SKRIPSI

SISTEM KENDALI MAGOT BERBASIS *MACHINE LEARNING* DENGAN METODE SUS DALAM MENGOPTIMALISASI LINGKUNGAN

Disusun dan diajukan oleh:

Alfaiz Muhammad

D121201090

DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

SKRIPSI

SISTEM KENDALI MAGOT BERBASIS *MACHINE LEARNING* DENGAN METODE SUS DALAM MENGOPTIMALISASI LINGKUNGAN

Disusun dan diajukan oleh:

Alfaiz Muhammad

D121201090

DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

SISTEM KENDALI MAGOT BERBASIS MACHINE LEARNING DENGAN METODE SUS DALAM MENGOPTIMALISASI LINGKUNGAN

Disusun dan diajukan oleh:

Alfaiz Muhammad

D121201090

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal .. dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M. Sc.

NIP. 196404271989101002

Ketua Program Studi,

Prof. Dr. Ir. Indrabayu, S.T., M.T., M. Bus. Sys., IPM., ASEAN.Eng.

NIP. 19750716 200212 1 004

Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Alfaiz Muhammad
NIM	: D121201090
Program Studi	: Teknik Informatika
Jenjang	: S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Sistem Kendali Magot Berbasis Machine Learning Dengan Metode Sus Dalam Mengoptimalisasi lingkungan

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, .. 2024

Yang Menyatakan,

Alfaiz Muhammad

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

ALFAIZ MUHAMMAD. *Sistem Kendali Magot Berbasis Machine Learning Dengan Metode Sus Dalam Mengoptimalisasi Lingkungan* (dibimbing oleh Zahir Zainuddin)

Rata-rata masyarakat Indonesia membuang limbah pangan sekitar 300 kg per tahun, yang menjadi masalah yang perlu diatasi. Salah satu solusinya adalah memanfaatkan limbah organik untuk pakan Maggot BSF (Black Soldier Fly), yang digunakan sebagai pakan alternatif ikan Lele dan membantu degradasi limbah organik. Kualitas Maggot BSF sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban ruangan. Suhu optimal untuk Maggot BSF adalah 30º-38ºC dan kelembaban 55%-75%. Suhu panas dihasilkan oleh lampu bohlam, dan pengendalian suhu yang manual bisa berisiko. Oleh karena itu, diperlukan alat untuk memonitor suhu dan kelembaban. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menyelidiki bagaimana penggunaan system kendali berbasis machine learning dapat meningkatkan kesejahtraan dan kesehatan magot dengan menciptakan lingkungan yang lebih optimal; dan (2) membuat sistem yang responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan, termasuk suhu, kelembaban, dan kualitas udara, untuk mencegah dampak negative pada pertumbuhan magot. Metode yang digunakan untuk perancangan pengujian sistem ini adalah pengujian sensor DH11, pengujian seberapa efisien pertumbuhan maggot, pengujian dengan metode SUS, pengujian machine learning dalam klasifikasi maggot sakit dan sehat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa (1) perbedaan system tradisional dengan system system kendali maggot menggunakan sensor suhu dan kelembapan memiliki selisih 6 mm pada pertumbuhan dalam rentang 48 hari dan system kendali maggot memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan system tradisional yang dimana memiliki beda waktu sampai 7-10 hari yang berarti system kendali maggot berbasis machine learning dapat mengklasifikasikan dan mempercepat pertumbuhan yang ada pada maggot; dan (2) machine learning dapat mengklasifikasikan maggot antara maggot sehat dan maggot sakit dengan perbedaan warna, ukuran, dan gerakan, yaitu warna pada maggot sehat yaitu coklat kehitaman dan warna pada maggot sakit yaitu coklat pucat yang lebih mengarah keputih-putihan dan metode SUS (System Usability Scale) digunakan untuk mendapatkan kepuasan dari para petani dan pengembang biak maggot.

Kata Kunci: Sistem Kendali, *Machine Learning*, *SUS*, Lingkungan

ABSTRACT

ALFAIZ MUHAMMAD. *Machine Learning Based Magot Control System with Sus Method in Optimising the Environment (supervised by Zahir Zainuddin)*

