

## Implementasi Metode YOLOv5 pada Sistem Pendeteksi Jentik Nyamuk Berbasis IoT

Rafif Tri Pangestu<sup>1</sup>, Savira Karimah<sup>1\*</sup>, Aan Febriansyah<sup>1</sup>, Irwan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

\*E-mail : savira090@gmail.com

Received : 2 Januari 2024; Received in revised form : 16 Juli 2024; Accepted : 25 Juli 2024

### Abstract

Indonesia is a tropical country that generally faces the risk of widespread mosquito distribution in each of its regions. With the abundance of mosquito distribution, the spread of mosquito larvae will also increase. As a result, mosquito larvae find suitable places to breed in hard-to-reach areas. Therefore, a tool is needed to monitor these mosquito larvae when they are in water reservoir or containers that are difficult to access. The method used in this final project is You Only Look Once (YOLO). Based on the system can perform detection but is not yet working optimally. The system can detect well in places with bright light intensity or not too dark. The test result of this system show that it can detect many mosquito larvae at once. The accuracy results obtained from testing range from 51% - 89%.

**Keywords:** Mosquito Larvae; Mosquito Larvae Detector; You Only Look Once (YOLO).

### Abstrak

Indonesia merupakan negara tropik yang secara umum mempunyai resiko banyaknya persebaran nyamuk-nyamuk di setiap wilayahnya. Dengan banyaknya persebaran nyamuk-nyamuk ini maka persebaran dari jentik nyamuk juga akan semakin meningkat, Sehingga jentik-jentik nyamuk ini memiliki tempat untuk berkembang biak di tempat-tempat yang sangat sulit dijangkau. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah alat yang dapat memantau jentik-jentik nyamuk ini saat berada di tempat penampungan air atau wadah air yang sulit untuk dijangkau. Metode yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah *You Only Look Once* (YOLO). Berdasarkan hasil pengujian yang menggunakan 2558 *dataset* dan proses *training* sebanyak 70 epoch, sistem dapat melakukan pendeteksian namun belum bekerja secara optimal. Sistem dapat melakukan pendeteksian dengan baik saat berada di tempat dengan intensitas cahaya terang atau tidak terlalu gelap. Hasil dari pengujian sistem ini menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi banyak jentik nyamuk dalam satu waktu. Hasil akurasi yang didapatkan dari pengujian memiliki rentang dari 51% - 89 %.

**Kata kunci:** Jentik Nyamuk; Pendeteksi Jentik Nyamuk; *You Only Look Once* (YOLO).

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia yang merupakan negara tropik yang secara umum mempunyai risiko banyaknya persebaran nyamuk-nyamuk di setiap wilayahnya. Hal ini dikarenakan tingginya intensitas curah hujan pada musim tertentu menjadi faktor penyebab nyamuk-nyamuk ini dapat dengan mudah berkembang biak [1]. Dengan banyaknya tempat untuk nyamuk-nyamuk ini berkembang biak maka persebaran jentik-jentik nyamuk juga semakin meningkat. Dengan banyaknya tempat persebaran jentik nyamuk yang sulit dijangkau seperti tangki air dan tempat penampungan lainnya, maka dari itu diperlukan sebuah inovasi untuk

membuat suatu pengembangan yaitu adanya sebuah alat yang dapat membantu mendeteksi jentik nyamuk dengan image processing scanning dalam penampungan air secara realtime.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan, seperti "*Detection of Mosquito Larvae Using Convolutional Neural Network*" (Meer Shadman Saeed and Syeda Fahima Nazreen dkk, 2021). Dimana pada penelitian ini sistem pendeteksi jentik nyamuk menggunakan metode Convolutional Neural Network [2]. Kemudian pada penelitian yang berjudul "*Detection of Aedes aegypti larvae using single shot multibox detector with transfer learning*" (Mohammad Aqil Mohd

Fuad dan Mohd Ruddin Ab Ghani dkk, 2019). Dimana dalam penelitiannya menjelaskan pembuatan sistem pendeteksi jentik nyamuk dengan menggunakan sebuah metode *Deep Learning* yaitu metode *Single Shot Multibox Detector* [3].

