

TOILET RAMAH PUBLIK DENGAN SISTEM DETEKSI CERDAS TUNA DAKSA MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLOV5

Arvina Rizqi Nurul'aini^{*}, Azrul Hanif Dinofa², Niko Andriano³, Mario Norman Syah⁴, Dhidik Prastiyanto⁵

^{1,2,3,4,5}Departemen Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang, Gedung E11 Lt.2 Teknik Elektro FT UNNES, Kampus Sekaran, Gunung Pati, Kota Semarang.

Keywords:

Tunadaksa;
Kursi Roda;
YOLO v5.

Correspondent Email:

arvinarizqi@students.unnes.ac.id



JITET is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Abstrak. Penyediaan fasilitas umum yang inklusif merupakan bagian penting dalam mewujudkan kesejahteraan sosial, khususnya bagi penyandang disabilitas. Salah satu fasilitas yang perlu mendapat perhatian adalah toilet umum yang ramah bagi penyandang disabilitas. Namun, sering terjadi penyalahgunaan oleh pengguna non-disabilitas yang mengakses toilet khusus tersebut, sehingga mengurangi kenyamanan dan aksesibilitas bagi mereka yang sangat membutuhkan. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi cerdas berbasis computer vision menggunakan algoritma YOLOv5 untuk mengidentifikasi pengguna kursi roda sebagai prasyarat akses toilet. Dataset yang digunakan diperoleh dari platform Roboflow yang kemudian dilatih menggunakan model YOLOv5m dengan parameter pelatihan sebanyak 150 epoch dan ukuran batch sebanyak 16. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi pengguna kursi roda dengan tingkat akurasi sebesar 83%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan berbasis YOLOv5 cukup efektif dalam mendukung pengembangan sistem akses toilet yang lebih adil dan tepat sasaran. Diharapkan penerapan teknologi ini dapat membantu menciptakan fasilitas publik yang lebih inklusif dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya aksesibilitas bagi penyandang disabilitas.

Abstract, Providing inclusive public facilities is an important part of realizing social welfare, especially for people with disabilities. One of the facilities that needs attention is a friendly public toilet for people with disabilities. However, there is often misuse by non-disabled users who access these special toilets, reducing comfort and accessibility for those who need it. This study develops a computer vision-based intelligent detection system using the YOLOv5 algorithm to identify wheelchair users as a prerequisite for toilet access. The dataset was obtained from the Roboflow platform, which was then trained using the YOLOv5m model with a training parameter of 150 epochs and a batch size of 16. The training results showed that the model could detect wheelchair users with an accuracy level of 83%. These results indicate that the YOLOv5-based approach is quite effective in supporting the development of a fairer and more targeted toilet access system. It is hoped that applying this technology can help create more inclusive public facilities and increase awareness of the importance of accessibility for people with disabilities.

1. PENDAHULUAN

Tuna daksa merupakan kondisi manusia yang memiliki keterbatasan atau kekurangan secara fisik daripada manusia lainnya [1]. Selayaknya manusia normal, penyandang tuna daksa juga memiliki aktivitas sehari-hari, namun dengan kondisi tersebut akan membatasi

pergerakan dan mempersulit mereka dalam menjalankan aktivitas [2]. Menurut UU Nomor 4 tahun 1997 dan PP Nomor 43 tahun 1998 tentang Upaya Peningkatan Kesejahteraan Sosial bagi penyandang disabilitas, kewajiban dalam menyediakan fasilitas ramah tuna daksa menjadi sebuah keharusan agar mereka tidak

kesulitan dalam menjalankan aktivitas sehari-hari.