The average Indonesian throws away about 300kg of food waste per year, which is a problem that needs to be addressed. One solution is to utilise organic waste for Maggot BSF (Black Soldier Fly) feed, which is used as an alternative feed for catfish and helps degrade organic waste. The quality of Maggot BSF is strongly influenced by room temperature and humidity. The optimal temperature for Maggot BSF is 30º-38ºC and 55%-75% humidity. Heat is generated by light bulbs, and manual temperature control can be risky. Therefore, a device to monitor temperature and humidity is needed. This study aims to: (1) investigate how the use of a machine learning-based control system can improve magot welfare and health by creating a more optimised environment; and (2) create a system that is responsive to changes in environmental conditions, including temperature, humidity, and air quality, to prevent negative impacts on magot welfare. The methods used for the design of this system testing are DH11 sensor testing, testing how efficient maggot growth is, testing with the SUS method, testing machine learning in the classification of sick and healthy maggots. The results showed that (1) the difference between the traditional system and the maggot control system using temperature and humidity sensors has a difference of 6 mm in growth in a span of 48 days and the maggot control system has faster growth compared to the traditional system which has a time difference of up to 7-10 days which means that the machine learning-based maggot control system can classify and accelerate the growth of maggot; and (2) machine learning can classify maggots between healthy maggots and sick maggots with differences in colour, size, and movement, namely the colour of healthy maggots is blackish brown and the colour of sick maggots is pale brown which is more directed to whitish and the SUS (System Usability Scale) method is used to get satisfaction from farmers and maggot breeders.

Keywords: Control System, Machine Learning, SUS, Environment

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR LAMPIRAN x
KATA PENGANTAR xi
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 4
1.3. Tujuan Penelitian 4
1.4. Manfaat Penelitian 4
1.5. Batasan Masalah 4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Machine Learning 5
2.2. Object Detection 5
1.3. System Usability Scale (SUS) 7
1.4. Maggot 8
1.5. ESP32-CAM 10
1.6. Relay 11
1.7. Lampu Bohlam 12

1.8. Sensor DHT11 12
BAB 3 METODE PENELITIAN 14
3.1 Rancangan Sistem Umum 14
3.2 Tahapan-Tahapan Alur pendeteksian Maggot Menggunakan Metode YOLOv5 15
3.3 Skematik Rangkaian Sistem 17
3.4 Perancangan Perangkat Keras 19
3.5 Perancangan Perangkat Lunak 20
3.6 Perancangan Pengujian 22
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN 27
4.1. Implemantasi Alat 27
4.2. Prosedur Pengujian 28
4.2.1. Pengujian Sensor DHT11 Terhadap Nyala Lampu 28
4.2.2. Pengujian Monitoring Menggunakan Telegram 30
4.2.3. Pengujian Seberapa Efisien Pertumbuhan Maggot 32
4.2.4. Pengujian Machine Learning Dalam Klasifikasi Maggot 35
4.2.5. Pengujian Dengan Metode SUS 43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 45
5.1 Kesimpulan 45
5.2 Saran 46
DAFTAR PUSTAKA 47
LAMPIRAN 49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Convolutional Neural Network 6
Gambar 2. Maggot BSF 8
Gambar 3. ESP32-CAM..... 10
Gambar 4. Relay 11
Gambar 5. Bohlam Lampu 12
Gambar 6. Sensor DHT11 13
Gambar 7. Perancangan Secara Umum..... 14
Gambar 8. Alur Pendeteksian Objek..... 15
Gambar 9. Alur Pendeteksian Setelah Data Training Tersedia..... 16
Gambar 10. Skematik Rangkaian 18
Gambar 11. Bentukan Kendang..... 19
Gambar 12. Alur Perancangan Perangkat Lunak..... 20
Gambar 13. Alur Perancangan Perangkat Lunak Program 21
Gambar 14. Sistem yang diinstalasi..... 27
Gambar 15. Sistem Elektrikal..... 27
Gambar 16. Dataset Berupa Foto Maggot yang Sehat dan Sakit 35
Gambar 17. Class Yang dibuat 36
Gambar 18. Proses Pelabelan Gambar..... 36
Gambar 19. Gambar Terlabel 37
Gambar 20. Code dataset 37
Gambar 21. Melakukan Pengunduhan Dataset ke Google Colab 38
Gambar 22. Proses Training Dataset yang Sudah Diunduh 38

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Instrumen Pertanyaan 25
Tabel 2. Grade Metode SUS 26
Tabel 3. Hasil Pengujian Pembacaan Sensor DHT11 Terhadap Lampu 29
Tabel 4. Hasil Pengujian Menggunakan Telegram 30
Tabel 5. Hasil Pengujian Efisiensi Pertumbuhan Maggot Sistem Tradisional 33
Tabel 6. Hasil Pengujian Efisiensi Pertumbuhan Maggot Sistem Termonitoring . 34
Tabel 7. Hasil Pengujian Machine Learning 39
Tabel 8. Hasil Pengujian Metode SUS 43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Arduino Telegram 49
Lampiran 2. Machine Learning 50
Lampiran 3. Proses Training data 51
Lampiran 4. Proses Pendeteksian Objek 52

