

Sistem Deteksi Kerumunan Fasilitas Pelayanan Publik dengan Crowd Counting

Prihandoko^{1✉}, Muhammad Habib Yuhandri², Abdul Hanif Pratama³

^{1,3} Fakultas Teknologi Industri, Gunadarma University, Depok, 16424, Indonesia

² Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK, Padang, 25221, Indonesia

pri@staff.gunadarma.ac.id

Abstract

Improvement of system management in public services needs special attention in an era of increasing population growth. Crowd Counting is proposed to ensure that the detection system for crowd objects in public facilities can run optimally. This study aims to develop Crowd Counting in a crowd object detection system in public facilities. This development is carried out to improve the performance of the You Only Look Once (YOLO) algorithm based on the Streamlit Framework. The performance of the YOLO algorithm can provide maximum results by combining the streamlit framework based on the image of the captured object at the train station. The test results of the development of Crowd Counting presented provide output with an mAP value of 90%, Recall 95%, and Precision 93.6%. Blackbox testing has also shown that the performance of Crowd Counting has provided quite significant detection accuracy. This research can contribute to the renewal of the detection system and be used as a form of solution in handling crowd problems in public facilities.

Keywords: Public Service, Detection System, Crowd Counting, YOLO, Streamlit.

Abstrak

Peningkatan manajemen sistem dalam pelayanan publik perlu mendapatkan perhatian khusus di era pertumbuhan populasi yang semakin meningkat. Crowd Counting di usulkan untuk memastikan sistem deteksi terhadap objek kerumunan di fasilitas publik dapat berjalan dengan optimal. Penelitian ini bertujuan untuk pengembangan Crowd Counting dalam sistem deteksi objek kerumunan di fasilitas publik. pengembangan tersebut dilakukan untuk meningkatkan performa algoritma You Only Look Once (YOLO) berbasis Framework Streamlit. Kinerja algoritma YOLO mampu memberikan hasil yang maksimal dengan memadukan framework streamlit berdasarkan citra hasil penangkapan objek di stasiun kereta api. Hasil pengujian terhadap pengembangan Crowd Counting yang disajikan memberikan keluaran dengan nilai mAP sebesar 90%, Recall 95% dan Presisi 93,6%. Pengujian blackbox juga telah menunjukkan bahwa performa Crowd Counting telah memberikan ketepatan hasil deteksi yang cukup signifikan. Penelitian ini dapat berkontribusi dalam kebaharuan sistem deteksi serta dijadikan bentuk solusi dalam penanganan masalah kerumunan di fasilitas publik.

Kata kunci: Pelayanan Publik, Sistem Deteksi, Crowd Counting, YOLO, Streamlit.

KomtekInfo is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Peningkatan objek kerumunan dalam fakta urbanisasi menjadi masalah tersendiri dalam kurun waktu belakangan ini (Li et al., 2022). Urbanisasi tersebut mengakibatkan peningkatan jumlah angka kerumunan masa di sebuah tempat (Kundu & Pandey, 2020). Banyaknya fasilitas umum telah bertransformasi disetiap negara berkembang (Oeschger et al., 2020). Berdasarkan masalah tersebut maka sistem deteksi dijadikan solusi dalam menangani dampak penumpukan jumlah masa pada sebuah layanan transformasi publik (Khan et al., 2022). Sistem deteksi yang mampu dijadikan proses kontrol dengan melakukan proses analisis (Hassan et al., 2023).

Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa analisis masalah kerumunan menjadi bentuk solusi dalam mengendalikan sistem manajemen pelayanan publik

(Lapuente & Van de Walle, 2020), (Syahputra et al., 2023). Sistem deteksi berdasarkan kinerja Crowd Counting juga telah digunakan sebelumnya dalam penanganan kasus pengendalian masa disebuah keramaian (Shu et al., 2022). Sistem deteksi dengan memanfaatkan crowd counting telah memberikan efektifitas manajemen kontrol publik (Obulesu et al., 2023). Sistem pada sebuah proses manajemen kerumunan juga bertujuan untuk controlling terhadap pencegahan jumlah angka kerumunan (Zhu et al., 2024). Faktor yang mendorong kualitas layanan dapat dilihat dari pengawasan pada pengendalian jumlah angka urbanisasi (Pradiptya, 2023).

