



**DETEKSI BOLA DAN LINGKUNGAN PADA ROBOT *SOCCER*
UNISMA DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO
(*YOU ONLY LOOK ONCE*)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro Strata Satu (S-1)



Disusun Oleh:

ARIF PRAYOGA

NPM : 21801053009

**UNIVERSITAS ISLAM MALANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

2024

ABSTRAKSI

Arif Prayoga 21801053009. Deteksi Bola Dan Lingkungan Pada Robot *Soccer* UNISMA Dengan Menggunakan Algoritma YOLO (*You Only Look Once*). Pembimbing I: M. Jasa Afroni. II: Anang Habibi. Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Univeritas Islam Malang.

Dalam bidang robotika, terdapat kategori robot yang memiliki kemampuan untuk bermain sepakbola, salah satunya adalah robot sepakbola beroda. Robot ini dirancang untuk dapat mendeteksi objek di lingkungan pertandingan, khususnya objek bola, gawang dan robot. Pengembangan sistem deteksi objek, termasuk bola, gawang, dan robot, dengan tingkat keakuratan tinggi menjadi kebutuhan utama agar robot dapat mengidentifikasi objek secara tepat untuk menjalankan tugas-tugas selanjutnya. Penelitian ini menggunakan *Ultralytics YOLOv8 (You Only Look Once* versi 8) sebagai sistem pendeteksian objek. YOLO merupakan implementasi deep-learning yang dapat diadopsi untuk tujuan ini. YOLOv8 digunakan sebagai model jaringan dalam penelitian ini, dan proses pelatihannya melibatkan *framework* Pytorch. Selama tahap pelatihan jaringan, diperoleh mean *Average Precision (mAP)* sebesar 99%. Pada tahap pengujian jaringan, sistem berhasil mendeteksi objek dengan memberikan label "bola", "gawang", dan "Robot" beserta *bounding box* pada frame gambar yang dihasilkan. Sistem deteksi yang dikembangkan dalam penelitian ini menghasilkan nilai performa jaringan yang sangat baik, dengan nilai *accuracy* sebesar 98,4%, *precision* sebesar 99,4%, *recall* sebesar 98,9%, dan *F1-score* sebesar 99.2%. Performa jaringan dievaluasi menggunakan 500 frame gambar sebagai *test set* selama tahap pelatihan jaringan.

Kata Kunci : Deteksi Objek, You Only Look Once, OpenCV, Phyton

ABSTRACT

Arif Prayoga 21801053009. Ball and Environment Detection on Unisma Soccer Robot Using YOLO (You Only Look Once) Algorithm. Supervisor I: M. Jasa Afroni. II: Anang Habibi. Electrical Engineering. Faculty of Engineering. Islamic University of Malang.

In robotics, there are categories of robots that have the ability to play soccer, one of which is a wheeled soccer robot. This robot is designed to be able to detect objects in the match environment, especially ball, goal and robot objects. The development of an object detection system, including balls, goals, and robots, with a high level of accuracy is a major requirement so that the robot can identify objects precisely to carry out further tasks. This research uses Ultralytics YOLO (You Only Look Once) as an object detection system. YOLO is a deep-learning implementation that can be adopted for this purpose. YOLOv8 was used as the network model in this study, and the training process involved the Pytorch framework. During the network training stage, a mean average precision (mAP) of 99% was obtained. At the network testing stage, the system successfully detected objects by labeling "ball", "goal", and "robot" along with the bounding box on the generated image frames. The detection system developed in this research produces excellent network performance values, with an accuracy value of 98.4%, precision of 99.4%, recall of 98.9%, and F1-score of 99.2%. The network performance was evaluated using 500 image frames as a test set during the network training stage.

Keyword : Object Detection, You Only Look Once, OpenCV, Python

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman yang semakin modern ini, robot terus berkembang. Jika sebelumnya hanya digunakan di laboratorium atau untuk kepentingan industri, sekarang mereka telah digunakan di berbagai bidang seperti kedokteran pertanian dan bahkan di militer. Pemerintah mendukung kemajuan robotika dengan menyelenggarakan Kontes Robot Indonesia, yang diselenggarakan oleh Pusat Prestasi Nasional, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. KRI adalah platform nyata yang memungkinkan siswa menggunakan dan mengembangkan robotika. KRI adalah kompetisi robotika yang diikuti oleh tim mahasiswa dari perguruan tinggi negeri dan swasta yang terdaftar di Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kreatifitas mahasiswa [1].