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena hanya atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini berjudul "Sistem Kendali Magot Berbasis Metode Sus Dalam Mengoptimalisasi Lingkungan" Penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang Strata-1 di Departemen Teknik Informatika Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, sangatlah sulit untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Baik di masa perkuliahan sampai dengan masa penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan kesehatan dan keselamatan selama melakukan penelitian Proyek Akhir ini.
2. Rasulullah Muhammad Sallalahu Alaihi Wasallam sebagai panutan serta tauladan dalam berahlak, bermuamalah dan menjalankan amanah serta Sunnah beliau dalam melaksanakan penelitian tugas akhir.
3. Orang Tua penulis dan keluarga, yang telah memberikan dukungan moril maupun materil serta doa yang tak pernah putus selama penulis menjalani pendidikan hingga dapat menyelesaikan tugas akhir.
4. Bapak dan Ibu Dosen/Staf di Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas didikan dan arahannya selama masa perkuliahan.
5. Semua orang yang telah membantu dan menginspirasi penulis namun tidak sempat disebutkan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini mungkin masih terdapat kekurangan, oleh karenanya penulis mengharapkan saran serta masukan yang membangun darisemua pihak. Semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi penulis sendiri maupun kepentingan bersama.

Gowa, 25 Agustus 2024

Penulis

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Rata-rata masyarakat Indonesia membuang limbah pangan sekitar 300 Kg setiap tahun. Banyaknya jumlah limbah pangan tersebut menjadi sebuah masalah yang harus segera diselesaikan. Memanfaatkan limbah organik sebagai media pakan bagi Maggot BSF (*Black Soldier Fly*) merupakan salah satu cara pengolahan dan pemanfaatan limbah organik. Maggot BSF digunakan sebagai pakan alternatif ikan Lele. Selain itu, Maggot BSF membantu proses degradasi limbah organik. Salah satu faktor lain yang menjaga kualitas Maggot BSF tetap terjaga yaitu memperhatikan suhu ruangan pada kandang Maggot BSF. Peternak Maggot BSF yang masih menggunakan sistem manual dalam menjaga suhu dan kelembaban ruangan kandang rentan akan kelalaian dalam menjaga suhu dan kelembaban ruangan tetap stabil yang mengakibatkan Maggot BSF mengalami kematian. Maggot BSF sangat rentan akan perubahan suhu dan kelembaban sehingga dapat menyebabkan daya tahan tubuh Maggot BSF menurun. Suhu ruangan yang optimal bagi perkembangan Maggot BSF yaitu pada kondisi suhu kandang 30º-38ºC, sedangkan kelembaban yang optimum yaitu 55%-75% (Alorang, dkk.,2023). Suhu panas pada kendang Maggot BSF dihasilkan oleh lampu bohlam.

Dari permasalahan tersebut maka diperlukan suatu alat yang dapat memonitoring suhu dan kelembaban ruangan dapat tetap terjaga. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu Monitoring dan Kontrol suhu lampu untuk budidaya Maggot BSF berbasis IoT, Dalam budidaya maggot *Black Soldier Fly* (BSF), suhu panas di dalam kendang umumnya dihasilkan oleh lampu bohlam yang digunakan untuk menciptakan kondisi yang optimal bagi pertumbuhan maggot. Namun, pengendalian suhu yang tidak efektif dapat mengakibatkan fluktuasi suhu yang dapat mempengaruhi kesehatan dan perkembangan maggot. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan sebuah alat yang dapat secara efisien memonitor suhu dan kelembaban di dalam kendang agar tetap terjaga dalam rentang yang ideal. Salah satu solusi yang telah dikembangkan adalah sistem monitoring dan kontrol suhu lampu berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan berbagai sensor dan perangkat IoT untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time dan

memungkinkan pengaturan otomatis lampu bohlam untuk menjaga suhu dan kelembaban dalam kondisi yang stabil (Pratama, dkk.,2024)..

