

Implementasi Teknologi YOLOv8n dan IoT pada Alat Pengusir Hama Burung dengan Raspberry Pi Bertenaga Solar Panel

Ivana Lucia Kharisma¹, Kamdan², Gina Purnama Insany³, Asep Rizki Firdaus⁴,
Dendi Nasrulloh⁵

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Nusa Putra
Jl. Raya Cibolang No.21 Cisaat Sukabumi 43152, Indonesia

⁴Rumah Sakit DKH Cibadak

Jl. Siliwangi No.139, Cibadak, Sukabumi, 4335, Indonesia

⁵Kantor Kementerian Agama Kota Sukabumi

Jl. Taman Bahagia 2, Kec. Warudoyong, Sukabumi, 43132, Indonesia
emailkorespondensi@ivana.lucia@nusaputra.ac.id

Abstrak

Hama burung adalah salah satu tantangan serius yang dihadapi pada sektor pertanian. Metode tradisional yang dilakukan untuk mengatasi hama burung hanya memberikan solusi sementara dan juga mengakibatkan petani tidak dapat melakukan aktifitas lainnya, karena harus menjaga sawah secara terus menerus. Untuk optimalisasi serta untuk mengatasi permasalahan yang muncul pada perancangan alat sebelumnya yaitu kendala pada koneksi internet yang tidak stabil, sumber listrik yang terbatas serta permasalahan penyimpanan lokal pada alat, dibutuhkan integrasi antara konsep kecerdasan buatan (AI) dan *Internet of Thing* (IoT). Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengusir hama burung berbasis AI dan IoT yang mampu beroperasi secara mandiri, efisien, dan berkelanjutan dengan dukungan sumber energi dari solar panel. Pengembangan alat menggunakan model deteksi objek versi YOLOv8nano, Raspberry Pi sebagai *Single Board Computer* dan penambahan *solar panel*. Pengujian yang dilakukan secara langsung menunjukkan bahwa fungsionalitas dan kinerja alat telah sesuai dengan yang diharapkan. Alat mampu mendeteksi objek burung dengan kinerja nilai rata-rata *confidence score* 74,64%, sedangkan pada pengujian solar panel menunjukkan hasil daya listrik yang mampu disimpan dalam durasi waktu 12 rata-rata sebesar 13,31 volt. Penambahan sebuah *dashboard monitoring*, bermanfaat untuk memberikan informasi kinerja alat. Terpenuhinya semua proses pengujian menunjukkan bahwa alat pengusir burung ini memiliki potensi besar untuk memudahkan petani dalam mengatasi masalah hama burung secara lebih efektif, sehingga mengurangi ketergantungan pada metode tradisional.

Kata kunci: hama_burung; pertanian; YOLOv8_nano; Raspberry_Pi; solar_panel

Abstract

Bird pests are one of the serious challenges faced in the agricultural sector. Traditional methods used to overcome bird pests only provide temporary solutions and also result in farmers being unable to carry out other activities, because they have to continuously guard the rice fields. To optimize and overcome problems that arise in the design of previous tools, namely constraints on unstable internet connections, limited power sources and local storage problems on the tool, an integration between the concepts of artificial intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT) is needed. The development of the tool uses the YOLOv8nano version of the object detection model, Raspberry Pi as a Single Board Computer and the addition of solar panels. Direct testing has shown that the functionality and performance of the tool have been as expected. The tool is able to detect bird objects with an average performance of 74.64% confidence score, while the solar panel test shows the results of the electrical power that can be stored in a duration of 12 hours on average of 13.31 volts. The addition of a monitoring dashboard is useful for providing information on tool performance. The fulfillment of all testing processes shows that this bird repellent tool has great potential to make it easier for farmers to overcome bird pest problems more effectively, thereby reducing dependence on traditional methods.

