoch*, *learning rate*, dan *batch size*. Proses pelatihan juga disertai augmentasi data (rotasi, *flipping*, perubahan cahaya) untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap kondisi nyata.

4) Deteksi dan Klasifikasi Slot Parkir

Setelah model dilatih, sistem melakukan deteksi kendaraan pada setiap *frame* video. Hasil *bounding box* dari deteksi kemudian dipetakan ke area slot parkir yang telah ditentukan. Status slot ditentukan sebagai:

- Kosong, jika tidak terdapat kendaraan dalam area slot.
- Terisi, jika kendaraan terdeteksi berada dalam batas slot tersebut.

5) Visualisasi Hasil Deteksi

Sistem menyajikan status masing-masing slot parkir melalui antarmuka visual menggunakan indikator warna hijau untuk slot terisi. Visualisasi ini mempermudah pengguna dalam memantau ketersediaan lahan parkir secara *real-time*.

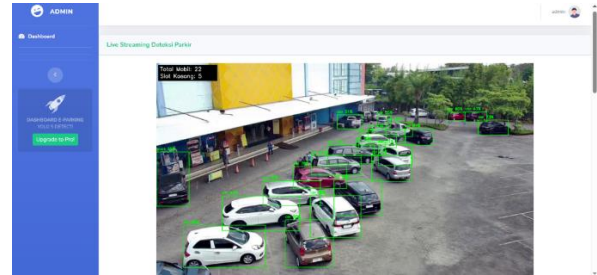
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi

Sistem yang dikembangkan memanfaatkan algoritma YOLOv5 untuk mendeteksi kendaraan roda empat pada area parkir yang direkam oleh kamera drone. Kamera drone merekam video dari ketinggian tertentu dengan agar seluruh area parkir dapat terpantau secara menyeluruh.

Setiap frame dari video dianalisis oleh model deteksi untuk mengidentifikasi kendaraan dan menentukan status masing-masing slot parkir. Hasil deteksi divisualisasikan dalam bentuk *bounding box* yang mengelilingi setiap kendaraan, dan dipetakan ke dalam slot parkir yang telah ditentukan sebelumnya.

Informasi mengenai status lahan parkir (apakah kosong atau terisi) kemudian ditampilkan melalui dashboard admin yang dapat diakses secara *real-time*.



Gambar 4.1. Tampilan Dashboard Admin Sistem Deteksi Parkir

Dashboard menunjukkan informasi real-time mengenai jumlah kendaraan dan status slot parkir, serta tampilan visual deteksi kendaraan berdasarkan input video dari kamera drone.

3.2 Perhitungan Slot Parkir

Setelah proses deteksi berhasil dilakukan, sistem menghitung jumlah slot parkir yang kosong berdasarkan jumlah kendaraan yang terdeteksi. Perhitungannya menggunakan rumus berikut:

$$\text{Slot Kosong} = \text{Total Slot Parkir} - \text{Slot Terisi}$$

Rumus ini digunakan oleh sistem untuk memperkirakan ketersediaan lahan parkir secara *real-time*, yang kemudian ditampilkan melalui dashboard admin. Dashboard ini menampilkan jumlah kendaraan yang terdeteksi (slot terisi), jumlah slot yang kosong, serta tampilan video deteksi secara langsung.

3.3 Perbandingan Sudut Pengambilan Gambar

Dalam proses implementasi sistem deteksi kendaraan, dilakukan pengujian dengan dua jenis sudut pengambilan video, yaitu:

1. Sudut Pandang Samping (*Side View*)
2. Sudut Pandang Atas (*Top-Down View*)

Kedua metode diuji untuk mengetahui pengaruh sudut pengambilan gambar terhadap akurasi deteksi kendaraan dan pemetaan slot parkir.



Gambar 4.2. Tampilan Deteksi Area Parkir dari Sudut Pandang Samping

Gambar ini menunjukkan perekaman dari kamera drone dengan sudut pandang samping. Meskipun terdapat sedikit *occlusion* antar kendaraan,

model YOLO masih mampu mendeteksi mobil dengan cukup baik karena siluet kendaraan tetap terlihat.



Gambar 4.3. Tampilan Deteksi Area Parkir dari Sudut Pandang Atas

Gambar ini menunjukkan perekaman dari kamera drone dengan sudut pandang atas. Meskipun seluruh area parkir terlihat secara menyeluruh tanpa halangan visual, model mengalami kesulitan dalam mendeteksi beberapa kendaraan, kemungkinan karena kemiripan warna mobil dengan permukaan parkir atau karena kurangnya fitur visual yang membedakan objek dari latar belakang.

3.4 Evaluasi Akurasi Deteksi

Evaluasi dilakukan menggunakan data citra yang diambil menggunakan kamera drone. Sistem diuji berdasarkan *precision*, *recall*, dan *mean average precision (mAP)*.