Di Indonesia sendiri, penggunaan metode *You Only Look Once* (YOLO) sebagai penerapan teknik pengolahan citra pada mobile robot untuk mendeteksi objek belum banyak digunakan dan di implementasikan. YOLO banyak diaplikasikan pada pengolahan data citra. YOLO melihat seluruh gambar selama pelatihan dan waktu tes sehingga secara implisit menyandikan informasi kontekstual tentang kelas serta penampilan mereka (Rahma & Syaputra, 2021). Berdasarkan kasus diatas maka di lakukan penerapan metode *You Only Look Once* (YOLO) pada klasifikasi maggot untuk mendeteksi objek maggot yang sehat dan sakit tersebut. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, sistem ini tidak hanya memberikan kemudahan dalam pemantauan data secara jarak jauh, tetapi juga meningkatkan akurasi kontrol lingkungan, sehingga mendukung pertumbuhan maggot BSF yang lebih optimal dan efisien. Penelitian sebelumnya mengenai "Monitoring dan Kontrol Suhu Lampu untuk Budidaya Maggot BSF Berbasis IoT" telah menunjukkan bahwa integrasi teknologi ini dapat secara signifikan meningkatkan kemampuan untuk menjaga kondisi lingkungan yang stabil, yang pada gilirannya berkontribusi pada produktivitas dan keberhasilan budidaya maggot (Pratama, dkk.,2024).

Namun, seiring dengan perkembangan pesat teknologi IoT, tantangan baru muncul terkait kemudahan penggunaan (usability) dari sistem tersebut. Banyak pengguna yang kesulitan dalam memahami atau mengoperasikan sistem monitoring berbasis IoT, terutama pengguna non-teknis. Oleh karena itu, evaluasi kemudahan penggunaan suatu sistem menjadi penting agar solusi berbasis IoT dapat diterima dan diadopsi oleh berbagai kalangan. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan adalah *System Usability Scale* (SUS). SUS merupakan alat ukur yang cepat dan sederhana untuk menilai usability dari suatu produk atau sistem, termasuk sistem monitoring IoT. Dengan menggunakan SUS, pengembang dapat mengetahui tingkat kepuasan pengguna, mengidentifikasi kendala yang dihadapi, serta melakukan perbaikan pada aspek antarmuka maupun fungsionalitas sistem. Penerapan metode SUS dalam evaluasi

sistem monitoring IoT bertujuan untuk meningkatkan *user experience* (pengalaman pengguna) dan memastikan bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya fungsional, tetapi juga mudah digunakan. Dengan hasil evaluasi yang dihasilkan dari metode SUS, pengembang dapat memahami bagaimana persepsi pengguna terhadap sistem, baik dalam hal kompleksitas, efisiensi, maupun kenyamanan (Miftah & Sari, 2020). Hasil ini kemudian dapat dijadikan dasar dalam pengembangan lanjutan untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas sistem monitoring IoT yang digunakan (Saragih & Marhadi, 2023).

Adapun komponen yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu menggunakan sistem mikrokontroler ESP32-CAM yang saling terintegrasi dengan Sensor DHT11. Sistem kerja alat ini yaitu menggunakan sistem pada aplikasi *smartphone* untuk menghidupkan dan mematikan relay lampu yang menghasilkan sumber panas ruangan. Kemudian, sensor DHT11 akan mendeteksi suhu ruangan kandang Maggot BSF. Sistem kendali suhu ruangan akan menghidupkan lampu secara otomatis jika suhu ruangan ≤32ºC dan akan mematikan lampu secara otomatis jika 2 suhu ruangan ≥38ºC. Kemudian hasil suhu ruangan akan tampil pada telegram. Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penelitian yang akan di lakukan yaitu perancangan sistem monitoring suhu ruangan pada kandang Maggot BSF. Sistem yang akan dibuat menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM, sensor DHT11, lampu bohlam dan relay. Perancangan yang akan dibuat adalah mikrokontroler akan mengendalikan sensor DHT11 serta relay agar mencapai suhu maksimal 38ºC sehingga dapat mencapai suhu ruangan yang stabil bagi pertumbuhan Maggot BSF, apabila suhu ruangan 38ºC maka 4 lampu pijar akan mati dan blower akan menyala. untuk memantau atau melihat data suhu dan kelembaban kandang dapat dilihat pada bot dalam aplikasi Telegram *Messenger.* Proses memonitoring suhu dan kelembaban kandang Maggot.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana penggunaan sistem kendali berbasis machine learning dapat meningkatkan kesejahtraan dan Kesehatan magot dengan menciptakan lingkungan yang lebih optimal.?
2. Bagaimana membuat sistem yang responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan, termasuk suhu, kelembaban, dan kualitas udara, untuk mencegah dampak negative pada pertumbuhan magot.?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menyelidiki bagaimana penggunaan system kendali berbasis machine learning dapat meningkatkan kesejahtraan dan Kesehatan magot dengan menciptakan lingkungan yang lebih optimal.
2. Membuat sistem yang responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan, termasuk suhu, kelembaban, dan kualitas udara, untuk mencegah dampak negative pada pertumbuhan magot.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan produktivitas dan efisiensi pemeliharaan hewan dengan mengontrol kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan dan produksi hasil hewan yang diinginkan.
2. Membangun model machine learning untuk pemantauan kesehatan hewan yang lebih akurat, memungkinkan deteksi dini penyakit dan tindakan responsif untuk menjaga kesehatan hewan.