Keywords: include at least 5 keywords or phrases

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki tanah yang subur dimana berbagai jenis tanaman dapat tumbuh dengan baik. Per Kembangan pada sektor pertanian dan perkebunan, tidak hanya sebagai pemenuhan kebutuhan sehari-hari, tetapi juga telah dimanfaatkan sebagai salah satu sumber pendapatan dan investasi yang dapat meningkatkan serta mendukung perekonomian keluarga [1]. Meskipun memiliki peran penting bagi ketahanan pangan, pada bidang pertanian khususnya yang berkaitan dengan budidaya padi, masih banyak kendala yang dapat memengaruhi hasil baik kuantitas maupun kualitas panen [2]. Gangguan dan kendala yang ada di sektor pertanian dan pangan di banyak negara berkembang yang didominasi oleh petani kecil antara lain iklim (kekeringan dan banjir), bencana alam, serangan hama dan penyakit, gejala pasar (seperti fluktuasi harga, instabilitas permintaan dan penawaran produk pertanian), krisis ekonomi dan finansial, dan konflik sosial dan politik [3]. Salah satu kendala yang menjadi tema dan fokus pada penelitian ini adalah hama burung. Hama burung merupakan ancaman yang sangat besar bagi pertanian, dapat mengurangi hasil panen padi hingga 50%–80% dari pendapatan yang seharusnya diterima petani karena hilangnya hasil panen [2]. Ketika padi memasuki masa susu hingga masa panen, hama burung menyerang tanaman padi. Masa panen adalah saat di mana tanaman padi menjadi biji-bijian yang menarik burung pipit untuk memakannya [4]. Para petani telah menggunakan berbagai cara untuk mengusir burung, seperti membuat suara dari kaleng bekas yang diikatkan ke tali yang digerakkan secara manual. Teknik ini seringkali membutuhkan perhatian terus-menerus, sehingga mengalihkan perhatian petani dari tugas penting lainnya, dan akhirnya tidak efektif karena burung-burung menjadi terbiasa dengan suara tersebut [5], karena itu dibutuhkan sebuah solusi otomatis dan efektif tanpa memerlukan intervensi manual. Dengan penerapan dan implementasi teknologi yang semakin berkembang antara lain kecerdasan buatan dan *Internet of Things* diharapkan dapat menyelesaikan masalah terkait penanganan hama burung.

Seperti diutarakan pada paragraf sebelumnya, dimana hama burung menjadi salah satu permasalahan yang dihadapi para petani telah memotivasi pemanfaatan *Internet of Thing* pada pengendalian hama burung menggunakan Arduino Uno dan sensor ultrasonik yang dihubungkan dengan motor servo telah menghasilkan sebuah alat pengusir

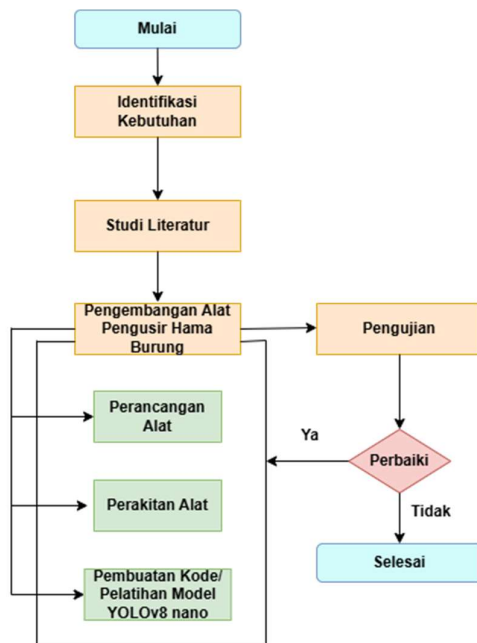
hama burung [5] otomatis berbasis Arduino dengan sensor PIR diletakkan di lapangan lalu dihubungkan ke sirkuit Arduino yang menggunakan sensor PIR sebagai input perantara [6]. Saat ini dengan semakin berkembangnya teknologi kecerdasan buatan, yang juga diintegrasikan dengan konsep *internet of thing* juga telah dimanfaatkan pada pengendalian hama baik di sektor pertanian dan sektor lainnya. Menggunakan pendekatan auditori dan visual, di mana pengeras suara dan papan reflektif dipasang pada *drone* dan diterbangkan pada berbagai ketinggian dan menunjukkan bahwa kombinasi metode visual dan auditori menghasilkan jumlah burung yang paling banyak takut [7]. Sebuah alat dengan memanfaatkan jaringan saraf konvolusional (CNN) dan deteksi gerakan berbasis video mampu mengidentifikasi kawanan burung yang dapat merusak tanaman buah [8]. Setelah terdeteksi, sebuah mikrokomputer mengirimkan sinyal nirkabel untuk memicu aktuator yang mengusir burung.