Toilet merupakan salah satu fasilitas yang diperlukan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan biologis. Sebuah toilet dapat dikatakan baik ketika dirancang untuk dapat digunakan oleh manusia normal maupun penyandang tuna daksa [3]. Toilet khusus tuna daksa telah banyak ditemukan di tempat umum, namun terkadang toilet tersebut justru digunakan oleh non tuna daksa. Penerapan teknologi dapat membantu dalam menyediakan fasilitas toilet umum lebih ramah bagi tuna daksa dan menyaring orang yang dapat menggunakannya. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah teknologi deteksi visual *You Only Look Once* (YOLO). Algoritma YOLO merupakan metode terancang dalam mendeteksi objek secara real-time [4]. YOLO dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi penyandang tuna daksa yang akan menggunakan toilet khusus tuna daksa dan mencegah orang non tuna daksa dari menggunakan toilet tersebut.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mendukung penyandang disabilitas melalui teknologi deteksi cerdas berbasis visi komputer dan deep learning. Swathy et al. (2022) mengusulkan toilet ramah disabilitas berbasis bio-toilet yang dapat dipasang di kursi roda untuk memudahkan proses pembuangan limbah [5]. Alruwaili et al. (2024) menggunakan YOLOv5 untuk mendeteksi dan melacak penyandang disabilitas seperti penderita kelumpuhan, amputasi, dan pengguna alat bantu jalan, dengan dataset besar berisi lima kelas kondisi disabilitas, meskipun hasil menunjukkan YOLOv3 sedikit lebih unggul dalam akurasi deteksi [6]. Haidar (2023) juga menerapkan YOLOv5 dalam sistem kontrol kursi roda berbasis deteksi plat nama ruangan, namun akurasinya hanya mencapai 60% [7]. Chaudhary et al. (2023) mengembangkan sistem navigasi berbasis YOLOv3 untuk penyandang tunanetra, yang mampu mengenali objek dan memberikan informasi jarak secara audio dengan performa mendekati real-time [8]. Studi-studi tersebut menunjukkan potensi besar algoritma YOLO dalam membantu mobilitas dan kenyamanan penyandang disabilitas. Namun, belum ada penelitian yang secara khusus mengembangkan sistem deteksi keberadaan tuna daksa di toilet umum

menggunakan algoritma YOLOv5, sehingga penelitian ini menjadi upaya awal dalam mengisi kekosongan tersebut.

Meskipun berbagai penelitian telah mengaplikasikan algoritma YOLO untuk mendeteksi penyandang disabilitas, namun sebagian besar masih berfokus pada pelacakan di ruang terbuka, navigasi pengguna alat bantu jalan, atau sistem alat bantu penglihatan. Penelitian seperti yang dilakukan oleh Haidar (2023) menunjukkan bahwa akurasi deteksi dengan YOLOv5 dalam konteks pengendalian kursi roda masih terbatas pada angka 60%, sedangkan penelitian lain belum menyentuh kebutuhan untuk mendeteksi penyandang disabilitas di fasilitas umum seperti toilet umum. Selain itu, belum ada penelitian yang secara khusus mengadaptasi YOLOv5 untuk mendeteksi keberadaan penyandang disabilitas di lingkungan tertutup yang kompleks seperti toilet umum, ruang yang sempit, dan variasi posisi tubuh menjadi tantangan. Berbeda dari penelitian sebelumnya, studi ini secara khusus menerapkan YOLOv5 untuk deteksi pengguna kursi roda di lingkungan toilet umum.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi cerdas berbasis algoritma YOLOv5 yang mampu mengidentifikasi pengguna kursi roda sebagai representasi penyandang tuna daksa dalam konteks penggunaan toilet umum. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi teknologi untuk menyaring akses secara otomatis dan adil, serta mencegah penyalahgunaan toilet disabilitas oleh pengguna non-disabilitas. Penelitian ini juga mengisi kekosongan kajian sebelumnya yang belum menerapkan YOLOv5 secara spesifik dalam lingkungan tertutup seperti toilet publik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

1) *You Only Look Once* (YOLO)

You Only Look Once (YOLO) merupakan sebuah algoritma *deep learning* yang memanfaatkan jaringan syaraf *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mendeteksi objek [9]. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang menerapkan algoritma YOLO, Algoritma tersebut merupakan salah satu algoritma dalam bidang *computer vision* yang dapat digunakan untuk mendeteksi objek dengan nilai akurasi yang cukup tinggi [10]. YOLO memungkinkan deteksi objek secara

real-time, sehingga mampu memproses dan mengidentifikasi objek dalam gambar atau video dengan sangat cepat [11]. Yolo V5 adalah algoritma deteksi objek satu tahap yang memperlakukan deteksi objek sebagai masalah regresi. Algoritma ini mampu langsung memprediksi kelas objek dan menghasilkan bingkai deteksi, dengan keunggulan kecepatan inferensi yang cepat dan biaya penyebaran model yang rendah [12].

2) Citra Digital

Citra dapat diartikan gambaran visual dari suatu objek atau beberapa objek seperti gambar, foto rontgen, dan citra satelit [13]. Jenis citra dibagi menjadi tiga jenis, yaitu citra biner (citra monokrom), citra grayscale, dan citra berwarna. Citra digital dapat direpresentasikan dengan matriks yang terdiri dari M kolom dan N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel yang merupakan elemen terkecil dari suatu citra [14].