1.5. Batasan Masalah

1. Merancang model eksperimen yang menghasilkan *Prototype.*
2. Uji coba pengendalian lingkungan dilakukan selama proses pemantauan magot.
3. Visualisasi system mengunakan kamera ESP32-CAM

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

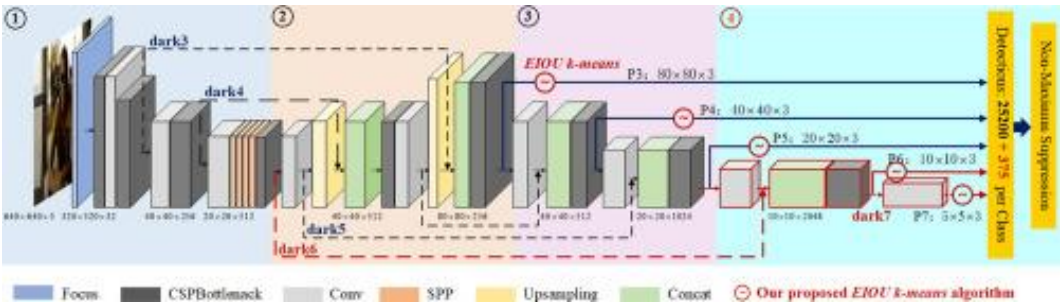
2.1 Machine Learning

Machine Learning (ML) adalah subbidang dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*/*AI*) yang berfokus pada pengembangan algoritma dan teknik yang memungkinkan komputer untuk "belajar" dari dan membuat prediksi berdasarkan data. Definisi yang umum dari machine learning adalah kemampuan suatu sistem untuk meningkatkan kinerja berdasarkan pengalaman, tanpa diprogram secara eksplisit untuk setiap tugas tertentu. ML mengacu pada algoritma yang memungkinkan komputer untuk menemukan pola dalam data dan membuat keputusan atau prediksi berdasarkan pola tersebut. Pendeteksian objek berbasis *machine learning* telah mengalami perkembangan pesat dengan hadirnya berbagai metode *deep learning*, terutama dalam bidang computer vision. Teknologi ini memungkinkan sistem untuk secara otomatis mengidentifikasi dan menentukan lokasi objek-objek tertentu dalam gambar atau video. Salah satu metode deteksi objek berbasis deep learning yang sangat populer adalah YOLO (*You Only Look Once*), yang kini telah berkembang hingga versi kelima, yakni YOLOv5 (Pambudi & Kusuma, 2020).

2.2. Object Detection

Object detection adalah teknik di bidang *computer vision* dan *artificial intelligence* (AI) yang memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi dan melokalisasi objek tertentu dalam gambar atau video. Berbeda dengan *image classification*, yang hanya mengidentifikasi objek dalam gambar secara keseluruhan, *object detection* dapat menentukan posisi (koordinat) dari objek-objek tersebut melalui penggunaan *bounding box* atau bentuk lain. Teknik ini sangat penting dalam berbagai aplikasi seperti pengawasan keamanan, sistem pengenalan wajah, mobil otonom, dan analisis citra medis. Deteksi objek merupakan salah satu cabang penting dalam bidang *computer vision* yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menentukan lokasi objek-objek tertentu di dalam gambar atau video. Teknologi ini telah berkembang pesat dengan adanya pendekatan berbasis *deep learning*. Salah satu model deteksi objek yang paling populer dan efisien adalah YOLO (*You Only Look Once*), yang pertama kali diperkenalkan oleh

Redmon et al. pada tahun 2016. YOLO memperkenalkan pendekatan inovatif di mana proses deteksi dilakukan dalam satu kali proses inferensi, berbeda dengan metode tradisional yang umumnya melibatkan dua tahap: pencarian kandidat wilayah (region proposal) dan klasifikasi. YOLOv5 adalah versi yang lebih baru dan populer dari keluarga YOLO, meskipun dikembangkan secara independen dari versi YOLO sebelumnya (YOLOv1–YOLOv4). YOLOv5 dikembangkan oleh Ultralytics dan membawa berbagai peningkatan dalam hal akurasi, kecepatan, dan efisiensi model dibandingkan dengan versi-versi pendahulunya. Beberapa inovasi utama yang diimplementasikan dalam YOLOv5 mencakup penggunaan *PyTorch framework*, optimasi jaringan untuk deployment di perangkat keras yang lebih ringan, serta peningkatan dari sisi augmentasi data dan transfer learning (Aini, 2021).