*Image processing* merupakan suatu metode untuk mengolah citra yang mengubah citra masukan menjadi citra berbeda untuk menghasilkan output yang memiliki kualitas lebih tinggi dibandingkan dengan kualitas citra masukan. Salah satu sistem yang sering digunakan dalam *image processing* yaitu *Deep Learning* [4, 5]. *Deep Learning* adalah sebuah sistem pengembangan dari *neural network multiple layer* yang digunakan untuk pendeteksian objek, pengenalan suara, dan sebagainya [6]. Salah satu algoritma dari *Deep Learning* adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) [7].

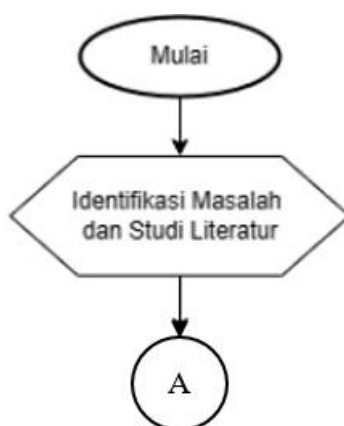
*Convolutional Neural Network* (CNN) adalah sebuah *Deep Learning* yang dikembangkan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang dibuat untuk mengolah citra dua dimensi. CNN terdiri dari susunan lapisan neuron 3 dimensi yaitu lebar, tinggi, serta kedalaman. Lebar dan tinggi merupakan ukuran lapisan dari CNN, sedangkan kedalaman mengacu pada jumlah lapisan. Secara umum tipe lapisan pada CNN terdiri dari *Convolutional Layer*, *Pooling Layer*, dan *Fully Connected Layer* [8]. Contohnya pada R-CNN (*Region with CNN*) menggunakan sebuah *bounding boxes* pada sebuah gambar yang kemudian akan melakukan klasifikasi pada objek didalam kotak tersebut. Metode yang memanfaatkan arsitektur R-CNN yaitu metode *You Only Look Once* (YOLO) [9].

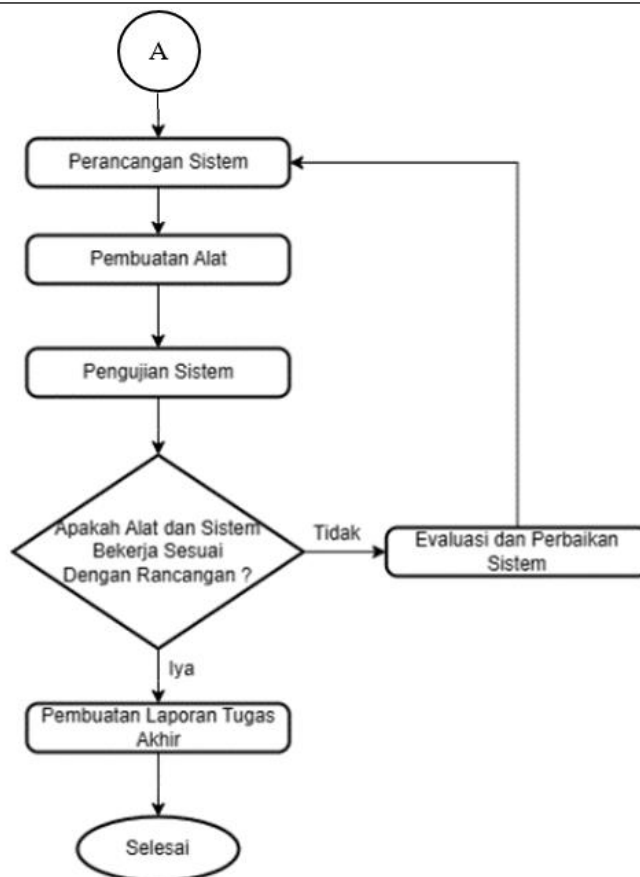
YOLO adalah salah satu dari beberapa arsitektur dalam *Deep Learning* yang berfokus dalam *Object Recognition* atau disebut pengenalan objek yang memanfaatkan sebuah metode yaitu *bounding boxes*. Metode *bounding boxes* ini akan memilih dan mengklasifikasi bagian-bagian dari gambar yang akan dipilih secara acak pada gambar. Dimana bagian-bagian pada gambar yang memiliki nilai tertinggi saat dilakukan pemilihan secara acak pada gambar akan disimpan dan dijadikan sebagai hasil deteksi [10]. YOLOv5 adalah salah satu bagian dari model pendeteksian YOLO yang dikembangkan oleh Glenn Jocher di tahun 2020. Algoritma dari YOLOv5 pada saat itu merupakan salah satu teknologi deteksi terbaik dan dapat melakukan ekstraksi fitur menjadi lebih optimal. Akurasi dan performa algoritma YOLOv5 ini merupakan yang terbaik diantara model YOLO lainnya [11].