Solusi penanganan terhadap masalah yang sama dapat dilihat dari kinerja komputer vision dengan menggunakan algoritma You Only Look Once (YOLO) (Ruchika et al., 2022). Algoritma YOLO merupakan sebuah model yang dikembangkan dalam

sebuah sistem pendeteksian objek secara cepat dan akurat (Ranjan et al., 2022). Algoritma YOLO juga dapat menyajikan algoritma yang kompleks dengan mengadopsi open source yang memiliki kemampuan pengenalan pada sebuah objek (Suhane et al., 2023). Algoritma YOLO cukup efektif dalam penanganan permasalahan robotika untuk pengembangan sistem pengawasan (Darmadi & Doni, 2024). Algoritma YOLO berkerja yang ditujukan untuk pengembangan sitem deteksi (Chandana & Ramachandra, 2022). Algoritma YOLO mampu menghasilkan model klasifikasi objek berdasarkan data yang dilatih dan divalidasi (Kim et al., 2022). YOLO bekerja dengan melakukan pembagian citra menjadi grid sel dalam probabilitas objek (Mia et al., 2021).

Implementasi algoritma YOLO dapat dikombinasikan dengan menggunakan Convolutional Neural Networks (CNN) menyajikan estimasi kepadatan dengan tingkat akurasi sebesar 65.53% (ghani Abdulghani & Dalveren, 2022). Penelitian yang sama juga menerangkan bahwa efektifitas kinerja algoritma YOLO mampu menangani masalah kerumunan dengan sistem deteksi menyajikan akurasi sebesar 69%, sensitifitas sebesar 72.68% dan presisi 77% (Kusuma et al., 2021). Penelitian yang sama juga telah menunjukkan performa algoritma YOLO cukup terbukti mampu memberikan hasil deteksi dengan mAp sebesar 52.9% (Zhou, 2024).

Berdasarkan penelitian sebelumnya dalam kinerja sistem deteksi menggunakan Crowd Computing dapat dilakukan pengembangan untuk mengatasi masalah kerumunan di fasilitas layanan publik yang terdapat di stasiun kereta api. Pengembangan sistem deteksi dengan Crowd Counting tersaji pada kinerja algoritma YOLO yang dikembangkan. Algoritma YOLO dirancang dengan menggunakan framework streamlit dalam menyediakan peningkatan kinerja sistem deteksi.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian pada pengembangan sistem deteksi mengadopsi pendekatan kuantitatif. Sistem deteksi dikembangkan menyajikan model prediksi pada Croud Counting dengan memainkan peran algoritma YOLO yang dikombinasikan dengan framework streamlit. Pengembangan sistem deteksi pada Croud Counting digambarkan pada kerangka kerja penelitian yang disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1 merupakan kerangka kerja penelitian yang dalam pengembangan sistem deteksi objek kerumunan pada layanan fasilitas public. Sistem deteksi mengadopsi konsep algoritma YOLO yang dikombinasikan framework streamlit. Hasil keluaran sistem deteksi mampu menyajikan ketepatan hasil yang digunakan dalam sistem kontrol dalam mengatasi jumlah keramaian serta peningkatan sistem manajemen pelayanan publik.