Gambar 1. Pendeteksian Objek Yolov5

Gambar 1 merupakan mekanisme kerja dari pendeteksian objek pada Yolov5. Seperti pendahulunya, YOLOv5 mengadopsi pendekatan jaringan tunggal untuk menyelesaikan masalah deteksi objek, yang berarti bahwa input gambar diolah sekaligus untuk mengidentifikasi dan menentukan koordinat bounding box dari objek yang terdeteksi. YOLOv5 terdiri dari tiga bagian utama, yaitu *Backbone*: dari Gambar 1dpat dilihat digunakan untuk mengekstrak fitur dasar dari gambar input. YOLOv5 menggunakan arsitektur CSPDarknet53 sebagai *backbone*-nya. Neck: Berfungsi untuk menyusun fitur dari berbagai skala yang diperoleh dari backbone. Di sini digunakan teknik *Path Aggregation Network* (PANet) untuk membantu memproses informasi skala yang berbeda secara lebih efektif. *Head*: Bagian ini bertanggung jawab untuk memprediksi bounding box, confidence score, dan class label dari objek yang terdeteksi. YOLOv5 telah banyak diterapkan dalam berbagai aplikasi deteksi objek di berbagai bidang, antara lain Kendaraan otonom:

Deteksi objek seperti kendaraan, pejalan kaki, dan rambu lalu lintas untuk mendukung sistem navigasi otomatis. Keamanan dan pengawasan: Penerapan dalam sistem CCTV dan drone untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan, mendeteksi pelanggaran, atau mengenali objek tertentu di area yang dipantau. Industri kesehatan: YOLOv5 digunakan untuk mendeteksi objek dalam gambar medis, seperti sel atau tumor pada hasil pemindaian MRI atau CT scan. Agrikultur: Sistem deteksi tanaman atau hama dalam pertanian pintar untuk membantu proses pemantauan dan perawatan tanaman secara otomatis.

1.3. *System Usability Scale* (SUS)

System Usability Scale (SUS) adalah alat ukur yang digunakan untuk menilai usability terhadap sebuah produk, aplikasi atau sistem. SUS memiliki karakteristik yang menarik dan membuatnya berbeda dari kuesioner lain, antara lain:

1. SUS relatif lebih cepat dan mudah bagi responden yang hanya terdiri dari 10 pertanyaan.
2. SUS menggunakan teknologi agnostik, yang berarti dapat digunakan secara luas dan mengevaluasi hampir semua jenis interface.
3. Kuesioner bernilai 1 – 100 dan bernilai tunggal, sehingga relatif mudah dipahami oleh berbagai disiplin, baik individu maupun kelompok.

SUS terdiri dari sepuluh pertanyaan yang masing-masing pertanyaan memiliki skala lima poin yang berkisar dari "Sangat Tidak Setuju" hingga "Sangat Setuju." Terdapat lima pernyataan positif dan lima pernyataan negatif. Nilai SUS diinterpretasikan oleh Jeff Sauro dengan peringkat prosentase (*precentile ranks*) dan juga kelas huruf (*letter grades*) dari A sampai dengan F, dimana A adalah kelas terbaik dan F adalah kelas terburuk (Saragih & Marhadi, 2023). Namun, untuk penelitian ini, penulis memilih letter grade saja. Ketentuan untuk letter grades adalah sebagai berikut :

1. *Grade* A: nilai >= 80.3
2. *Grade* B: 74 <=nilai < 80.3
3. *Grade* C: 68 <= nilai < 74
4. *Grade* D: 51 <= nilai <68
5. *Grade* F: nilai < 51

1.4. Maggot

Maggot, atau belatung, adalah larva dari lalat (*ordo Diptera*), khususnya dari *famili Calliphoridae* (*blowflies*). Mereka adalah tahap larva dalam siklus hidup lalat sebelum berubah menjadi pupa dan akhirnya menjadi lalat dewasa. Maggot dikenal karena peran ekologisnya yang penting dalam proses dekomposisi bahan organik dan siklus nutrisi di lingkungan (Septiawati, 2021). Maggot memiliki tubuh yang lunak, silindris, dan biasanya berwarna putih atau krem seperti yang ditunjukkan pada gamabar 2 di bawah.