Sejak perkembangan metode deteksi objek atau YOLO singkatan dari *You Only Look Once* memberikan perkembangan yang cukup signifikan pada upaya pengendalian hama di sektor pertanian dan perkebunan. Algoritma deteksi objek YOLOv8n dipilih sebagai algoritma utama karena kecepatannya dan akurasi dalam mendeteksi burung yang diintegrasikan ke sebuah perangkat keras yang dikembangkan dengan Raspberry Pi memiliki kamera Pi dan *speaker* Bluetooth untuk mendeteksi burung di lahan pertanian [9]. Pada penelitian ini yang merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya, dibuatlah sebuah alat pengusir hama burung yang diletakkan di sawah dengan menggunakan pemodelan deteksi objek versi YOLOv8n. Pemilihan versi YOLOv8n ini didasarkan atas kebutuhan komputasi yang ringan dan ukuran dari model yang kecil [9], sementara penggunaan Raspberry Pi dan *solar panel* didasarkan atas keterbatasan pada alat terdahulu terkait konsumsi daya, koneksi internet dan *storage* tanpa mengurangi akurasi pemodelan YOLOv8 nano dalam mendeteksi objek burung di lahan pertanian. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan mengimplementasikan sistem pemantauan hama burung cerdas berbasis YOLOv8n, Raspberry Pi, dan panel surya yang dapat mendeteksi dan memantau hama burung secara otomatis dengan efisiensi energi dan stabilitas operasional di lapangan. Penelitian ini diharapkan menghasilkan sistem yang tidak hanya efektif mendeteksi keberadaan hama burung, tetapi juga beroperasi secara mandiri dengan

lingkungan energi bersih dan kemampuan pemantauan melalui dasbor berbasis IoT.

II. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 1 dimulai dengan identifikasi kebutuhan, studi literatur untuk digunakan sebagai referensi, serta tahap pengembangan alat pengusir hama burung.



Gambar 1. Tahapan penelitian

A. Identifikasi Kebutuhan

Tahap ini dilaksanakan dengan melakukan kegiatan evaluasi terhadap hasil penelitian sebelumnya yang dijadikan dasar bagi pengembangan alat dengan seluruh anggota penelitian. Berikutnya dilakukan survei dan wawancara secara tidak terstruktur dengan pemilik lahan sebelumnya terkait kendala pengendalian hama di area persawahan. Objek penelitian berada di Desa Bojong Nangka, Desa Babakan, Kecamatan Cisaat, Kabupaten Sukabumi, dengan ukuran sawah rata-rata hanya 30 x 10 meter persegi untuk 1 kotak sawah, seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:



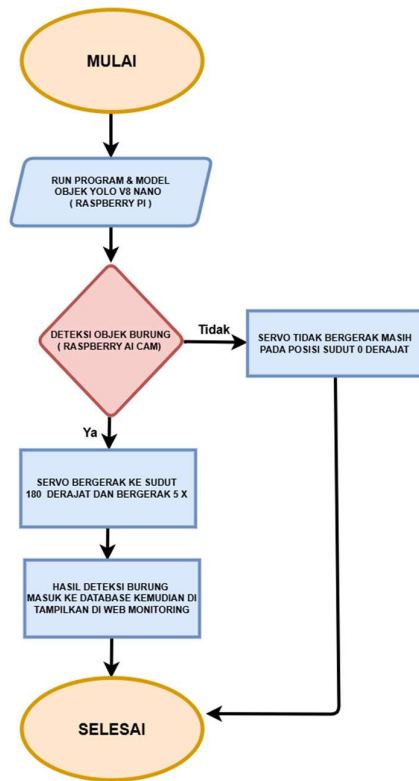
Gambar 2. Objek Penelitian

B. Studi Literatur

Sumber data dikumpulkan juga dari berbagai literatur dan referensi yang terdiri dari berbagai sumber berupa jurnal, buku dokumentasi, internet, dan perpustakaan. Referensi yang utama terkait konsep dan model deteksi objek YOLO itu sendiri dan juga referensi yang telah menerapkan integrasi YOLO dengan konsep *Internet of Thing*. Referensi terkait implementasi dan penerapan konsep kecerdasan buatan, khususnya metode deteksi objek di sektor pertanian, referensi mengenai versi model YOLO yang dapat digunakan dan diintegrasikan dengan *Internet of Thing*. Penggunaan YOLO (*You Only Look Once*) untuk membedakan antara burung dan hewan pengerat dengan membuat sebuah sistem semi-otomatis telah dikembangkan menggunakan metode *Fourier Descriptor* untuk melakukan segmentasi citra. Dengan menggunakan FD, tingkat akurasi tertinggi mencapai 83 persen dengan hutan acak, sementara YOLO mencapai 97 persen [10]

C. Pengembangan Alat Pengusir Hama Burung

Proses pengembangan alat pengusir hama burung dirancang dalam bentuk prototipe untuk memudahkan implementasi pada objek penelitian, direpresentasikan dengan *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:

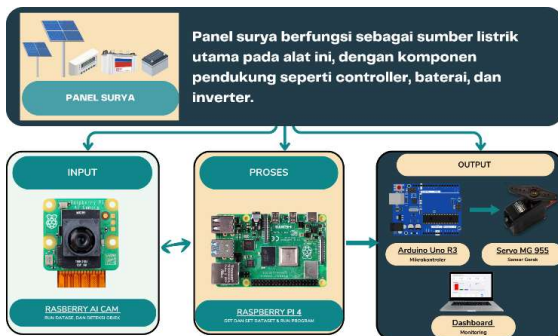


Gambar 3. Flowchart Alat

Ketika kamera Raspberry Pi Ai mendeteksi burung, kamera akan memberikan sinyal kepada Raspberry Pi, diteruskan ke Arduino Uno untuk menggerakkan servo, seperti pada Gambar 3. Jika kamera tidak mendeteksi burung, servo akan tetap di posisi 180 derajat. Jika tidak, servo akan bergerak ke sudut 45 derajat dan lima kali lipat.

D. Desain Alat Pengusir Hama Burung

Penelitian ini dirancang dalam tiga tahapan: proses *input*, bagian proses, dan *output*. Ketiga tahapan ini berhubungan satu sama lain, seperti pada Gambar 4:



Gambar 4. Tahap *input*, proses dan *output*

Tahapan dimulai ketika mendapat sumber daya sebagai pengganti tenaga listrik dari *solar panel*.

Pada tahap input, Raspberry Pi Ai Camera yang berfungsi sebagai pendeteksi objek burung, dihubungkan pada perangkat Raspberry Pi yang telah menyimpan model pelatihan deteksi objek burung dengan YOLOv8 nano. Tahapan proses yang terdapat pada Raspberry Pi bertujuan untuk melakukan pencocokan terhadap objek gambar yang telah ditangkap, apakah termasuk objek burung atau tidak. Ketika terdeteksi sebagai objek burung, tahapan output akan dimulai dengan perangkat arduino yang akan mengaktifkan servo MG-995 melalui perintah Arduino Uno.

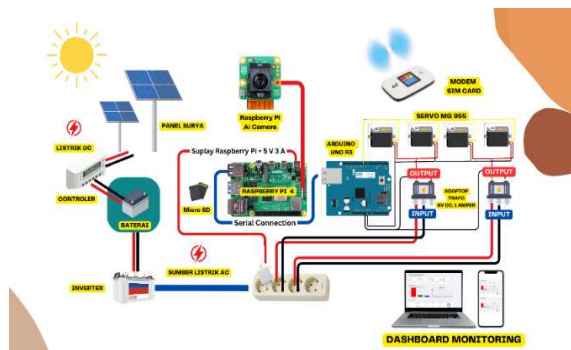
E. Perakitan Alat Pengusir Hama Burung

Rencana Instalasi pengembangan alat pengusir hama burung ditunjukkan pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Instalasi Pengembangan Alat

Dari Gambar 5 dapat kita lihat ketika pemodelan deteksi objek berhasil dijalankan pada Raspberry Pi, menggunakan sumber daya dari *solar panel*. Model akan mendeteksi apakah terdapat objek burung di area persawahan, ketika model mendeteksi objek burung, tahapan keluaran akan dimulai dengan mengaktifkan Servo MG-995 melalui perintah Arduino Uno. Servo mendukung pergerakan dan menampilkan respons dari setiap program yang sedang berjalan [11]. Servo akan menggerakkan tiang-tiang yang dihubungkan dengan tali. Rancangan *wiring* ditunjukkan pada Gambar 6 berikut:



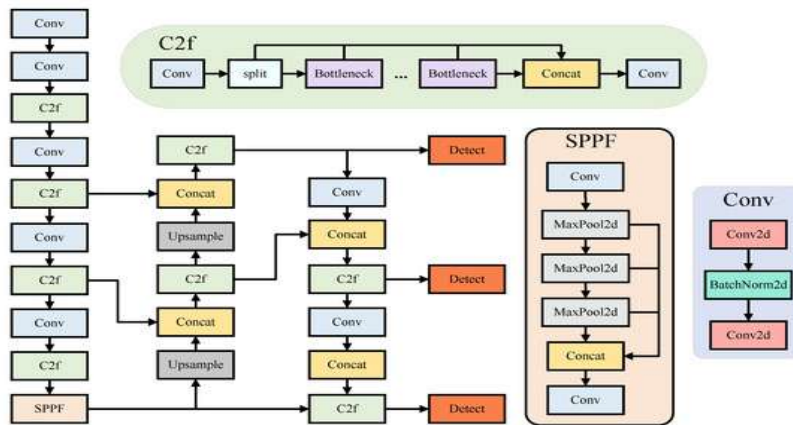
Gambar 6. Rancangan Wiring

Skema yang terdapat pada Gambar 6 berfungsi sebagai referensi visual untuk menghubungkan komponen-komponen. Pengkabelan untuk perangkat ini, sebuah rangkaian listrik digambarkan [12], terdiri dari Raspberry Pi 4, Arduino Uno R3, Raspberry Pi Ai Camera, rangkaian solar panel, motor servo MG955, relai, kabel, terminal listrik dan modem.