3. METODE PENELITIAN

Dalam merancang sebuah sistem tentunya diperlukan sebuah metode, metode yang digunakan adalah Yolo V5 yang di aplikasikan sebagai berikut:

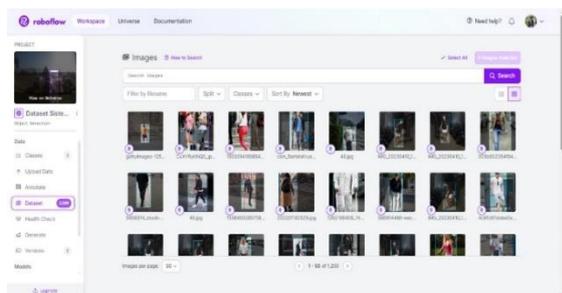
A. Yolo V5

Untuk mengimplementasikan Yolo V5 pada toilet ramah publik memerlukan tahapan, yaitu:

a. Pengumpulan Data

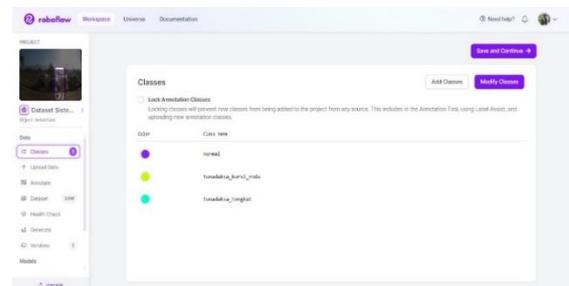
Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan data set yang diperoleh dari Roboflow. Jumlah data yang dipakai sebanyak 1200 data dengan menentukan class klasifikasinya. Adapun class klasifikasi yang diambil adalah:

- 1) Normal
- 2) Tunadaksa_kursi_roda



Gambar 1. Pengumpulan Data

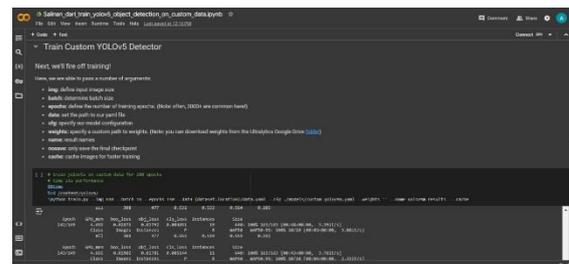
Gambar 1 menunjukkan tampilan halaman Images pada platform Roboflow, yang digunakan untuk mengelola dan menampilkan data gambar yang dikumpulkan dan diberi anotasi. Dalam penelitian ini, data terdiri dari 1200 gambar individu dengan berbagai kondisi fisik yang telah diberi anotasi menggunakan kotak deteksi objek (bounding box), sesuai dengan kelas yang telah ditentukan sebelumnya. Setiap gambar dalam dataset ini diberi label untuk memudahkan proses pelatihan model deteksi objek berbasis YOLOv5.



Gambar 2. Class Classification

Gambar 2 menunjukkan halaman Classes, yang menunjukkan daftar kelas anotasi yang digunakan. Ada tiga kelas utama yang tercantum, yaitu normal, disabled_wheelchair, dan disabled_candle, masing-masing dengan warna identifikasi yang berbeda. Namun, dalam penelitian ini hanya digunakan dua kelas, yaitu normal dan disabled_wheelchair (Tunadaksa_kursi_roda). Informasi kelas ini merupakan dasar penting dalam proses pelatihan anotasi dan model, sehingga YOLOv5 dapat secara efektif mengenali dan mengklasifikasikan objek berdasarkan karakteristik visual yang ada dalam gambar.

b. Implementasi



Gambar 3. Training Data

Pada gambar diatas merupakan proses training data setelah sebelumnya dilakukan

proses labelling dan preprocessing data, selanjutnya dilakukan proses training data untuk mendapatkan file model hasil training dengan format .pt yang nantinya akan digunakan untuk mendeteksi objek secara real-time maupun gambar.