Hasil penelitian ini metode YOLO akan menghasilkan sebuah data training untuk membandingkan dataset yang telah di training dengan objek yang dideteksi secara realtime dan menggunakan sistem telegram yang dimana telegram ini berfungsi untuk memberikan pesan dari alat pendeteksi bahwa di dalam tempat penampungan air tersebut terdapat jentik nyamuk.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan proses yang dilakukan. Dibawah ini beberapa tahapan penelitian yang telah dirangkum dalam bentuk *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 1.





Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Identifikasi masalah dan studi literatur adalah tahap awal dalam melakukan penelitian ini, dimana terlebih dahulu memerlukan pengambilan data primer. Pengambilan data primer ini bisa dilakukan dengan konsultasi kepada dosen pembimbing terkait untuk mengetahui hal apa saja yang akan dilakukan pada penelitian ini. Selain dengan pengambilan data primer, pengambilan data secara sekunder juga dilakukan dengan pencarian data referensi pada jurnal-jurnal penelitian sebelumnya yang berhubungan pada penelitian ini yang digunakan sebagai data pendukung. Hal ini bertujuan untuk menyempurnakan hasil dari penelitian-penelitian sebelumnya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

Berikut adalah tahapan yang dilakukan pada perancangan sistem penelitian ini :

- 1) Melakukan proses pengambilan dataset menggunakan kamera dengan hasil jumlah dataset sebanyak 2558 foto.
- 2) Melakukan proses *resize* pada *dataset* untuk menjadikan seluruh *dataset* memiliki ukuran 448x448 *pixel*.

- 3) *Mengupload dataset* yang telah dikumpulkan untuk dilakukan anotasi *dataset* pada *website Roboflow*.
- 4) Melakukan proses anotasi dataset dengan *bounding box* pada objek yang akan dideteksi sehingga pada saat melakukan pelatihan hanya objek yang berada di dalam *bounding box* yang akan dilatih.
- 5) Selanjutnya melakukan proses *preprocessing* dan augmentasi dataset untuk melakukan *resize* pada *dataset* dan memperbanyak variasi model dataset agar memiliki variasi bentuk yang mungkin terjadi secara nyata.
- 6) Merancang program *training* pada dataset untuk menghasilkan model latih yang akan digunakan pada program pendeteksian jentik nyamuk dengan menggunakan *website Google Colab*.
- 7) Kemudian merancang program pendeteksi jentik nyamuk dengan menginputkan model yang telah ditraining ke dalam program. Serta membuat program IoT untuk mengirimkan pesan peringatan berbasis telegram.

Pada tahap pembuatan alat ini dilakukan berdasarkan rancangan sistem yang telah dibuat pada tahapan perancangan sistem. Tahapan awal dalam pembuatan sistem pendeteksiannya adalah melakukan proses pengambilan dan pengumpulan *dataset* yang akan dijadikan sebagai model *training*, lalu melakukan *upload dataset* yang telah dikumpulkan, kemudian melakukan proses anotasi objek yang seterusnya dilanjutkan dengan melakukan *preprocessing* dan augmentasi *dataset* untuk mendapatkan variasi *dataset* dan melakukan proses *training* model hingga membuat program pendeteksian jentik nyamuk berbasis *Internet of Things* (IoT).