F. Pemodelan Deteksi Objek

Dari sisi perangkat lunak, pelatihan deteksi objek menggunakan metode YOLO (*You Only Look Once*) dengan versi 8nano [13]. Pemilihan versi ini didasarkan atas kebutuhan komputasi yang ringan dan ukuran dari model yang kecil [9], dengan input

gambar 640x640 pixel, nilai mAPval 50-95 sebesar 37,3 . Kecepatan pelatihan 80,4ms yang berarti berarti model dapat memproses sekitar 12.4 gambar per detik (1000 / 80.4) pada CPU, parameter model 3,2 M, nilai FLOPS 8,7. Arsitektur YOLOv8n terdiri dari tiga bagian utama yaitu: *Backbone*, digunakan untuk melakukan ekstraksi fitur dari citra input. Bagian neck yang menggunakan kombinasi PAN-FPN (*Path Aggregation Network + Feature Pyramid Network*), berfungsi menggabungkan fitur dari level berbeda agar deteksi objek kecil, sedang, besar sama-sama kuat. Terakhir bagian *Head* yang menggunakan anchor-free head agar tiap grid langsung memprediksi posisi (x, y, w, h), *confidence*, dan kelas, sehingga lebih sederhana dan cepat [14] seperti ditampilkan pada Gambar 7 dibawah .



Gambar 7. Arsitektur Yolov8n [14]

Pemodelan YOLOv8n dilatih sebelumnya menggunakan dataset yang dinamakan COCO dataset. COCO (*Common Objects in Context*) adalah dataset besar yang digunakan dalam penelitian visi komputer, khususnya untuk tugas-tugas seperti *object detection*, *segmentation*, dan *image captioning* [12].

G. Skenario Pengujian

Pengujian alat dilakukan dengan cara menguji fungsionalitas sensor terhadap deteksi objek serta reaksi dari servo sebagai penggerak tiang alat pengusir hama burung. Beberapa skenario pengujian terdapat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Skenario Pengujian Alat

Alat	Raspbery Pi	Raspberry Pi	Arduino	Servo
------	-------------	--------------	---------	-------

	Ai Camera			
Tidak Ada Internet	Capture Gambar	Tidak menerima data dari kamera	Tidak respon	Tidak bergerak
Ada Internet	Capture Gambar	Deteksi objek bukan burung	Respon	Tidak bergerak
Ada internet	Tidak capture gambar	Tidak mendeteksi objek	Tidak respon	Tidak bergerak
Ada internet	Capture Gambar	Deteksi objek burung	Respon	Bergerak

Sementara untuk pengujian terhadap daya tahan (*Solar Panel & Baterai*) dilakukan dengan skenario seperti pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 : Skenario Pengujian Solar Panel

No	Waktu	Daya tahan baterai
1	Siang	12 jam
2	Malam	12 jam

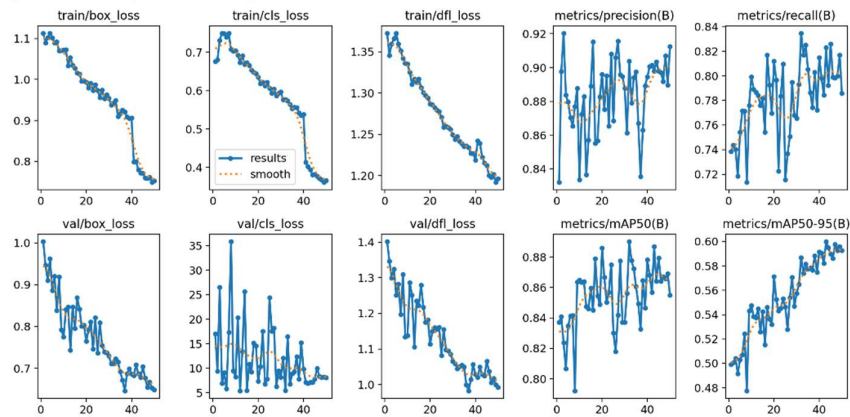
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk deteksi objek terutama hama burung di sektor pertanian, pemodelan YOLOv8n dilatih kembali menggunakan data dengan objek burung. Dataset yang digunakan sebanyak 82 gambar yang terbagi menjadi data latih sebanyak 60 gambar, data validasi 11 gambar dan data uji 11 gambar, ditunjukkan pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8 . Contoh data latih [15]