Gambar 2. Maggot BSF

Mereka tidak memiliki kaki, dan kepala mereka sulit dibedakan dengan jelas dari bagian tubuh lainnya. Meskipun istilah "maggot" sering digunakan secara umum untuk larva lalat, istilah ini juga dapat merujuk pada larva dari serangga lain yang memiliki penampilan serupa. Maggot adalah larva dari berbagai jenis serangga, terutama dari keluarga lalat, yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi biologis dan industri. Dalam siklus hidup serangga, maggot merupakan tahap larval yang mengikuti fase telur dan sebelum mencapai tahap kepompong atau pupa. Maggot memiliki bentuk tubuh yang lunak, berbentuk silindris, dan biasanya berwarna putih hingga krem. Mereka tidak memiliki kaki dan bergerak dengan cara merangkak atau bergulir.Dalam konteks biologis dan ekologis, maggot memainkan peran penting dalam proses dekomposisi. Mereka sering ditemukan di lingkungan yang kaya akan bahan organik yang membusuk, seperti sampah, kotoran, dan bahan organik lainnya. Selama proses ini, maggot membantu menguraikan bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana, berkontribusi pada siklus nutrisi ekosistem. Kemampuan maggot untuk memecah bahan organik

ini membuat mereka penting dalam proses pemulihan tanah dan pengelolaan limbah organik.

Di bidang industri dan pertanian, maggot juga memiliki nilai ekonomi yang signifikan. Mereka digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pakan ternak, terutama sebagai sumber protein tinggi bagi unggas, ikan, dan hewan lainnya. Maggot, khususnya dari spesies *Hermetia illucens* atau *black soldier fly*, sangat dihargai dalam industri pakan ternak karena mereka dapat dihasilkan secara massal dari limbah organik dan mengubahnya menjadi produk bernilai tinggi. Selain itu, maggot digunakan dalam biokonversi limbah organik, yang membantu mengurangi volume limbah dan menghasilkan produk yang berguna.Dalam pengelolaan maggot untuk tujuan komersial, penting untuk menjaga kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhannya. Faktor-faktor seperti suhu, kelembapan, dan pencahayaan perlu diatur dengan baik untuk memastikan pertumbuhan maggot yang sehat dan efisien. Teknologi modern, seperti sistem pemantauan otomatis dengan sensor dan kontrol berbasis IoT, membantu dalam mengelola kondisi lingkungan ini secara real-time, meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam produksi maggot.Secara medis, maggot juga memiliki aplikasi yang unik dalam pengobatan. Terapi maggot, atau maggot *therapy*, melibatkan penggunaan larva lalat untuk membersihkan luka yang tidak dapat sembuh dengan cara konvensional. Maggot ini memakan jaringan mati dan infeksi, mempercepat proses penyembuhan luka dan membantu mengurangi risiko infeksi. Terapi ini telah digunakan sejak lama dan terbukti efektif dalam perawatan luka kronis, terutama pada pasien dengan gangguan diabetes atau penyakit vascular .Secara keseluruhan, maggot adalah organisme dengan berbagai manfaat biologis, industri, dan medis. Keberadaan mereka dalam siklus ekosistem alami serta aplikasinya dalam teknologi dan kesehatan manusia menunjukkan betapa pentingnya mereka dalam berbagai aspek kehidupan manusia dan lingkungan (Suciati, 2017).

1.5. *ESP32-CAM*

ESP32-CAM adalah modul kamera yang didasarkan pada mikrokontroler ESP32, yang telah menjadi sangat populer di kalangan pengembang dan hobiis karena kemampuan pemrosesan datanya yang kuat, harga yang terjangkau, dan kemampuan untuk melakukan *streaming* video serta menangkap gambar dapat dilihat pada gambar 3 di bawah. ESP32-CAM adalah bagian dari keluarga ESP32 yang dikembangkan oleh Espressif Systems, sebuah perusahaan teknologi yang berpusat di Shanghai, China. ESP32 sendiri merupakan penerus dari modul ESP8266 yang terkenal karena fitur WiFi-nya yang kuat dan harga yang sangat kompetitif. ESP32 menambahkan lebih banyak fitur, termasuk *Bluetooth*, dan daya komputasi yang lebih tinggi, menjadikannya pilihan yang menarik untuk pengembangan IoT (*Internet of Things*). *ESP32-CAM* diperkenalkan sebagai solusi yang mengintegrasikan kamera dan mikrokontroler dalam satu modul, memungkinkan pengembangan aplikasi yang memerlukan pengambilan dan pemrosesan gambar secara langsung pada perangkat. Ini membuat *ESP32-CAM* menjadi solusi ideal untuk aplikasi yang memerlukan pemantauan dan pengawasan secara *real-time (*Arrahma & Mukhaiyar, 2023).