Sebelum melakukan proses training ini harus menentukan kriteria yang diperlukan terlebih dahulu seperti untuk iterasinya sebanyak 150 epochs, batch size 16, dan menggunakan model YOLOv5. Setelah menentukan beberapa kriteria yang diperlukan, kemudian proses training dijalankan.

c. Deteksi Objek

Untuk dapat mendeteksi suatu objek harus menyelesaikan sebuah tahap yaitu *labelling*. Berikut merupakan sebuah hasil prediksi deteksi objek:



Gambar 4. Prediksi Objek 1



Gambar 5. Prediksi Objek 2

Untuk dapat mendeteksi suatu objek menggunakan algoritma seperti YOLOv5, proses awal yang sangat penting adalah labelling atau pemberian anotasi pada dataset. Labelling merupakan tahap penandaan objek-objek dalam gambar dengan kelas dan koordinat *bounding box* yang sesuai. Data yang telah dilabeli ini digunakan untuk melatih model agar dapat mengenali pola visual dan membedakan antar kelas objek seperti yang terdapat pada gambar 4 dan gambar 5.

B. Eksperimen



Gambar 6. Alat yang digunakan

Dalam eksperimental penelitian ini, penulis menggunakan alat diantaranya:

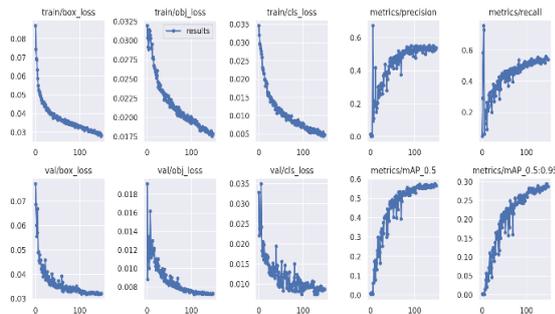
- 1) CCTV
- 2) Raspberry Pi
- 3) Speaker
- 4) Power Supply
- 5) Monitor

Pada penelitian ini digunakan beberapa perangkat utama yaitu CCTV, Raspberry Pi, speaker, power supply, dan monitor. CCTV berfungsi sebagai kamera untuk menangkap video secara real-time di area toilet yang kemudian dikirim ke Raspberry Pi sebagai pusat pemrosesan. Pada Raspberry Pi digunakan algoritma YOLOv5 untuk mendeteksi keberadaan penyandang disabilitas, seperti pengguna kursi roda atau alat bantu jalan. Jika terdeteksi, sistem akan memberikan respon melalui speaker berupa suara sapaan atau instruksi, dan dapat menampilkan hasil deteksi pada monitor sebagai visual feedback. Keseluruhan sistem ini didukung oleh power supply yang menjamin kelancaran

pengoperasian semua perangkat secara bersamaan.

Tunada ksa_kur	308	191	0.884	0.796	0.883	0.503
si_roda						

4. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 7. Hasil Training Klasifikasi Kursi Roda menggunakan Metadata Dataset Roboflow dengan Framework YOLO v5

Hasil training model YOLOv5 pada gambar menunjukkan bahwa proses pelatihan berjalan dengan baik dan stabil. Grafik loss untuk data pelatihan (train/box_loss, train/obj_loss, train/cls_loss) maupun data validasi (val/box_loss, val/obj_loss, val/cls_loss) menunjukkan tren penurunan yang konsisten, menandakan bahwa model berhasil meminimalkan kesalahan selama pelatihan dan generalisasi ke data validasi. Selain itu, metrik evaluasi seperti precision dan recall menunjukkan peningkatan yang signifikan hingga mencapai nilai di atas 0.8, yang mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam mengenali dan mendeteksi objek secara tepat dan menyeluruh. Metrik mAP@0.5 dan mAP@0.5:0.95 juga mengalami peningkatan bertahap, dengan mAP@0.5 mendekati nilai maksimum, menunjukkan bahwa model sangat efektif dalam mendeteksi objek pada berbagai tingkat ketelitian (IoU). Secara keseluruhan, grafik ini mencerminkan bahwa model YOLOv5 telah dilatih dengan baik dan siap digunakan untuk deteksi tuna daksa secara real-time.