Kontes Robot Indonesia adalah kontes desain dan rekayasa di bidang robotika yang ada di Indonesia. Dengan kemajuan robot dan teknologi informasi, produk kecerdasan buatan kini banyak muncul di seluruh dunia. Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI), adalah sistem komputer yang dibuat oleh manusia untuk membantu dan meniru kegiatan sehari-hari. AI digunakan secara umum dalam masyarakat untuk membantu berbagai kegiatan. AI dapat memiliki dampak negatif yang berpotensi menyebabkan kerugian jika tidak digunakan dengan bijak, perlu dijaga keseimbangannya dengan perkembangan yang cepat. AI atau Kecerdasan Buatan adalah ilmu yang mempelajari sistem memahami dan menganalisis data eksternal. Sistem ini juga bisa belajar dari data dan mencapai tujuan dengan cara yang fleksibel dan adaptif.[2]

Dengan kemajuan robot dan teknologi informasi, produk kecerdasan buatan kini banyak muncul di seluruh dunia. Kecerdasan buatan atau AI, adalah sistem komputer yang dibuat oleh manusia untuk membantu dan meniru kegiatan sehari-hari. AI digunakan secara umum dalam masyarakat untuk membantu berbagai kegiatan. AI dapat memiliki dampak negatif yang berpotensi menyebabkan kerugian jika tidak

digunakan dengan bijak, perlu dijaga keseimbangannya dengan perkembangan yang cepat. AI atau Kecerdasan Buatan adalah ilmu yang mempelajari sistem memahami dan menganalisis data eksternal. Sistem ini juga bisa belajar dari data dan mencapai tujuan dengan cara yang fleksibel dan adaptif.[3]

Artificial Intelligence digunakan dalam *Computer Vision* untuk memberikan kemampuan sistem komputer dalam memahami dan menganalisis gambar atau video. YOLO merupakan metode detektor dengan model terpadu, yang mana dengan jaringan saraf tunggal dapat memprediksi kotak pembatas dan probabilitas kelas secara langsung dalam satu gambar penuh pada sekali tangkapan. Pada model YOLO, dapat memproses gambar inputan hingga pada 45 FPS, bahkan dengan versi jaringan neural yang lebih kecil lagi, yakni Fast YOLO dapat memproses hingga 155 FPS dan menjadi algoritma tercepat dalam perbandingan dengan algoritma pendeteksian real-time lainnya seperti Fastest R-CNN[4]

Penelitian dengan judul "Aplikasi Penghitung Jarak dan Jumlah Orang Berbasis YOLO Sebagai Protokol Kesehatan Covid-19". mencapai tingkat keakuratan pembacaan sebesar 90,04% berdasarkan perbandingan jumlah data percobaan yang berhasil dan jumlah data pengamatan pada setiap citra[5]. Penelitian YOLO lain berhasil menghitung jumlah mobil, sepeda motor, bus, dan truk yang melintas. Hasil pengujian terbaiknya adalah pada siang hari dengan tingkat akurasi sebesar 83%, 93%, dan 94%. Pengujian pada malam hari dengan kamera memiliki akurasi terendah sebesar 68%, 77%, dan 78% [6].

Beberapa penelitian yang telah dijabarkan membuktikan bahwa YOLO mempunyai tingkat akurasi yang lebih baik pada pemrosesan citra digital. Hal ini dikarenakan YOLO memiliki lebih baik untuk deteksi objek secara real-time. Berdasarkan acuan penelitian yang telah dipaparkan diatas, maka pada penelitian ini penulis ingin mengusulkan penggunaan metode YOLO sebagai metode klasifikasi objek untuk mengolah citra bola dan lingkungannya yang berupa gawang dan robot lain.