Adapun tahapan-tahapan pengujian sistem yang dilakukan yaitu sebagai berikut.

- 1) Pengujian dilakukan dengan mengecek apakah program dapat melakukan *capture* gambar secara *realtime* pada objek yang akan di uji coba.
- 2) Ketika objek telah berhasil di *capture*, maka selanjutnya melakukan pengecekan terhadap sistem pesan peringatan yang terkirim ke telegram.
- 3) Setelah pesan terkirim ke telegram maka akan dilihat pada tampilan pesan telegram apakah gambar *capture*, waktu, tanggal, dan pesan peringatan telah muncul pada pesan telegram dengan waktu dan tanggal yang sama saat proses pengujian dilakukan.

Setelah mendapatkan hasil dari pengujian sistem ini maka akan dilakukan analisa dan evaluasi jika terdapat kesalahan pada sistem dan akan dilakukan perbaikan untuk memperbaiki kesalahan tersebut.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

bagian ini adalah hasil dan pembahasan dari implementasi YOLOv5 pada pendeteksian jentik nyamuk.

#### 3.1. Pengujian Jarak 5 Centimeter

Setelah dilakukan uji coba pendeteksian menggunakan 5 jentik nyamuk dengan rentang jarak 5 centimeter dengan intensitas cahaya terang dan kadar air jernih didapatkan hasil pada Tabel 1 sistem pendeteksian berhasil mendeteksi 1 hingga 3 jentik nyamuk dari 5 jentik nyamuk yang berada di dalam wadah air tanpa adanya kesalahan deteksi. Didapatkan hasil rentang akurasi deteksi dari uji coba pendeteksian dengan jarak 5 centimeter ini sebesar 69% - 89%.


Saat uji coba pendeteksian 5 jentik nyamuk dengan jarak yang sama dan itensitas cahaya terang serta pada air keruh didapatkan hasil pada Tabel 1 bahwa sistem mendeteksi 1 hingga 2 jentik nyamuk dari 5 jentik nyamuk di dalam wadah air tanpa adanya kesalahan deteksi. Didapatkan rentang akurasi deteksi pada tabel 2 sebesar 61% - 86%.


Pada uji coba pendeteksian 5 jentik nyamuk dengan jarak 5 cm dengan intensitas cahaya gelap dan kadar air jernih didapatkan hasil pada Tabel 1 bahwa sistem berhasil mendeteksi 1 hingga 3 jentik nyamuk dari 5 jentik nyamuk di dalam wadahair tanpa adanya kesalahan deteksi. Didapatkan rentang akurasi deteksi pada Tabel 1 sebesar 57% - 81%.

Kemudian pada uji coba pendeteksian 5 jentik nyamuk dengan jarak 5 cm dengan intensitas cahaya sedikit gelap dan kadar air keruh didapatkan hasil pada Tabel 1 bahwa sistem berhasil mendeteksi 1 jentik nyamuk dari 5 jentik nyamuk di dalam wadah air tanpa adanya kesalahan deteksi. Didapatkan rentang akurasi deteksi pada Tabel 1 sebesar 56% - 74%.

Pada Tabel 1 merupakan hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dengan beberapa kondisi.

Tabel 1. Hasil pengujian jarak 5 centimeter

No.	Kondisi	Hasil Pendeteksian Jentik Nyamuk	Jumlah Terdeteksi	Hasil Pendeteksian
1	Intensitas Cahaya Terang dan Kadar Air Jernih		3 Jentik	Berhasil

2	Intensitas Cahaya Terang dan Kadar Air Keruh		1 Jentik	Berhasil
3	Intensitas Cahaya Gelap dan Kadar Air Jernih		2 Jentik	Berhasil
4	Intensitas Cahaya Sedikit Gelap dan Kadar Air Keruh		1 Jentik	Berhasil

### 3.2. Pengujian Jarak 10 Centimeter

Setelah uji coba pendeteksian menggunakan 5 jentik nyamuk dengan intensitas cahaya terang dan kadar air jernih, sistem pendeteksian berhasil mendeteksi 3 jentik nyamuk dari 5 jentik nyamuk di dalam wadah air, sistem juga tetap berhasil mendeteksi objek di dalam wadah air ini sebagai jentik nyamuk tanpa adanya kesalahan deteksi. Didapatkan hasil rentang akurasi deteksi dari uji coba pendeteksian dengan jarak 10 cm ini sebesar 62% - 75%.