TABEL I
AVERAGE ACCURACY

Class	img	ins	P	R	mAP 50	mAP5 0-95
all	308	477	0.532	0.551	0.574	0.294
normal	308	285	0.713	0.856	0.838	0.379

$$\text{Average Precision} = \frac{0.713 + 0.884}{2} = 80\% \quad (1)$$

$$\text{Average Recall} = \frac{0.856 + 0.796}{2} = 83\% \quad (2)$$

$$\text{Average mAP} = \frac{0.838 + 0.883}{2} = 86\% \quad (3)$$

$$\text{Average mAP} = \frac{0.8 + 0.83 + 0.86}{2} = 83\% \quad (4)$$

Berdasarkan hasil evaluasi performa model YOLOv5 yang dipaparkan pada tabel I, diperoleh sejumlah metrik penting untuk dua kelas utama, yaitu normal dan Tunadaksa_kursi roda. Pada tabel tersebut, model diuji terhadap 308 gambar yang menghasilkan total 477 instance objek.

Untuk kelas normal, nilai Precision (P) mencapai 71.3%, Recall (R) sebesar 85.6%, dan mAP@0.5 sebesar 83.8%. Sementara untuk kelas Tunadaksa_kursi roda, nilai Precision lebih tinggi yaitu 88.4%, namun Recall sedikit lebih rendah yaitu 79.6%, dengan mAP@0.5 mencapai 88.3%. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu mengenali objek Tunadaksa_kursi roda dengan sangat baik, meskipun masih ada beberapa instance yang tidak berhasil dikenali (terlihat dari nilai Recall yang lebih rendah dibandingkan kelas normal).

Jika dilihat dari rata-rata antar kelas, diperoleh nilai Precision rata-rata sebesar 80%, Recall rata-rata sebesar 83%, dan mAP@0.5 rata-rata sebesar 86%, seperti ditunjukkan pada rumus (1), (2), dan (3). Hal ini menunjukkan bahwa secara umum, model memiliki tingkat akurasi deteksi yang tinggi dan mampu membedakan antara pengguna normal dan tunadaksa dengan cukup efektif.

Selain itu, perhitungan agregat performa model terhadap ketiga metrik utama (Precision, Recall, dan mAP) menunjukkan rata-rata keseluruhan sebesar 83%, seperti ditunjukkan pada rumus (4). Nilai ini mengindikasikan bahwa model YOLOv5 yang digunakan

memiliki performa deteksi yang stabil dan dapat diandalkan untuk diterapkan dalam sistem deteksi cerdas tuna daksa di toilet publik.

Namun demikian, nilai $mAP@0.5:0.95$ untuk kelas all hanya mencapai 29.4%, yang mengindikasikan bahwa meskipun akurasi deteksi pada threshold IoU 0.5 tinggi, performa model menurun pada threshold yang lebih ketat. Hal ini menunjukkan potensi perbaikan pada aspek presisi spasial dari *bounding box*, misalnya dengan *fine-tuning* arsitektur atau pelatihan lebih lanjut menggunakan dataset yang lebih besar dan bervariasi.