Di Universitas Islam Malang sendiri masih belum terdapat Robot Soccer untuk dapat mengikuti kontes robot. Untuk itu dibuatlah tim riset yang memiliki fokus masing – masing dalam pengembangan Robot Soccer dengan tujuan dapat mengikuti perlombaan. Fokus penulis dalam penelitian ini adalah untuk membangun suatu mekanisme robot untuk mendeteksi bola dan lingkungannya yang berupa gawang dan robot dengan menggunakan algoritma YOLO.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana cara membedakan bola dan lingkungannya dengan menggunakan algoritma YOLO?.
- b. Bagaimana Pengaruh parameter, model dan dataset pada tingkat akurasi pendeteksian objek pada algoritma YOLO?.

1.3 Batasan Masalah

Untuk meminimalisir perluasan dalam pembahasan penelitian, maka diberikanlah batasan – batasan masalah seperti berikut :

- a. Windows Sebagai Sistem Operasi yang digunakan.
- b. Menggunakan algoritma *You Only Look Once* versi 8 (YOLOV8) sebagai algoritma pendeteksi objek.
- c. Kelas – kelas objek pada penelitian ini meliputi bola, gawang, dan robot.
- d. Deteksi yang dilakukan adalah pada lingkungan lapangan robot sepak bola beroda (gawang, bola futsal warna oranye, deteksi robot lain)
- e. Bola yang digunakan merupakan bola futsal berwarna oranye berdiameter 15cm yang sesuai ketentuan pedoman KRSBI-B.
- f. Gawang merupakan bentuk prototype dengan ukuran yang sesuai ketentuan pedoman KRSBI-B.
- g. Robot merupakan bentuk prototype dengan ukuran yang belum sesuai ketentuan pedoman KRSBI-B.
- h. Menggunakan webcam sebagai media *input*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, didapatkan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Membangun suatu mekanisme robot untuk mendeteksi dan mengklasifikasi objek berupa bola, gawang dan robot dengan menggunakan algoritma YOLO
- b. Menganalisa kinerja metode YOLO dalam mendeteksi dan mengklasifikasi objek bola, gawang dan robot berbasis citra digital

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang akan dicapai, penelitian ini adalah :

1.5.1 Manfaat Teoritis

- a. Mampu mendeteksi dan klasifikasi objek bola, gawang dan robot menggunakan Algoritma YOLO.
- b. Mampu mengetahui pengaruh parameter, model dan dataset pada tingkat akurasi pendeteksian objek pada algoritma YOLO.

1.5.2 Manfaat Praktis

- a. Dapat membuat sebuah mekanisme robot untuk mendeteksi bola dan lingkungannya dengan menggunakan algoritma YOLO yang nantinya dapat diimplementasikan ke Robot *Soccer* UNISMA. Sehingga nantinya robot tersebut dapat dipergunakan untuk mengikuti kompetisi KRSBI di tahun yang akan datang.
- b. Bagi pembaca dan penulis, gagasan ini dapat menambah pengetahuan mengenai Artificial intelligence dalam mengotomatiskan deteksi objek.
- c. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian di masadepan dalam melakukan pendeteksian objek dengan akurasi tinggi menggunakan algoritma You Only Look Once versi 8 (YOLOv8).

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar penyusunan skripsi ini dirancang dengan sistematika yang disusun demikian:

BAB I PENDAHULUAN

Bab Pendahuluan berisi mengenai latar belakang sistem yang akan dirancang, perumusan masalah yang menjadi fokus dalam penelitian, batasan masalah agar lingkup penelitian lebih terfokus, tujuan dan manfaat yang hendak hendak dicapai dalam penelitian, serta sistematika penulisan laporan dalam penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab Tinjauan Pustaka membahas tentang teori pendukung dan kajian yang melandaskan topik yang akan diteliti, dimana akan dijelaskan juga mengenai penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya untuk dianalisis perbedaan dan keterbaharuan penelitian yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab Metode Penelitian akan menjabarkan mengenai bagaimana rancangan sistem yang akan dibangun serta teknis pengerjaannya. Secara struktur terdapat tempat penelitian, jenis penelitian, kemudian tahapan penelitian tentang proses pengerjaan sistem secara lebih terstruktur, objek dalam penelitian, kemudian terdapat teknik pengumpulan dan analisis data dilakukan pada data.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab Hasil dan Pembahasan menjelaskan mengenai hasil sistem yang telah dibangun, serta ujicoba yang dilakukan dimana pada hal ini adalah keberhasilan dalam pembangunan sistem dan ujobanya pada sistem pendeteksian objek bola, gawang dan robot.