3.4.1 Hasil Evaluasi Deteksi dari Sudut Pandang Samping

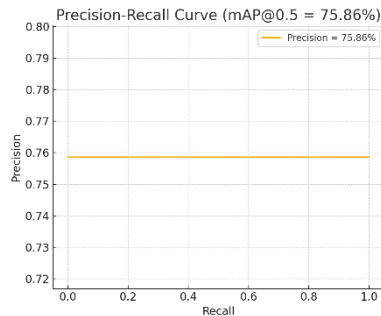
Pengambilan video dilakukan dari arah horizontal sejajar dengan kendaraan (*side-view*). Meskipun terdapat sedikit *occlusion*, sistem mampu mendeteksi sebagian besar kendaraan dengan baik karena kontur samping masih terlihat jelas oleh model.

Tabel 4.1. Hasil Evaluasi dari Sudut Pandang Samping

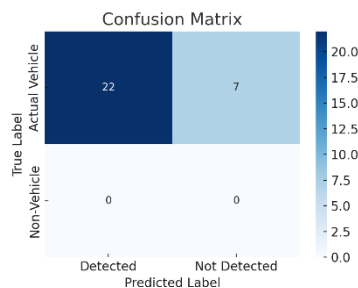
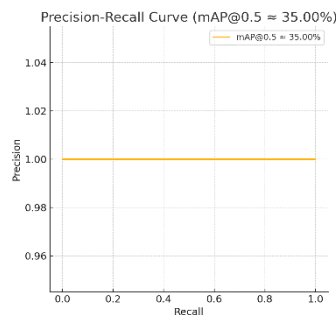
Metrik Evaluasi	Nilai (%)
Precision	100%
Recall	75,86%
mAP@0,5	75,86%

Accuracy	75,86%
----------	--------

Gambar grafik *Precision-Recall Curve* dan *Confusion Matrix* dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.



Gambar 4.5. Grafik *Precision-Recall*



(Sudut Samping)
(Sudut Samping)

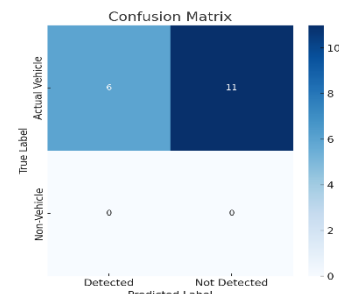
3.4.2 Hasil Evaluasi Deteksi dari Sudut Pandang Atas

Sebagai perbandingan, dilakukan pengujian dengan pengambilan video dari atas menggunakan kamera drone. Meskipun area terlihat utuh tanpa hambatan visual, sistem kesulitan mendeteksi kendaraan karena minimnya fitur bentuk dari tampak atas dan rendahnya kontras antara mobil dan permukaan parkir.

Tabel 4.2. Hasil Evaluasi dari Sudut Pandang Atas

Metrik Evaluasi	Nilai (%)
Precision	100%
Recall	35,29%
mAP@0,5	35,00%
Accuracy	35,29%

Gambar grafik *Precision-Recall Curve* dan *Confusion Matrix* dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.



Gambar 4.7. Grafik *Precision-Recall Curve*
Gambar 4.8. *Confusion Matrix* (Sudut Atas)
(Sudut Atas)

3.5 Analisis Hasil Pengujian

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sudut pengambilan gambar memengaruhi performa deteksi kendaraan. Pada sudut pandang samping, model mencapai *recall*, akurasi, dan mAP@0.5 sebesar 75,86%, sedangkan pada sudut atas hanya 35,29% dan 35,00%. Precision tetap tinggi (100%) pada kedua sudut, menunjukkan bahwa semua deteksi adalah benar, namun banyak kendaraan yang tidak terdeteksi, terutama dari sudut atas.

Visualisasi grafik *Precision-Recall* dan *Confusion Matrix* memperkuat temuan ini. Tampilan samping memberikan kontur objek yang lebih jelas, sedangkan tampilan atas memiliki fitur visual dan kontras yang minim, sehingga lebih sulit dikenali oleh model.

Oleh karena itu, sudut pandang samping lebih direkomendasikan untuk sistem deteksi kendaraan berbasis YOLO dalam konteks area parkir terbuka.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sistem deteksi dan pemantauan lahan parkir otomatis menggunakan YOLOv5 yang berbasis citra drone. Sistem ini mampu mendeteksi kendaraan dan menentukan status slot parkir secara *real-time*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sudut pandang samping memberikan akurasi yang lebih tinggi (mAP@0.5: 75,86%) dibandingkan dengan sudut pandang atas (mAP@0.5: 35,00%). Hal ini disebabkan oleh kontur objek yang lebih jelas dari samping, sementara tampak atas memiliki keterbatasan fitur visual.