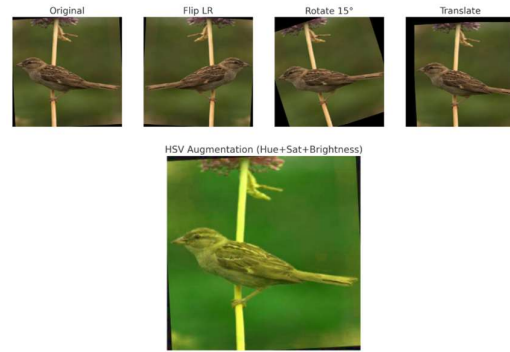
Untuk memperkaya dan menambah informasi fitur pada data gambar objek burung, dilakukan



Gambar 10. Performa Model Deteksi Objek

Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa hasil pelatihan model YOLOv8n untuk deteksi burung menunjukkan bahwa nilai *loss* (box, cls, dan dfl) pada data *training* maupun validasi secara konsisten menurun, menandakan model berhasil belajar

proses augmentasi . Salah satu cara untuk mengurangi *overfitting* dengan meningkatkan kualitas data adalah augmentasi data. Data sering ditambahkan dengan melakukan transformasi, atau membuat salinan dari sumber data tanpa mengubah labelnya [13]. Contoh proses augmentasi seperti ditunjukkan pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9. Data Augmentasi

Pada proses pelatihan deteksi objek dengan YOLOv8n, dilakukan perubahan pada beberapa parameter pelatihan, antara lain pengaturan nilai *learning rate* = 0.001, nilai momentum = 0,937. Sementara untuk pengaturan *box*=7.5, bobot loss untuk koordinat *bounding box* *cls*=0.5, bobot loss untuk klasifikasi (label objek) *dfl*=1.5, dan nilai *iou*=0.7. Pelatihan dilakukan sebanyak 50 *epoch*. Hasil performa pelatihan model deteksi objek ditunjukkan pada Gambar 10 berikut:

dengan baik; metrik evaluasi juga memperlihatkan kinerja yang baik dengan *precision* 0.9, *recall* sekitar 0.82, serta mAP50 sekitar 0.86 yang menandakan akurasi deteksi tinggi, sementara mAP50-95 berada di kisaran 0.59 yang masih cukup baik untuk dataset khusus, sehingga secara keseluruhan model sudah

mampu mendeteksi burung dengan tingkat presisi tinggi dan generalisasi yang cukup baik, meskipun peningkatan jumlah dan variasi data dapat lebih lanjut meningkatkan performa terutama pada metrik mAP50-95. Setelah melalui tahapan pelatihan dan evaluasi, diperoleh model terbaik dengan performa yang dianggap cukup memadai untuk dilanjutkan ke tahap implementasi pada perangkat *edge*.

Pemodelan deteksi objek selanjutnya diprogram pada Raspberry Pi, yang merupakan sebuah *Single Board Computer*. Tahapan berikutnya dilanjutkan dengan melakukan perancangan perangkat keras dengan menghubungkan kamera Raspberry Pi Ai, Raspberry Pi 4, arduino UNO R3, adaptor, sensor *voltmeter* INA219 dan terminal listrik diletakkan dalam sebuah kotak panel. Dapat kita lihat pada Gambar 11 berikut:



Gambar 11. Alat pada kotak panel

Setelah berhasil melakukan pemodelan deteksi objek burung dengan YOLOv8n dan mengintegrasikannya dengan Raspberry Pi, penelitian dilanjutkan ke tahap pembuatan alat fisik pengusir hama burung. Tujuan utama perangkat ini adalah untuk membantu petani dalam melindungi tanaman dari serangan burung dengan pendekatan berbasis kecerdasan buatan (AI). Alat yang dikembangkan meniru bentuk dari konsep orang-orangan sawah tradisional, dengan menggunakan konstruksi kerangka besi agar lebih kuat, tahan lama, dan mampu menopang komponen elektronik.. Rangka ini akan menjadi struktur utama tempat meletakkan Raspberry Pi, kamera, dan sistem pendukung lainnya. Ditunjukkan pada Gambar 12 berikut:



Gambar 12. Pemasangan Alat

Pengujian dilakukan secara langsung pada area persawahan selama kurang lebih 4 jam, sesuai dengan skenario 1 di Tabel 1, dilakukan tanpa ada koneksi internet, walaupun kamera dapat menangkap objek, Raspberry Pi, arduino dan servo tidak menghasilkan respon apapun. Pada skenario kedua dimana terdapat koneksi internet, tetapi kamera diuji dengan gambar bukan burung, raspberry mendeteksi objek bukan burung, arduino merespon tetapi servo tidak bergerak. Skenario ketiga, terdapat koneksi internet, kamera tidak diberikan gambar uji, raspberry pi tidak mendeteksi objek apapun, arduino dan servo tidak memberikan respon dan tidak bergerak. Sementara pada skenario pengujian keempat, terdapat koneksi internet kemudian kamera menangkap objek burung, raspberry mendeteksi objek burung dan menghasilkan respon pada arduino serta gerak pada perangkat servo. Dari hasil-hasil yang dijelaskan diatas, disimpulkan bahwa fungsional alat telah bekerja dengan baik sesuai dengan tujuan pembuatan alat deteksi objek burung untuk mengatasi hama di persawahan. Salah satu hasil tangkapan ditampilkan pada Gambar 13 berikut:



Gambar 13. Hasil deteksi objek

Dari pengujian secara langsung disawah terdeteksi 17 objek burung dengan rata-rata *confidence score* 74,64%.

Pada pengujian terhadap kinerja solar panel diperlihatkan pada Gambar 14 berikut, yang menunjukkan database yang disimpan dari data daya listrik dari *solar panel*, terbaca dalam satuan voltase karena penggunaan sensor INA219 untuk memantau tegangan baterai.

```
MariaDB [bird_detector]> select * from battery_status;
```

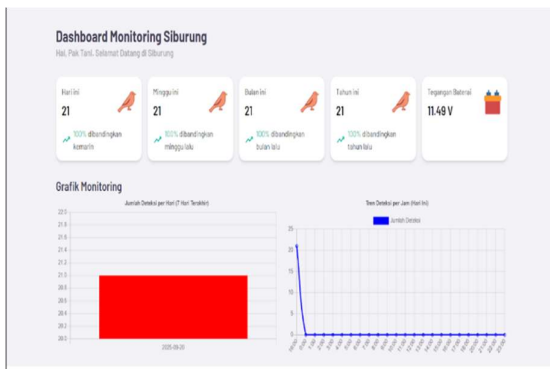
id	voltage	timestamp
1	11.496	2025-09-20 18:43:15
2	11.496	2025-09-20 18:44:15
3	11.488	2025-09-20 18:58:40
4	11.496	2025-09-20 18:59:40
5	11.488	2025-09-20 19:39:16
6	11.488	2025-09-20 19:40:16
7	11.492	2025-09-20 19:41:16
8	11.488	2025-09-20 19:48:50
9	11.488	2025-09-20 19:49:50
10	11.488	2025-09-20 19:50:50
11	11.488	2025-09-20 19:58:21
12	11.488	2025-09-20 19:59:21
13	11.488	2025-09-20 20:00:21

13 rows in set (0.001 sec)

Gambar 14. Hasil data penyimpanan listrik pada Solar Panel

Pada skenario pengujian solar panel selama 12 jam, mulai dari jam 6 pagi sampai jam 12 malam, terlihat bahwa *solar panel* mampu menyimpan listrik dengan rata-rata penyimpanan listrik sebesar 13,31 volt.

Untuk memudahkan pengawasan dan kinerja dari alat, dibuat *dashboard* monitoring yang, seperti diperlihatkan pada Gambar 15 berikut :



Gambar 15. Dashboard Monitoring

Pada *dashboard*, petani dapat melihat kinerja dari deteksi objek yang dihasilkan dalam bentuk grafik dan juga icon bentuk burung dengan nilai-nilai yang menunjukkan jumlah burung yang berhasil dideteksi dalam waktu harian sampai tahunan. Ditambahkan juga indikator status tegangan listrik dari baterai hasil penyimpanan listrik *solar panel*.