2.1 You Only Look Once (YOLO)

YOLO merupakan sebuah algoritma yang dikembangkan pada kinerja metode Convolutional Neural Network (CNN) (Jiang et al., 2022). Algoritma YOLO memiliki arsitektur dengan tiga bagian utama yakni jaringan tulang punggung (backbone network), leher (neck), dan kepala (head) (Gothane, 2021). Jaringan tulang punggung menggunakan Feature Pyramid Network (FPN) untuk mengekstraksi fitur dari gambar input, sementara bagian leher memanfaatkan Cross-Layer Connection (CLC) untuk memperhalus fitur-fitur tersebut (Ullah, 2020). Bagian kepala kemudian menggunakan fitur yang telah disempurnakan ini untuk memprediksi kotak pembatas, skor kelas objek, serta akurasi untuk setiap objek (Lee & Kim, 2020).

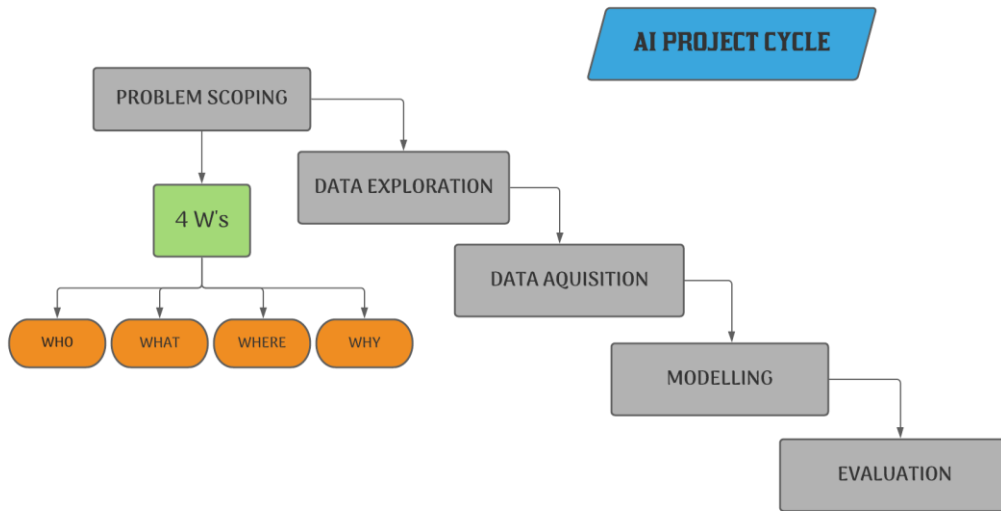
2.2 AI Projects Life Cycle

Konsep *AI Project Cycle* merupakan sebuah siklus dalam proses pembuatan sebuah sistem dengan konsep *Artificial Intelligence* (Datta et al., 2024). Penerapan *AI Projects Life Cycle* dapat membantu untuk menciptakan solusi dalam permasalahan proses deteksi (De Silva & Alahakoon, 2022). Adapun gambaran siklus *AI Projects Life Cycle* dapat disajikan pada Gambar 2.