Pada hasil uji coba pendeteksian dengan intensitas cahaya terang dan kadar air keruh bahwa sistem juga berhasil mendeteksi 1 hingga 4 jentik nyamuk dari 5 jentik nyamuk di dalam wadah air tanpa adanya kesalahan pendeteksian. Didapatkan

rentang akurasi deteksi pada Tabel 2 sebesar 55% - 84%.

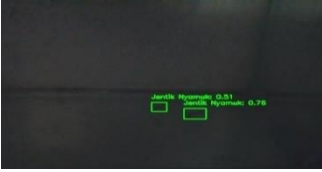

Saat uji coba pendeteksian dengan intensitas cahaya gelap dan kadar air jernih bahwa sistem juga berhasil mendeteksi 1 hingga 2 jentik nyamuk dari 5 jentik nyamuk di dalam wadah air tanpa adanya kesalahan pendeteksian. Didapatkan rentang akurasi deteksi pada Tabel 2 sebesar 51% - 76%.

Hasil uji coba pendeteksian dengan intensitas cahaya sedikit gelap bahwa sistem juga berhasil mendeteksi 1 jentik nyamuk dari 5 jentik nyamuk di dalam wadah air tanpa adanya kesalahan pendeteksian. Didapatkan rentang akurasi deteksi pada Tabel 2 sebesar 54% - 60%.

Pada Tabel 2 merupakan hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dengan beberapa kondisi.

Tabel 2. Hasil pengujian 10 centimeter

No	Kondisi	Hasil Pendeteksian Jentik Nyamuk	Jumlah Terdeteksi	Hasil Pendeteksian
1	Intensitas Cahaya Terang dan Kadar Air Jernih		3 Jentik	Berhasil
2	Intensitas Cahaya Terang dan Kadar Air Keruh		3 Jentik	Berhasil

3	Intensitas Cahaya Gelap dan Kadar Air Jernih		2 Jentik	Berhasil
4	Intensitas Cahaya Sedikit Gelap dan Kadar Air Keruh		1 Jentik	Berhasil

### 3.3. Pengujian Jarak 15 Centimeter

Pada uji coba pendeteksian 5 jentik nyamuk dengan jarak 15 cm dengan intensitas cahaya terang dan kadar air jernih sistem juga berhasil mendeteksi 1 hingga 4 jentik nyamuk yang berada di dalam wadah air tanpa adanya kesalahan deteksi. Didapatkan hasil uji coba pendeteksian dengan jarak 15 cm ini berkisar antara 66% - 82%.


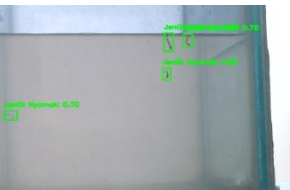

Kemudian pada saat hasil uji coba pendeteksian jentik nyamuk dengan intensitas cahaya terang dan kadar air keruh bahwa sistem berhasil mendeteksi 1 hingga 5 jentik nyamuk di dalam wadah air tanpa adanya kesalahan deteksi. Didapatkan rentang akurasi deteksi pada tabel 3 sebesar 52% - 82%. Lalu pengujian pendeteksian jentik nyamuk dengan intensitas cahaya

gelap dan kadar air jernih bahwa sistem berhasil mendeteksi 1 hingga 2 jentik nyamuk dari 5 jentik nyamuk di dalam wadah air tanpa adanya kesalahan deteksi. Didapatkan rentang akurasi deteksi pada tabel 3 sebesar 56% - 62%.