Gambar 3. *ESP32-CAM*

1.6. Relay

Relay adalah sakelar elektromagnetik yang dikendalikan dengan arus yang kecil, dan dapat digunakan untuk menghidupkan dan mematikan arus yang relatif jauh lebih besar. Artinya bahwa dengan menerapkan arus kecil kita dapat mengaktifkan relay yang memungkinkan arus jauh lebih besar untuk mengalir (Arrahma & Mukhaiyar2023).

Gambar 4. Relay

Dari gambar 4 dapat dilihat bentuk fisik dari relay dengan cara kerja Ketika tidak ada tegangan yang diberikan ke kumparan, COM (*common*) terhubung ke NC (kontak *normally closed*). Ketika ada beberapa tegangan yang diberikan pada kumparan, dihasilkan medan elektromagnetik, yang akan menarik 17 Armature (tuas yang terhubung ke pegas), kemudian COM dan NO (kontak *normally open*) terhubung, yang memungkinkan arus yang lebih besar mengalir. Relay selalu dikonfigurasikan dengan menggunakan sirkuit Driver yang terdiri dari Transistor, Diode, dan Resistor. Transistor digunakan untuk memperkuat arus sehingga arus penuh (dari sumber DC) dapat mengalir melalui kumparan untuk sepenuhnya memberinya energi. Resistor digunakan untuk memberikan biasing pada transistor. Dan Diode digunakan untuk mencegah aliran arus balik, Ketika transistor dimatikan. Setiap kumparan Induktor menghasilkan EMF yang sama dan berlawanan ketika dimatikan tiba-tiba, ini dapat menyebabkan kerusakan permanen pada komponen, sehingga Dioda harus digunakan untuk mencegah arus balik. Modul Relay tersedia di pasaran disertai dengan sirkuit Driver-nya yang sudah terpasang di papan. Sirkuit drivernya juga dapat dibuat sendiri di papan PCB (Nasri Anas, 2019).

1.7. Lampu Bohlam

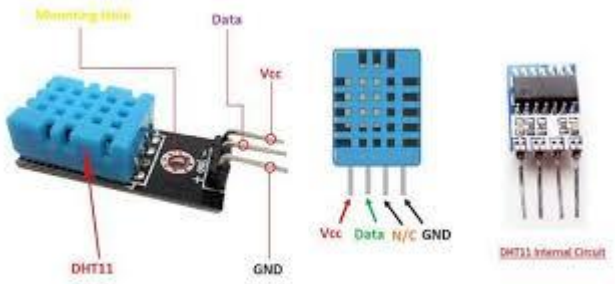
Lampu bohlam adalah salah satu teknologi pencahayaan yang paling umum digunakan di seluruh dunia. Sejak ditemukan pada abad ke-19, bohlam telah mengalami berbagai inovasi dan pengembangan yang menjadikannya salah satu komponen penting dalam kehidupan sehari-hari. Lampu bohlam bekerja berdasarkan prinsip panas dan cahaya yang dihasilkan dari aliran listrik melalui filamen yang resistif. Ketika listrik mengalir melalui filamen, resistansi dari filamen tersebut menyebabkan peningkatan suhu *(*Arrahma & Mukhaiyar, 2023). Filamen yang dipanaskan kemudian memancarkan cahaya tampak melalui proses yang disebut *incandescence*. Pada bohlam tradisional, filamen ini biasanya terbuat dari tungsten karena memiliki titik lebur yang sangat tinggi seperti tampak pada gambar 5.

Gambar 5. Bohlam Lampu

1.8. Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah salah satu sensor yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi untuk mengukur kelembaban dan suhu udara. Sensor ini dikenal karena kemudahan penggunaannya, harga yang terjangkau, serta ketersediaan yang luas di pasaran. DHT11 merupakan sensor digital yang mampu mengukur suhu dan kelembaban relatif. Prinsip kerja DHT11 didasarkan pada teknologi kapasitor untuk mengukur kelembaban relatif dan thermistor untuk pengukuran suhu. Pada bagian dalam sensor, terdapat elemen resistif berbahan dasar polimer yang menyerap uap air. Ketika kelembaban berubah, nilai resistansi dari elemen ini juga akan berubah. Thermistor di dalam sensor akan merespons perubahan suhu dengan mengubah nilai resistansi, yang kemudian diubah menjadi sinyal digital oleh modul pengendali

internal DHT11 (Kuria, 2020).. Dapat dilihat tampilan dari sensor DHT11 pada gambar 6 di bawah.



Gambar 6. Sensor DHT11