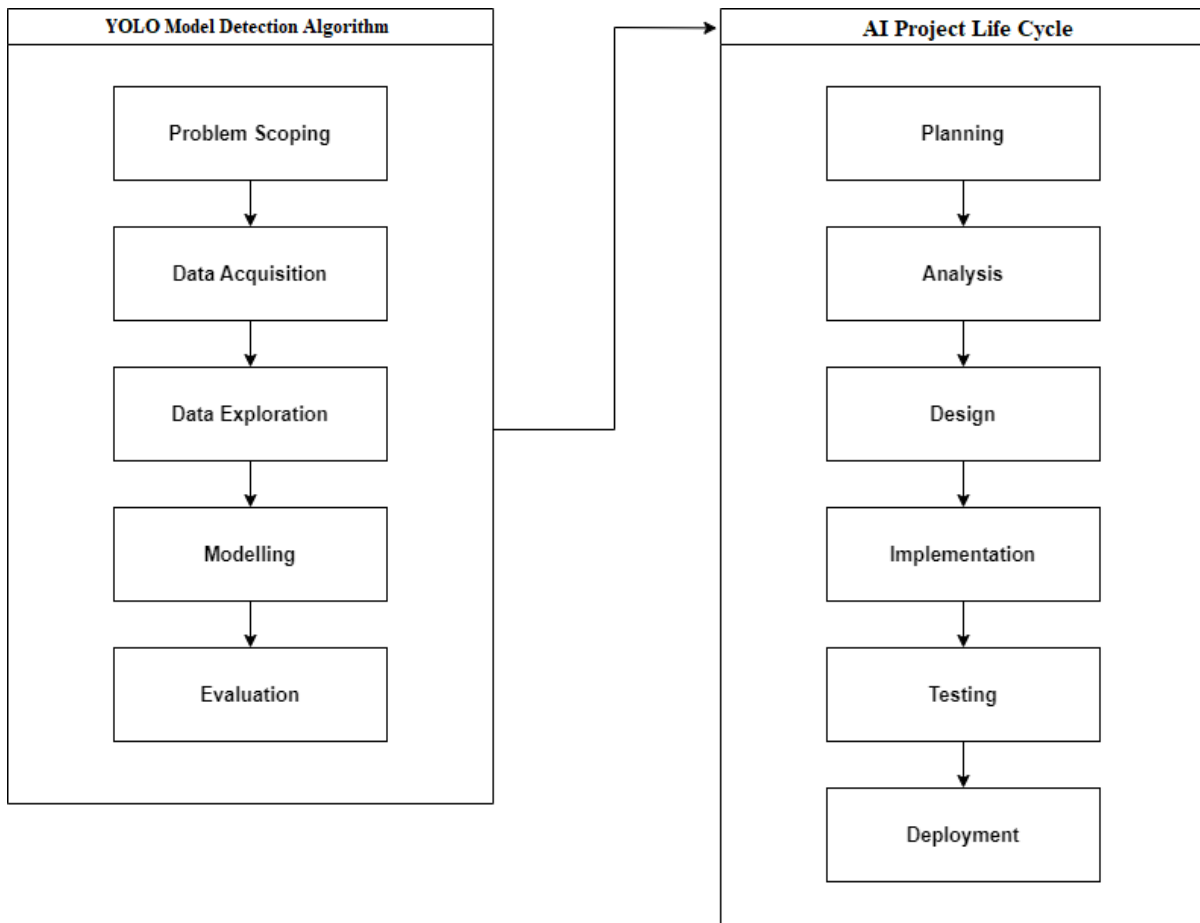
Gambar 2 merupakan bentuk siklus *AI Project Life Cycle* dalam perancangan sistem deteksi objek jumlah kerumunan pada fasilitas layanan publik. Tahapan awal dalam siklus tersebut menggambarkan proses identifikasi masalah yang ingin dipecahkan. Tahap kedua adalah *Data Acquisition*, yang melibatkan pengumpulan data dari sumber yang terpercaya untuk digunakan dalam analisis pada tahap berikutnya. Tahap ketiga adalah *Data Exploration*, di mana hubungan dan pola dalam data dianalisis untuk pemahaman yang lebih mendalam. Tahap keempat melibatkan *modeling*, yang bertujuan untuk menyederhanakan masalah agar prediksi dapat dilakukan dengan lebih akurat. Tahap kelima adalah *model evaluation*, di mana hasil model dievaluasi dan divisualisasikan melalui grafik evaluasi. Tahap terakhir adalah *Deployment*, yang merupakan implementasi hasil model prediksi crowd counting yang akan dibangun pada sebuah sistem deteksi.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses dalam pengembangan model prediksi crowd counting pada sistem deteksi objek kerumunan dilakukan dengan memainkan kinerja algoritma YOLO dengan framework streamlit. Model prediksi yang dikembangkan dapat menyajikan kebaruan model prediksi pada konsep crowd counting. Adapun model prediksi yang dikembangkan tersebut dapat disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Siklus AI Project Life Cycle



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Gambar 3 menjelaskan bahwa pengembangan model prediksi pada Crowd Counting dilakukan pada sistem deteksi objek kerumunan kerumunan di fasilitas layanan public. Model prediksi crowd counting yang

dikembangkan mampu menghadirkan kebaruan proses deteksi. Adapun tahapan model prediksi crowd counting terdiri dari :