IV. KESIMPULAN

Perkembangan metode deteksi objek hama burung dalam hal ini menggunakan metode YOLOv8 berbasis *Internet of Things* (IoT) yang juga diintegrasikan dengan penggunaan Raspberry Pi dan *solar panel* telah mampu mengatasi permasalahan terkait koneksi internet, penyimpanan lokal dan sumber daya listrik pada perancangan alat sebelumnya. Pengujian secara langsung di area persawahan memberikan hasil yang baik dengan rata-rata nilai *confidence score* dalam deteksi objek mencapai 74,64%. Pada pengujian solar panel, telah mampu menyimpan listrik dengan rata-rata 13,31 volt, hasil ini cukup untuk memberikan daya bagi kinerja keseluruhan alat. Penambahan sebuah *dashboard monitoring*, selain bermanfaat untuk pengawasan kinerja alat oleh petani secara langsung, juga sebagai evaluasi efektivitas alat dalam mendeteksi objek yang ditunjukkan dengan grafik jumlah objek yang dideteksi dalam cakupan waktu tertentu. Sebagai saran, untuk tahap penelitian selanjutnya, adalah penambahan unit serta instalasi alat untuk cakupan wilayah persawahan yang lebih luas agar kemanfaatan dari penelitian ini bertambah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas pendanaan skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun Anggaran 2025. Dukungan pendanaan ini sangat membantu terlaksananya penelitian dan penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- [1] Derajat Hidayatullah, Sulistiyanto, and Maman Pribadi, "Perancang Alat Pengusir Hama Burung Pipit Pada Tanaman Padi Menggunakan Gelombang Kejut Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)," *JEECOM*, vol. 4, no. 2, pp. 74–78, 2022.
- [2] A. Kurniawan *et al.*, "Pengendalian Hama Burung... (Anri dkk.) | 28 Nanggroe," *Jurnal Pengabdian Cendikia*, vol. 2, no. 8, pp. 28–33, 2023, doi: 10.5281/zenodo.10085123.
- [3] A. Daya *et al.*, "LAPORAN AKHIR TA 2017," 2017.
- [4] A. Pengusir, H. Burung, and K. Yanel, "Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur".
- [5] Eduardus Tuluk, M. T. Ir. Irawadi Buyung, and Ir. Ajie Wibowo Soejono, "IMPLEMENTASI ALAT PENGUSIR HAMA BURUNG DI AREA PERSAWAHAN DENGAN

- MENGGUNAKAN GELOMBANG
ULTRASONIK BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA168”.
- [6] F. Sidik, D. Saputra, M. Nasirudin, K. A. Wahab, and H. Jombang, “Prototype Alat Pengusir Hama Burung Pipit Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Sensor PIR (Passive Infra Red).”
- [7] W. M. Wan Mohamed, M. N. Mohd Naim, and A. Abdullah, “The efficacy of visual and auditory bird scaring techniques using drone at paddy fields,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Jun. 2020. doi: 10.1088/1757-899X/834/1/012072.
- [8] P. Marcoñ *et al.*, “A system using artificial intelligence to detect and scare bird flocks in the protection of ripening fruit,” *Sensors*, vol. 21, no. 12, Jun. 2021, doi: 10.3390/s21124244.
- [9] M. Wang and F. Li, “Real-Time Accurate Apple Detection Based on Improved YOLOv8n in Complex Natural Environments,” *Plants*, vol. 14, no. 3, Feb. 2025, doi: 10.3390/plants14030365.
- [10] Kyuwon Shim, Andre Barczak, Napoleon Reyes, and Nasim Ahmed, “Small mammals and bird detection using IoT devices,” in *International Conference on Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ)*, Tauranga, New Zealand: IEEE, Dec. 2021.
- [11] Ivana Lucia Kharisma, Kamdan, A. R. Firdaus, R. H. Prayoga, F. R. Yasin, and M. A. Tresna Ati, “Construction Of Railway Door Automation Prototypes Using Arduino, Servo Motors and Ultrasonic Sensors,” *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 14, no. 1, pp. 1–12, May 2023, doi: 10.31849/digitalzone.v14i1.13584.
- [12] G. H. Fauzan and I. Hamidah, “PENGUNAAN APLIKASI BERBASIS ANDROID UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN MEMBACA DIAGRAM KELISTRIKAN BODI KENDARAAN PADA PESERTA DIDIK SMK,” 2017.
- [13] Glenn Jocher and Ayush Chaurasia and Jing Qiu, “Ultralytics YOLOv8.” Accessed: Sep. 16, 2025. [Online]. Available: <https://github.com/ultralytics/ultralytics>
- [14] G. Zhang, Y. Peng, and J. Li, “YOLO-MARS: An Enhanced YOLOv8n for Small Object Detection in UAV Aerial Imagery,” *Sensors*, vol. 25, no. 8, Apr. 2025, doi: 10.3390/s25082534.
- [15] Roboflow User, “Hama Burung Computer Vision Model.” Accessed: Sep. 29, 2025. [Online]. Available: <https://universe.roboflow.com/dataset-9spv5/hama-burung/dataset/12>