BAB V PENUTUP

Bab Penutup memberikan penjelasan singkat mengenai pembangunan serta kesimpulan mengenai hasil dari sistem yang telah dirancang. Selain itu, dalam bab ini juga dijelaskan kekurangan dan batasan pada sistem untuk kedepannya dapat diperbaiki pada penelitian-penelitian berikutnya.

BAB V

PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang dihasilkan berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan serta saran untuk pengembangan penelitian ini.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengambilan data yang telah dilakukan pada penelitian yang berjudul “Deteksi Bola Dan Lingkungan Pada Robot Soccer Unisma Dengan Menggunakan Algoritma Yolo (You Only Look Once)” ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

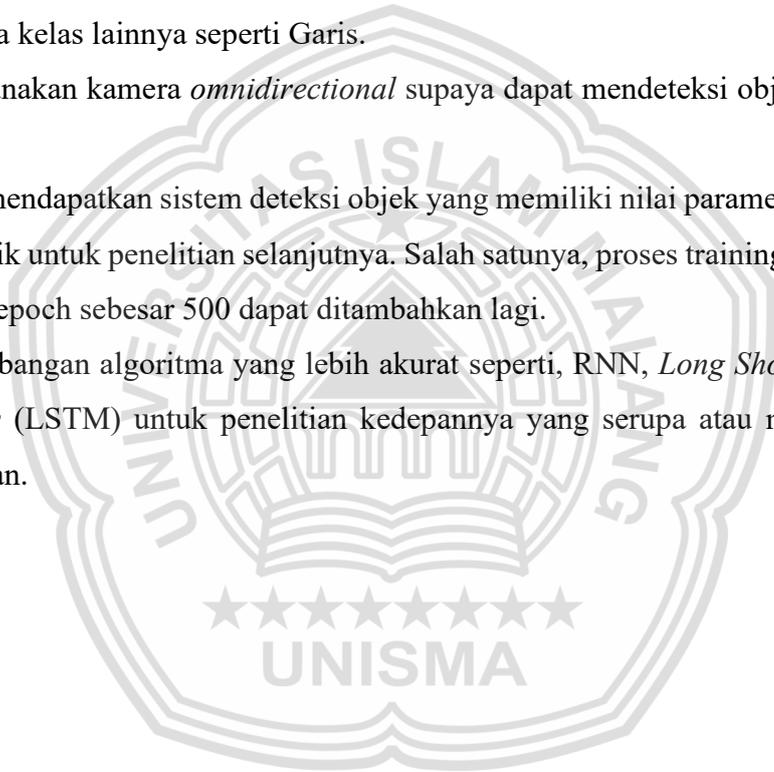
1. Penelitian ini menguji kemampuan algoritma YOLO, khususnya YOLOV8, dalam membedakan bola dan lingkungannya. Hasilnya menunjukkan bahwa YOLOV8 mampu mendeteksi dan membedakan objek-objek tersebut dengan baik. Algoritma ini bekerja dengan membagi objek yang terdeteksi ke dalam kelas-kelas yang berbeda, termasuk bola, gawang, dan robot.
2. Pengujian menunjukkan bahwa model YOLOV8m memberikan keseimbangan terbaik antara kinerja dan akurasi, dengan nilai mAP mencapai 89,2%. Ini berarti model YOLOV8m mampu mendeteksi objek dengan cukup akurat tanpa membebani kinerja sistem secara berlebihan. Konfigurasi parameter terbaik untuk mencapai akurasi tertinggi adalah dengan menggunakan Epoch 300, Batch size 16, dan Optimizer SGD. Konfigurasi ini menghasilkan nilai mAP yang signifikan, yaitu 98,4%. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan parameter yang tepat dapat meningkatkan akurasi pendeteksian secara signifikan. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa dataset yang cukup besar, yaitu sebanyak 5000 gambar, mampu menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi, yaitu 98,4%. Ini menunjukkan bahwa semakin banyak data yang digunakan untuk melatih model, semakin baik pula akurasi pendeteksian yang dihasilkan. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma YOLO mampu mendeteksi objek dengan tingkat akurasi yang tinggi. Pemilihan model, parameter, dan dataset