1. Preparasi Data

Tahapan preparasi data ditujukan sebagai tahap awal dalam pengembangan model deteksi crowd counting. Tahapan ini ditujukan juga sebagai proses analisa data dengan melakukan pembagian data pada data latih dan

data uji. Hasil pembagian data tersebut nantinya akan diteruskan dalam preprocessing serta proses augmentasi yang digunakan sebagai masukan pada tahap pelatihan model prediksi crowd counting. Adapun sampel data dalam proses deteksi dapat disajikan pada Gambar 4.

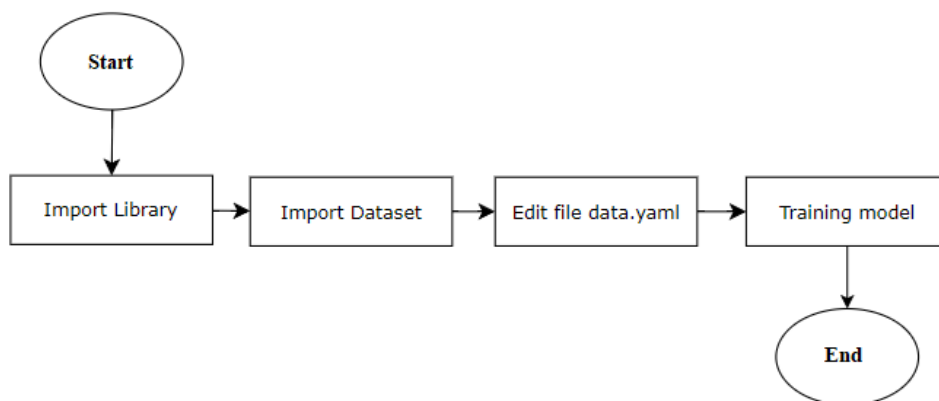


Gambar 4. Sampel Data Proses Deteksi

Gambar 4 merupakan gambaran sampel data dalam proses deteksi kerumunan pengguna layanan fasilitas public di stasiun kereta api. Data tersebut didapat dengan berdasarkan keadaan situasi yang terjadi pada setiap hari dengan menghasilkan citra sebanyak 1695 citra. Dataset tersebut nantinya akan diolah dengan beberapa tahapan seperti tahap pembagian data latih dan data uji serta preprocessing.

2. Pelatihan Model

Tahapan pelatihan model yang dikembangkan pada model prediksi crowd counting ditujukan untuk melihat efektifitas performa model prediksi. Proses tersebut dilakukan untuk memastikan model yang dibangun mampu memberikan keluaran hasil prediksi secara tepat dan akurat. Hasil pelatihan model nantinya akan dilakukan evaluasi berdasarkan tingkat akurasi. Adapun tahapan pelatihan model prediksi crowd counting dapat disajikan dalam bentuk diagram yang tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Digaram Pelatihan Model Prediksi Crowd Counting



Gambar 5 merupakan bentuk diagram pelatihan model prediksi crowd counting yang dibangun dalam sistem deteksi jumlah kerumunan layanan fasilitas publik. tahapan pelatihan dimulai dengan melakukan import library pendukung untuk membangun serta mengakses kinerja algoritma YOLO. Langkah selanjutnya merupakan proses memasukan dataset yang didapat berdasarkan gambaran citra keadaan situasi yang terjadi pada penggunaan layanan public khususnya stasiun kereta api. Proses edit data pada tahap selanjutnya merupakan proses penyesuaian serta memastikan seluruh proses konfigurasi kinerja algoritma YOLO dapat bekerja dengan optimal. Tahap

akhir dalam model ini merupakan tahap pelatihan model yang didasari kinerja algoritma YOLO.