Dengan demikian, pendekatan ini efektif untuk sistem *smart parking*, dan sudut pandang samping lebih disarankan untuk implementasi yang lebih akurat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Elsonbaty and M. Shams, "The Smart Parking Management System," *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 12, no. 4, pp. 55–66, 2020, doi: 10.5121/ijcsit.2020.12405.
- [2] A. Sani and D. H. Ayyasy, "Prototipe Deteksi Ketersediaan Slot Parkir Berbasis Pengolahan Citra," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 59–63, 2022, doi: 10.30871/jaee.v6i2.4452.
- [3] F. P. Putra and I. Susilawati, "Prototipe Sistem Deteksi Ketersediaan Lahan Parkir Menggunakan Metode Algoritma Canny Edge," *JISAI Vol*, vol. 1, no. 2, pp. 94–99, 2021, [Online]. Available: <https://jisai.mercubuana-yogya.ac.id/index.php/jisai/article/view/20>
- [4] E. Ektrada, L. Hakim, and S. P. Kristanto, "Sistem Tracking dan Counting Kendaraan Berbasis YOLO untuk Pemetaan Slot Parkir Kendaraan," *Softw. Dev. Digit. Bus. Intell. Comput. Eng.*, vol. 1, no. 02, pp. 55–60, 2023, doi: 10.57203/session.v1i02.2023.55-60.
- [5] A. Dhutanggara, D. Handayani, U. Ningsih, and E. Zuliarso, "Optimasi Sistem Smart Parking Menggunakan Metode YOLO dan Algoritma A *(A-star)," pp. 852–861.
- [6] A. Fergina, R. Ayulianti, and U. N. Putra, "Perancangan Sistem Deteksi Objek Menggunakan Deep Learning Untuk Mengetahui Ketersediaan Parkir Berbasis Web," vol. 5, no. 3, pp. 925–934, 2024.
- [7] M. W. Sardjono, D. A. Lestari, and M. Mujahidin, "Aplikasi Penghitung Kapasitas Ruang Parkir pada Lahan Parkir Kosong Menggunakan Library OpenCV pada Bahasa Pemrograman Python," *J. Syst. Comput. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–14, 2023, doi: 10.47650/jsce.v4i1.656.
- [8] A. F. Alauddin and A. Rosadi, "Penerapan Algoritma Yolo untuk Mendeteksi Lahan Parkir di UMSurabaya," *Pros. SEMASTER Semin. Nas. Teknol. Inf. Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5, 2023, [Online]. Available:

- <https://journal.unilak.ac.id/index.php/Semaster/article/view/18767>
- [9] P. Setiaji, K. Adi, and B. Surarso, "Deep Learning Algorithm as an Alternative of Automatic Classification of Dirty Eggs," *E3S Web Conf.*, vol. 448, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202344802059.
- [10] W. A. Triyanto, K. Adi, and J. E. Suseno, "Detection and Tracking of Broiler Flock Movements in the Chicken Coop using YOLO," *E3S Web Conf.*, vol. 448, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202344802064.
- [11] A. Ayudhawara, B. Satrio, W. Poetro, M. Qomaruddin, I. Sultan, and A. Semarang, "Deteksi Ketersediaan Tempat Parkir menggunakan Mask R-CNN (Studi Kasus : Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung)," *Semin. Ris. Mahasiswa-Computer Electr. (SERIMA-CE)*, vol. 1, no. 1, pp. 245–251, 2023.
- [12] E. Tanuwijaya and C. Fatichah, "Penandaan Otomatis Tempat Parkir Menggunakan YOLO untuk," *BRILIANT J. Ris. dan Konseptual*, vol. 5, pp. 189–198, 2020.
- [13] G. N. Rizkatama, A. Nugroho, and A. F. Suni, "Sistem Cerdas Penghitung Jumlah Mobil untuk Mengetahui Ketersediaan Lahan Parkir berbasis Python dan YOLO v4," *Edu Komputika J.*, vol. 8, no. 2, pp. 91–99, 2021, doi: 10.15294/edukomputika.v8i2.47865.
- [14] A. Tinoe Mauludy, D. Care Khrisne, and K. Oka Saputra, "Rancang Bangun Aplikasi Pencarian Slot Parkir Kosong Untuk Kendaraan Roda Empat Dengan Pendekatan Computer Vision," *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 1, p. 36, 2020, doi: 10.24843/spektrum.2020.v07.i01.p5.
- [15] Reeja Susan Reji, Anjitha Raj, Riya Raju, Manya, and Sunandha Rajagopal, "Comparative Study of Deep Learning Models for Network Intrusion Detection," *Int. J. Eng. Technol. Manag. Sci.*, vol. 7, no. 4, pp. 313–322, 2023, doi: 10.46647/ijetms.2023.v07i04.043.