yang tepat dapat meningkatkan akurasi pendeteksian dan menghasilkan sistem yang efisien.

5.2 Saran

Mempertimbangkan pengembangan pada penelitian selanjutnya yang terkait dengan penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat penulis berikan diantaranya:

1. Sistem yang dibuat dalam penelitian ini hanya mendeteksi 3 kelas (Bola, Gawang dan Robot), untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan beberapa kelas lainnya seperti Garis.
2. Menggunakan kamera *omnidirectional* supaya dapat mendeteksi objek lebih luas
3. Untuk mendapatkan sistem deteksi objek yang memiliki nilai parameter yang lebih baik untuk penelitian selanjutnya. Salah satunya, proses training dataset dengan epoch sebesar 500 dapat ditambahkan lagi.
4. Pengembangan algoritma yang lebih akurat seperti, RNN, *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk penelitian kedepannya yang serupa atau memiliki kesamaan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. W. Pradana, D. Irmawati, and H. Circle, "Pendeteksi Warna Dan Bentuk Bola Pada Robot," no. August, 2018, doi: 10.13140/RG.2.2.36732.03200.
- [2] Pusat Prestasi Nasional, "Buku Pedoman Kontes Robot Indonesia (Kri) Tahun 2023," 2023.
- [3] A. Kaplan and M. Haenlein, "Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence," *Bus. Horiz.*, vol. 62, no. 1, pp. 15–25, Jan. 2019, doi: 10.1016/J.BUSHOR.2018.08.004.
- [4] A. F. Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, "Efficient convnet-based object detection for unmanned aerial vehicles by selective tile processing," *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. pattern Recognit.*, 2016, doi: 10.1145/3243394.3243692.
- [5] F. Indaryanto, A. Nugroho, and A. F. Suni, "Aplikasi Penghitung Jarak dan Jumlah Orang Berbasis YOLO Sebagai Protokol Kesehatan Covid-19," *Edu Komputika J.*, vol. 8, no. 1, pp. 31–38, 2021, doi: 10.15294/edukomputika.v8i1.47837.
- [6] F. Rofii, G. Priyandoko, M. I. Fanani, and A. Suraji, "Vehicle Counting Accuracy Improvement By Identity Sequences Detection Based on Yolov4 Deep Neural Networks," *Teknik*, vol. 42, no. 2, pp. 169–177, 2021, doi: 10.14710/teknik.v42i2.37019.
- [7] A. John and D. Meva, "A Comparative Study of Various Object Detection Algorithms and Performance Analysis," *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, vol. 8, no. 10, pp. 2347–2693, 2020, doi: 10.26438/ijcse/v8i10.158163.
- [8] R. A. Fatekha, B. S. B. Dewantara, and H. Oktavianto, "Sistem Deteksi Bola pada Robot Kiper Pemain Sepakbola Beroda," *J. Integr.*, vol. 13, no. 2, pp. 127–134, 2021, doi: 10.30871/ji.v13i2.3133.