3. Sistem Deteksi

Sistem deteksi objek kerumunan di fasilitas layanan public pada model prediksi crowd counting dilakukan dengan memainkan algoritma YOLO dan framework streamlit. Hasil deteksi akan menyajikan keluran citra deteksi yang dilengkapi dengan jumlah angka objek yang terdeteksi secara tepat dan akurat. Sistem deteksi yang dihasilkan mampu dijadikan sebagai solusi alternatif dalam pengambilan keputusan. Adapun hasil kinerja sistem deteksi dapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kinerja Sistem Deteksi

No	Citra	Jumlah Objek	Hasil Deteksi	Persentase Kesalahan
1		21	21	0.00
2		14	14	0.00

Tabel 1 merupakan bentuk implementasi kinerja sistem deteksi yang dibangun berdasarkan model prediksi crowd counting yang telah dikembangkan. Hasil deteksi terbukti cukup akurat untuk mendeteksi keberadaan objek kerumunan dengan menyajikan jumlah angka objek yang terdeteksi. Hasil ini mengindikasikan bahwa model prediksi yang dihasilkan telah memiliki performa yang cukup baik. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka hasil penelitian ini menyajikan sistem deteksi yang tepat dan akurat dalam identifikasi objek kerumunan di layanan fasilitas publik. Hasil tersebut tidak terlepas dari kinerja model prediksi crowd counting yang

didasari kinerja algoritma YOLO dengan framework streamlit dalam proses deteksi. Model prediksi tersebut telah mampu menyajikan kebaharuan dalam sebuah model prediksi crowd counting dalam pendeteksi objek. Secara keseluruhan penelitian ini juga telah menjawab kontribusi yang diharapkan sebelumnya untuk model control dalam mengatasi jumlah keramaian serta peningkatan sistem manajemen pelayanan publik.

4. Kesimpulan

Proses deteksi objek yang dikembangkan pada sebuah model prediksi crowd counting telah cukup berhasil dalam melakukan identifikasi jumlah angka kerumunan pada penggunaan layanan fasilitas publik. Hasil tersebut didasari oleh pengujian yang telah dilakukan dengan menyajikan nilai mAP sebesar 90%, Recall 95% dan Presisi 93,6%. Model prediksi yang telah dibangun berdasarkan kinerja algoritma YOLO dengan menggunakan Framework Streamlit telah mampu handal dalam menyajikan hasil deteksi yang tepat dan akurat. Pengembangan model diharapkan dapat dilakukan pada penelitian dimasa yang akan datang untuk dapat memperhatikan multiobjek deteksi.