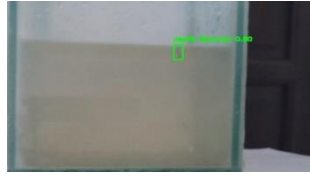
Setelah itu hasil uji coba pendeteksian jentik nyamuk dengan intensitas cahaya gelap dan kadar air keruh bahwa sistem berhasil mendeteksi 1 jentik nyamuk dari 5 jentik nyamuk di dalam wadah air. Terdapat kesalahan deteksi pada tabel 3 dimana sistem mendeteksi objek yang bukan seharusnya terdeteksi sebagai jentik nyamuk. Didapatkan rentang akurasi deteksi pada Tabel 3 sebesar 50% - 60%.

Pada Tabel 3 merupakan hasil dari pengujian yang sudah dilakukan menggunakan jarak 15 centimeter dengan beberapa kondisi.

Tabel 3. Hasil pengujian jarak 15 centimeter

No	Kondisi	Hasil Pendeteksian Jentik Nyamuk	Jumlah Terdeteksi	Hasil Pendeteksian
1	Intensitas Cahaya Terang dan Kadar Air Jernih		2 Jentik	Berhasil
2	Intensitas Cahaya Terang dan Kadar Air Keruh		4 Jentik	Berhasil
3	Intensitas Cahaya Gelap dan Kadar Air Jernih		1 Jentik	Berhasil

4 Intensitas Cahaya Sedikit Gelap dan Kadar Air Keruh



1 Jentik

Berhasil

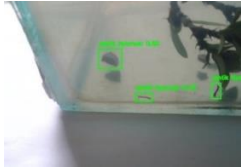




### 3.4. Pengujian dengan Objek Selain Jentik Nyamuk

Setelah dilakukan uji coba pendeteksian jentik nyamuk dengan beberapa gangguan objek non jentik didapatkan hasil pada Tabel 4 bahwa sistem berhasil mendeteksi jentik nyamuk di dalam wadah air. Namun pada Tabel 4 tersebut

beberapa kesalahan deteksi terjadi dikarenakan sistem mendeteksi objek non jentik yang berada di dalam wadah air. Didapatkan rentang akurasi deteksi pada Tabel 4 sebesar 58% - 79%.

Pada tabel 4 adalah percobaan pendeteksian jentik nyamuk dengan beberapa objek selain jentik nyamuk

Tabel 4. Hasil pengujian deteksi objek lain selain jentik nyamuk

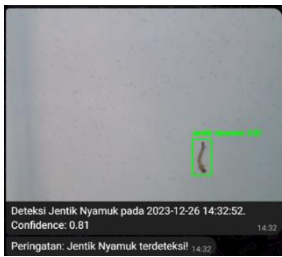
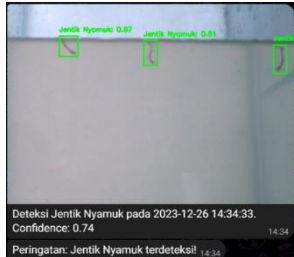
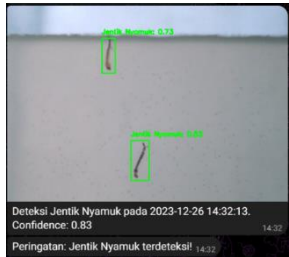
No	Hasil Pendeteksian Jentik Nyamuk	Jumlah Terdeteksi	Hasil Pendeteksian
1		2 Jentik	Berhasil
2		2 Jentik	Berhasil
3		3 Jentik	Berhasil
4		2 Jentik	Berhasil
5		-	Kesalahan Pendeteksian

### 3.5. Hasil Pengiriman Pesan Peringatan Berbasis Telegram

Saat program pendeteksian jentik nyamuk ini sedang berjalan dan sistem mendeteksi adanya objek jentik nyamuk di dalam wadah air maka sistem secara otomatis akan mengirimkan pesan telegram

pada bot yang telah dibuat. Pesan akan menampilkan informasi berupa tanggal terdeteksinya jentik nyamuk dan waktu terdeteksinya secara *realtime* dan pesan peringatan bahwa jentik nyamuk terdeteksi seperti ditunjukkan pada Tabel 5 mungkin muncul dalam wadah air ataupun penampungan air.