- [9] F. F. Sanubari and R. D. Puriyanto, “Deteksi Bola dan Gawang dengan Metode YOLO Menggunakan Kamera Omnidirectional pada Robot KRSBI-B,” *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 76–85, 2022, doi: 10.12928/biste.v4i2.6712.
- [10] S. Singh, “Cousins of Artificial Intelligence,” *Medium*, 2AD. <https://towardsdatascience.com/cousins-of-artificial-intelligence-dda4edc27b55> (accessed Nov. 07, 2023).
- [11] Bedy Purnama, *Pengantar Machine Learning: Konsep dan Praktikum Dengan Contoh Latihan Berbasis R dan Python*. Bandung: Informatika, 2019.
- [12] J. Patterson and A. Gibson, *Deep Learning A PRACTITIONER’S APPROACH*, vol. 29, no. 7553. 2017. [Online]. Available: <http://deeplearning.net/>
- [13] M. Bernico, *Deep Learning Quick Reference: Useful hacks for training and optimizing deep neural networks with TensorFlow and Keras*. 2018.
- [14] Mohamed Elgendy, *Deep Learning for Vision Systems*. Simon and Schuster, 2020.
- [15] “What is a neural network?,” *IBM*, 2021. <https://www.ibm.com/cloud/learn/neural-networks> at is a neural network? (accessed Jun. 11, 2023).
- [16] Ujjwalkarn, “A Quick Introduction to Neural Networks,” *the data science blog*, 2016. <https://ujjwalkarn.me/2016/08/09/quick-intro-neural-network> (accessed Jun. 23, 2011).
- [17] CS231n, “Convolutional Neural Networks for Visual Recognition.” <https://cs231n.github.io/neural-network> (accessed Jul. 18, 2023).
- [18] D. Misra, “Mish: A Self Regularized Non-Monotonic Activation Function,” *31st Br. Mach. Vis. Conf. BMVC 2020*, 2020.
- [19] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep learning*. MIT press, 2016.
- [20] IBM, “What are convolutional neural networks?,” 2021. <https://www.ibm.com/topics/convolutional-neural-networks> (accessed May 23, 2023).

- [21] T. Wood, “What is the Softmax Function,” 2019. <https://deeppai.org/machine-learning-glossary-and-terms/softmax-layer> (accessed Jun. 30, 2023).
- [22] P. Hidayatullah, T. L. E. R. Mengko, R. Munir, and A. Barlian, “Bull Sperm Tracking and Machine Learning-Based Motility Classification,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 61159–61170, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3074127.
- [23] “Classification, Object Detection and Image Segmentation.” <https://developer.qualcomm.com/software/qualcomm-neural-processing-sdk/learning-resources/image-segmentation-deeplab-neural-processing-sdk/classification-object-detection-segmentation> (accessed Mar. 11, 2023).
- [24] “Object Detection vs Object Recognition vs Image Segmentation,” 2020. <https://www.geeksforgeeks.org/object-detection-vs-object-recognition-vs-image-segmentation/> (accessed Mar. 23, 2023).
- [25] M. Z. Alom *et al.*, “A state-of-the-art survey on deep learning theory and architectures,” *Electron.*, vol. 8, no. 3, pp. 1–67, 2019, doi: 10.3390/electronics8030292.
- [26] I. SALIAN, “SuperVize Me: What’s the Difference Between Supervised, Unsupervised, Semi-Supervised and Reinforcement Learning?,” 2018. <https://blogs.nvidia.com/blog/supervised-unsupervised-learning/> (accessed May 04, 2023).
- [27] “Data for Deep Learning,” *Pathmind*, 2021. <https://wiki.pathmind.com/data-for-deep-learning> (accessed May 06, 2023).
- [28] J. Solawetz, “Data Augmentation in YOLOv4,” 2020. <https://towardsdatascience.com/data-augmentation-in-yolov4-c16bd22b2617> (accessed Jun. 23, 2023).
- [29] U. Nepal and H. Eslamiat, “Comparing YOLOv3, YOLOv4 and YOLOv5 for autonomous landing spot detection in faulty UAVs,” *Sensors*, vol. 22, no. 2, p. 464, 2022.
- [30] G. Jocher *et al.*, “ultralytics/yolov5: v7. 0-yolov5 sota realtime instance segmentation,” *Zenodo*, 2022.

- [31] A. M. Chalik, B. A. Qowy, F. Hanafi, and A. Nuraminah, "Mouse Tracking Tangan dengan Klasifikasi Gestur Menggunakan OpenCV dan Mediapipe," *J. Ilm. Tek. Inform. dan Komun.*, vol. 1, no. 2, pp. 10–18, 2021.