Daftar Rujukan

- [1] Chandana, R. K., & Ramachandra, A. C. (2022). Real time object detection system with YOLO and CNN models: A review. *ArXiv Prepr. ArXiv2208*, 773.
- [2] Darmadi, & Doni, H. N. (2024). Traffic Counting using YOLO Version-5 (A case study of Jakarta-Cikampek Toll Road). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1321(1), 115–124. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1321/1/012015>
- [3] Datta, S. D., Islam, M., Sobuz, M. H. R., Ahmed, S., & Kar, M. (2024). Artificial intelligence and machine learning applications in the project lifecycle of the construction industry: A comprehensive review. *Heliyon*.
- [4] De Silva, D., & Alahakoon, D. (2022). An artificial intelligence life cycle: From conception to production. *Patterns*, 3(6).
- [5] ghani Abdulghani, A. M. A., & Dalveren, G. G. M. (2022). Moving object detection in video with algorithms YOLO and faster R-CNN in different conditions. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 33, 40–54.
- [6] Gothane, S. (2021). A practice for object detection using YOLO algorithm. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 7(2), 268–272.
- [7] Hassan, M., Hussain, F., Khan, S. D., Ullah, M., Yamin, M., & Ullah, H. (2023). CROWD COUNTING USING DEEP LEARNING BASED HEAD DETECTION. *IS and T International Symposium on Electronic Imaging Science and Technology*, 35(9). <https://doi.org/10.2352/EI.2023.35.9.IPAS-293>
- [8] Jiang, P., Ergu, D., Liu, F., Cai, Y., & Ma, B. (2022). A Review of Yolo algorithm developments. *Procedia Computer Science*, 199, 1066–1073.
- [9] Khan, M. A., Menouar, H., & Hamila, R. (2022). *Revisiting Crowd Counting: State-of-the-art, Trends, and Future Perspectives*.
- [10] Kim, J.-H., Kim, N., Park, Y. W., & Won, C. S. (2022). Object detection and classification based on YOLO-V5 with improved maritime dataset. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(3), 377.
- [11] Kundu, D., & Pandey, A. K. (2020). World urbanisation: trends and patterns. *Developing National Urban Policies: Ways Forward to Green and Smart Cities*, 13–49.
- [12] Kusuma, T. A. A. H., Usman, K., & Saidah, S. (2021). People Counting for Public Transportations Using You Only Look Once Method. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, 2(1), 57–66. <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2021.2.2.77>
- [13] Lapuente, V., & Van de Walle, S. (2020). The effects of new public management on the quality of public services. *Governance*, 33(3), 461–475.
- [14] Lee, Y.-H., & Kim, Y. (2020). Comparison of CNN and YOLO for Object Detection. *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, 19(1), 85–92.
- [15] Li, X., Stringer, L. C., & Dallimer, M. (2022). The impacts of urbanisation and climate change on the urban thermal environment in Africa. *Climate*, 10(11), 164.
- [16] Mia, J., Bijoy, H. I., Uddin, S., & Raza, D. M. (2021). Real-time herb leaves localization and classification using YOLO. *2021 12th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, 1–7.
- [17] Obulesu, D. O., Hanshika, A., Lahari, A., Arunodaya, P., & Ashwini, R. (2023). People Counting and Tracking System in Real-Time using Deep Learning Techniques. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 11(7), 713–720. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.54644>
- [18] Oeschger, G., Carroll, P., & Caulfield, B. (2020). Micromobility and public transport integration: The current state of knowledge. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 89, 102628.
- [19] Pradiptya, A. (2023). Sistem Penghitung Jumlah Kerumunan Orang dengan Metode YOLO (You Only Look Once). *Repositori Universitas Dinamika*, 4(1), 88–100.
- [20] Ranjan, A., Pathare, N., Dhavale, S., & Kumar, S. (2022). Performance analysis of YOLO algorithms for real-time crowd counting. *2022 2nd Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON)*, 1–8.
- [21] Ruchika, Purwar, R. K., & Verma, S. (2022). Analytical study of YOLO and its various versions in crowd counting. In *Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things: Proceedings of ICICI 2021* (pp. 975–989). Springer.
- [22] Shu, W., Wan, J., Tan, K. C., Kwong, S., & Chan, A. B. (2022). Crowd counting in the frequency domain. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 19618–19627.
- [23] Suhane, A. K., Vani, A., Parihar, H., Raghuvanshi, U., Nimbark, A., & Saxena, L. (2023). *Human Detection and Crowd Counting Using Yolo*. April.
- [24] Syahputra, H., Yanto, M., Putra, M. R., Hadi, A. F., & Fenia, S. Z. (2023). Machine learning classification analysis model community satisfaction with traditional market facilities as public service. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 12(4), 1744–1754. <https://doi.org/10.11591/ijai.v12.i4.pp1744-1754>
- [25] Ullah, M. B. (2020). CPU based YOLO: A real time object detection algorithm. *2020 IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP)*, 552–555.
- [26] Zhou, Y. (2024). A YOLO-NL object detector for real-time detection. *Expert Systems with Applications*, 238, 122256.
- [27] Zhu, Y., Ni, K., Li, X., Zaman, A., Liu, X., & Bai, Y. (2024). Artificial Intelligence Aided Crowd Analytics in Rail Transit Station. *Transportation Research Record*, 2678(2), 481–492. <https://doi.org/10.1177/03611981231175156>