Tabel 5. Hasil pesan peringatan berbasis telegram

No	Hasil Pesan Peringatan Jentik Nyamuk Berbasis Telegram	Hasil Pendeteksian	Pesan Terkirim
1		Berhasil	Terkirim
2		Berhasil	Terkirim
3		Berhasil	Terkirim

## 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian dan analisa yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulannya sebagai berikut :

1. Pengumpulan dan pemilihan kualitas dan kuantitas dataset sangat berpengaruh pada saat melakukan proses anotasi dataset dan proses training model pada metode YOLO. Hal ini akan mempengaruhi kualitas training dataset sehingga menghasilkan deteksi yang lebih akurat. Apabila kualitas dataset bagus maka saat melakukan proses testing pada dataset akan menjadi lebih

akurat, sedangkan saat kualitas dataset kurang bagus maka hasil pendeteksian akan menjadi kurang akurat.

2. Sistem pendeteksian jentik nyamuk ini dapat berjalan secara *real-time* namun belum bekerja secara optimal.
3. Sistem dapat mengenali dan mendeteksi jentik nyamuk dan *bounding box* berada pada posisi jentik nyamuk saat terdeteksi.
4. Sistem dapat mengirimkan pesan peringatan jentik nyamuk saat jentik nyamuk terdeteksi berbasis telegram. Dengan beberapa faktor yang mempengaruhi sistem pendeteksian bekerja kurang optimal, seperti intensitas cahaya yang kurang, lalu kadar air yang



- terlalu keruh sehingga menyebabkan sistem menjadi kesulitan melakukan pendeteksian.
5. Hasil akurasi yang diperoleh dari proses *training* YOLO adalah sebesar 98%. Hasil akurasi pendeteksian yang dihasilkan bergantung pada kondisi data inputan dan fokus atau tidaknya kamera saat melakukan pendeteksian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. I. A. B. Z. Azman and A. B. Sarlan, "Aedes Larvae Classification and Detection (ALCD) System by Using Deep Learning," in 2020 International Conference on Computational Intelligence, ICCI 2020, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Oct. 2020, pp. 179-184. doi: 10.1109/ICCI51257.2020.9247647.
- [2] M. S. Saeed, S. F. Nazreen, S. S. S. A. Ullah, Z. F. Rinku, and A. Rahman, "Detection of Mosquito Larvae Using Convolutional Neural Network," in International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques, 2021, pp. 478-482. doi: 10.1109/ICREST51555.2021.9331235
- [3] M. A. M. Fuad et al., "Detection of Aedes aegypti larvae using single shot multibox detector with transfer learning," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 8, no. 2, pp. 514-518, 2019.
- [4] M. Z. Hendy Mulyawan, "Identifikasi dan tracking objek berbasis image processing secara real time," *Jurnal Telekomunikasi Poleteknik Elektronika Negeri Surabaya*, pp. 1-15, 2020.
- [5] F. F. Maulana and N. Rochmawati, "Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network," *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, vol. 1, no. 02, pp. 104-108, 2019.
- [6] M. H. Diponegoro, S. S. Kusumawardani, and I. Hidayah, "Tinjauan pustaka sistematis: implementasi metode deep learning pada prediksi kinerja murid," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi* | Vol, vol. 10, no. 2, 2021.
- [7] P. A. Nugroho, I. Fenriana, and R. Arijanto, "Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Ekspresi Manusia," *Algor*, vol. 2, no. 1, pp. 12-20, 2020.
- [8] W. S. E. Putra, "Klasifikasi citra menggunakan convolutional neural network (CNN) pada caltech 101," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [9] K. Khairunnas, E. M. Yuniarno, and A. Zaini, "Pembuatan Modul Deteksi Objek Manusia Menggunakan Metode YOLO untuk Mobile Robot," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 10, no. 1, pp. A50-A55, 2021.
- [10] H. Kusumah, M. S. Zahran, K. N. Rifqi, D. Alawiyah, and E. M. W. H. Putri, "Deep Learning Pada Detektor Jerawat: Model YOLOv5," *Journal Sensi Online ISSN*, vol. 2655, p. 5298.
- [11] Redha Devan Naratama, "Studi Komparasi Performa Algoritma Deteksi Objek pada Raspberry Pi," Magelang, 2023.