Secara keseluruhan, hasil ini memperkuat bahwa sistem berbasis YOLOv5 memiliki potensi kuat dalam mendeteksi pengguna tuna daksa di fasilitas publik, sekaligus membuka peluang untuk peningkatan performa melalui optimalisasi data dan parameter model.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan sistem deteksi cerdas berbasis algoritma YOLOv5 untuk pengguna disabilitas di toilet umum. Sistem ini mampu mendeteksi objek sesuai kelasnya, yaitu pengguna normal dan pengguna kursi roda disabilitas, dengan kinerja yang cukup baik. Hasil evaluasi menunjukkan nilai presisi rata-rata sebesar 80%, recall sebesar 83%, dan $mAP@0.5$ sebesar 86%, yang mencerminkan tingkat akurasi dan reliabilitas model dalam mengenali objek target. Meskipun nilai mAP pada rentang $@0.5:0.95$ masih tergolong belum optimal, model tetap menunjukkan performa yang memadai untuk aplikasi dunia nyata, khususnya dalam mendukung kebutuhan aksesibilitas dan inklusivitas di ruang publik. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi berbasis *computer vision* untuk mendukung kenyamanan dan kemandirian penyandang disabilitas, khususnya pengguna kursi roda, di fasilitas umum seperti toilet. Berdasarkan kekurangan yang ada, penelitian ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut, antara lain melalui perbaikan akurasi spasial *bounding box* dengan menggunakan arsitektur model yang lebih optimal serta penerapan data latih yang lebih beragam untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. O. Santi, R. Septiyana, dan N. Asvio, "Karakteristik dan Model Pendidikan Bagi Anak Tunadaksa," *PPSDP Undergraduate Journal of Educational Sciences*, vol. 1, no. 2, hlm. 279–295, 2024.
- [2] H. Amania Waqiati, T. Hardjajani, dan A. Adi Nugroho, "Hubungan Antara Dukungan Sosial dan Efikasi Diri dengan Kecemasan Menghadapi Dunia Kerja pada Penyandang Tuna Daksa," *Jurnal Ilmiah Psikologi Candradiwa*, vol. 2, no. 1, Jun 2013, Diakses: 28 Mei 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://candradiwa.psikologi.fk.uns.ac.id/index.php/candradiwa/article/view/47>
- [3] R. A. Suprpto dan S. Kuswardini, "URGENSI TOILET RAMAH DIFABEL PADA RUMAH TINGGAL PENYANDANG DISABILITAS," *PROSIDING SEMINAR HASIL PENGABDIAN MASYARAKAT*, vol. 1, no. 1, hlm. 324–329, Nov 2020, Diakses: 28 Mei 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://ojs.amikom.ac.id/index.php/semhasabdimas/article/view/2633>
- [4] B. Agung Saputra, F. Eka Putra, S. Julio Elsada Lutt, V. Handrianus Pranatawijaya, dan R. Priskila, "IMPLEMENTASI ALGORITMA YOLO VERSI 8 UNTUK MEMBACA BAHASA ISYARAT Universitas Palangka Raya," 2024.
- [5] M. Swathy, S. L. Kumar, dan M. Maniventhan, "A Bio- Toilet attached wheelchair for physically disabled persons: An Automated Robust System," *8th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, ICACCS 2022*, hlm. 1806–1809, 2022, doi: 10.1109/ICACCS54159.2022.9785255.
- [6] M. Alruwaili, M. H. Siddiqi, M. N. Atta, dan M. Arif, "Deep learning and ubiquitous systems for disabled people detection using YOLO models," *Comput Human Behav*, vol. 154, hlm. 108150, Mei 2024, doi: 10.1016/J.CHB.2024.108150.
- [7] M. Fadhel Haidar dan F. Utamingrum, "Deteksi Plat Nama Ruangan untuk Kendali Kursi Roda Pintar menggunakan YOLOv5 dan EasyOCR berbasis TX2," 2023. [Daring]. Tersedia pada: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [8] D. Chaudhary, A. Mathur, A. Chauhan, dan A. Gupta, "Assistive Object Recognition and Obstacle Detection System for the Visually Impaired Using YOLO," *Proceedings of the 13th International Conference on Cloud Computing, Data Science and Engineering, Confluence 2023*, hlm. 353–358, 2023, doi: 10.1109/CONFLUENCE56041.2023.10048808.

- [9] “Aplikasi Penjawab Pesan Singkat Automatis Dengan Bahasa Python | PDF.” Diakses: 28 Mei 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://id.scribd.com/document/466793604/11724979>
- [10] R. Rudiansyah, A. A. Sunarto, dan D. Indrayana, “IMPLEMENTASI ALGORITMA YOLO UNTUK IDENTIFIKASI JENIS TANAMAN AGLAONEMA,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3S1, hlm. 2830–7062, Okt 2024, doi: 10.23960/JITET.V12I3S1.5209.
- [11] M. F. Golfantara, “PENGUNAAN ALGORITMA YOLO V8 UNTUK IDENTIFIKASI REMPAH-REMPAH,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3S1, hlm. 2830–7062, Okt 2024, doi: 10.23960/JITET.V12I3S1.5221.
- [12] K. Xiong, Q. Li, Y. Meng, dan Q. Li, “A Study on Weed Detection Based on Improved Yolo v5,” *2023 4th International Conference on Information Science and Education, ICISE-IE 2023*, hlm. 23–26, 2023, doi: 10.1109/ICISE-IE60962.2023.10456396.
- [13] S. Sriani dan A. Nabila, “IMPLEMENTASI DEEP LEARNING UNTUK MENGIDENTIFIKASI UMUR MANUSIA MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN),” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, hlm. 2830–7062, Agu 2024, doi: 10.23960/JITET.V12I3.4457.
- [14] A. Fadjeri, A. Setyanto, dan M. P. Kurniawan, “Pengolahan Citra Digital Untuk Menghitung Ekstraksi Ciri Greenbean Kopi Robusta Dan Arabika (Studi Kasus: Kopi Temanggung),” *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKOMSiN)*, vol. 8, no. 1, Apr 2020, doi: 10.30646/TIKOMSIN.V8I1.462.